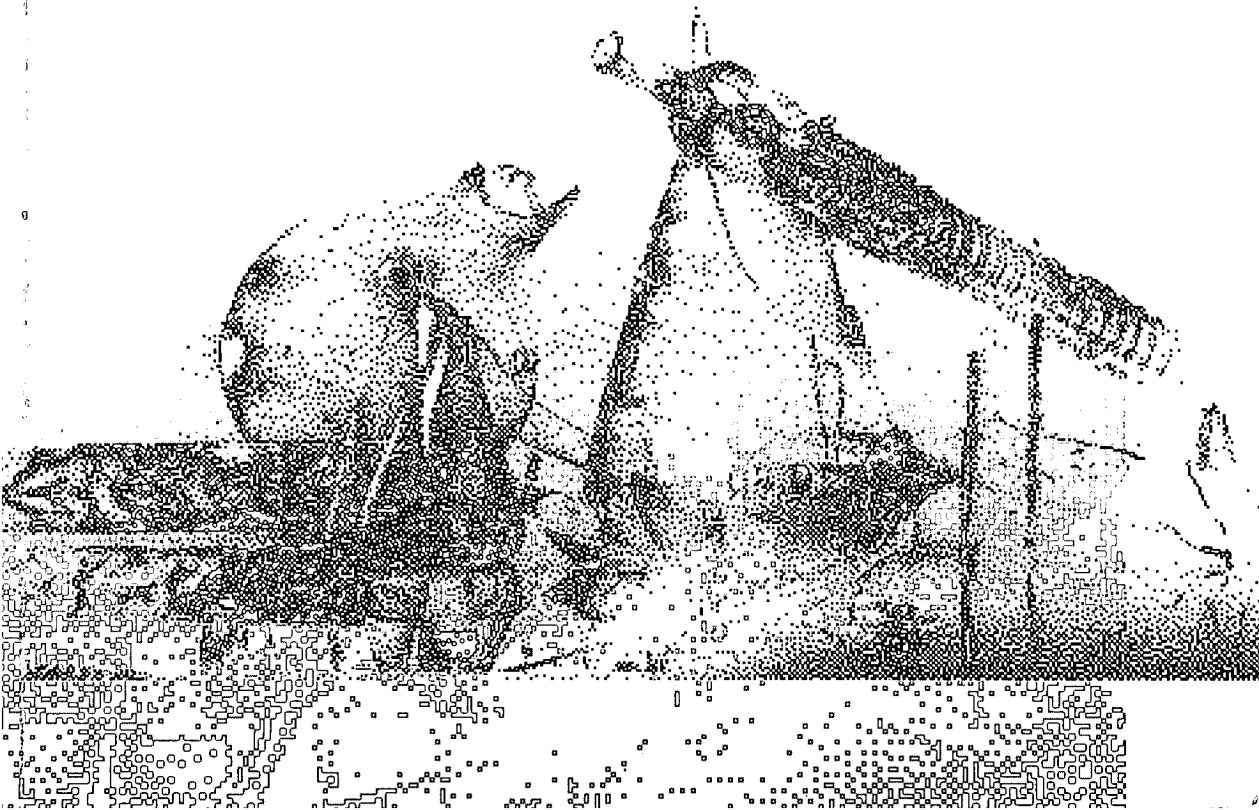


SLO • APS • LO'S

Natuur- en scheikunde in de basisvorming

een praktische uitwerking in lesvoorbeelden



Heeghebaert

SLO • APS • LO'S

Natuur- en scheikunde in de basisvorming

een praktische uitwerking in lesvoorbeelden



COLOFON

Deze publikatie komt voort uit het project natuur- en scheikunde in de basisvorming van de SLO (Specialisten in Leerplanontwikkeling) in Enschede. Dit project is gestart op aanvraag van NVON (Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen). De totstandkoming van dit boek is gerealiseerd in samenwerking met het APS (Algemeen Pedagogisch Studiecentrum te Utrecht) en het samenwerkingsverband van APS, SLO, Cito (Centraal Instituut voor ToetsOntwikkeling te Arnhem) en de lerarenopleidingen van:

Hogeschool Gelderland te Nijmegen
Pedagogische Technische Hogeschool te Eindhoven
Hogeschool Katholieke Leergangen te Sittard
Hogeschool van Amsterdam
Universiteit van Amsterdam Didactiek natuurkunde
Hogeschool Rotterdam & Omstreken
Hogeschool Katholieke Leergangen Tilburg
Noordelijke Hogeschool Leeuwarden
Hogeschool Midden Nederland te Utrecht
Hogeschool Holland in Diemen
Centrum Didactiek β -vakken in Utrecht
Rijksuniversiteit Leiden
Christelijke Hogeschool Windesheim in Zwolle.

auteurs: Kees de Jong, Piet Noordzij, Eric Payens, Lisette van Rens, Jaco Robijn, Marco Snoek, Peter van Tilburg.

eindredactie: Twan Brouwers (SLO)
m.m.v. Hans Morélis (SLO), Martin van Os (APS)

Eerste druk / eerste oplage

Copyright © 1995 Uitgeversmaatschappij Thieme, Zutphen

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprerecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

De uitgever heeft er naar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

ISBN 90 03 65561 8

Voorwoord

Met de invoering van de basisvorming op 1 augustus 1993 hebben veel scholen een vernieuwing van het onderwijs ingezet. Dat was ook de bedoeling van de overheid. Het spreekt echter vanzelf dat er tijd nodig is om de vernieuwing werkelijk door te voeren. Het is verstandig om die tijd ook te nemen. Het gaat om iets belangrijks, dat goed moet gebeuren. We moeten ervoor zorgen dat meer mensen in de maatschappij de zin en de betekenis inzien van onze vakken; dat ze er zelf iets aan hebben en er bovendien plezier aan beleven!

Voor docenten natuur- en scheikunde kan dit boek een belangrijk hulpmiddel zijn bij het realiseren van verbeteringen van het onderwijs in de basisvorming. Het boek is op de eerste plaats geschreven voor docenten natuur- en scheikunde, die bezig zijn met de invoering van de basisvorming. We verwachten dat het boek ook bruikbaar is binnen de nascholing en schoolbegeleiding. Een boek dat zich zo scherp richt op de beroepsgroep van docenten, zal zeker ook bruikbaar zijn voor de lerarenopleidingen.

Voor de docenten natuurkunde en scheikunde die met de vernieuwing bezig zijn is dit boek een aanrader. Het is een boek over de didactiek van natuur- en scheikunde voor docenten die betrokken zijn of zich betrokken voelen bij de invoering van de basisvorming in ons land. Het probeert niet zozeer de docent te onderwijzen in de didactische vernieuwing; het probeert de docent ertoe te verleiden om tussen de normale lessen door het ook eens anders te proberen.

Docenten die dat willen kunnen daarbij hulp krijgen in de vorm van schoolbegeleiding, nascholing, conferenties of maatwerk. Hiervoor zijn er in ons land de lerarenopleidingen van de Hogescholen en de Universiteiten, de Pedagogische Centra (voor ons vak het APS) en de SLO. Ook wordt hulp geboden door onze vakvereniging de NVON met de regionale kringen en het maandblad NVOX. Tenslotte kunnen ook leraren elkaar helpen, binnen of buiten de eigen school; al dan niet in netwerken. Het kan ook zijn dat docenten zichzelf willen scholen door gebruik te maken van literatuur. Dit boek is daartoe een eerste aanzet. In de tekst wordt verwezen naar waardevolle bronnen. Achterin is nog een literatuurlijst te vinden.

Weliswaar kost hulp geld, maar bedenk dat hierin is voorzien door de overheid. Jaarlijks wordt er een bedrag vastgesteld, dat per formatieplaats voor nascholing beschikbaar is.

Enschede, voorjaar 1995.

De redactie: Twan Brouwers (SLO), Hans Morélis (SLO),
Martin van Os (APS).

Inhoudsopgave

1 Inleiding	7
1.1 De invoering van de basisvorming	7
1.2 Leeswijzer	9
1.3 Begrippennetwerken	10
2 Natuur- en scheikunde in de basisvorming	12
2.1 De moderne vakdidactiek	12
2.2 Problemen in de praktijk	13
2.3 Veranderende rol van de docent	13
2.4 De toetsing	14
2.5 Advies aan secties natuur- en scheikunde	15
3 Natuur- en scheikunde voor alle leerlingen	17
3.1 De zorgbreedte	17
3.2 Jongens en meisjes	17
3.3 Leerlingen met andere culturele achtergronden	19
4 Stoffen en materialen in huis	21
4.1 Practicum als werkvorm	21
4.2 Begrippennetwerk rond stoffen en materialen in huis	26
4.3 Les 1: Haar verven	29
4.4 Les 2: Kleurechtheid van haarverf	37
4.5 Les 3: Gebruik van glas	41
4.6 Les 4: Hergebruik van glas	45
5 Elektrische en elektronische schakelingen waar je wat aan hebt	52
5.1 Leren en Motiveren	52
5.2 Begrippen en hun relaties	54
5.3 Les 1: Stroom in een parallelschakeling	58
5.4 Les 2: Gloeilamp of spaarlamp	64
5.5 Les 3: Veiligheid in huis	69
5.6 Les 4: Toepassingen van schakelingen	76
6 Verbranden en verwarmen	81
6.1 Integratie van natuurkunde en scheikunde	81
6.2 Begrippennetwerk rond verbranden en verwarmen	83
6.3 Les 1: Verwarmen en afkoelen	84
6.4 Les 2: Verwarmen of verbranden	95
6.5 Les 3: Welke energiebron is het best?	104
6.6 Les 4: Het energiegebruik thuis	108

7 Licht en beeld	117
7.1 Motiverende werkvormen	117
7.2 Begrippennetwerk rond 'zien'	120
7.3 Les 1: Schaduw en kleur	122
7.4 Les 2: Fotogrammen	127
7.5 Les 3: Gaatjescamera	133
7.6 Les 4: Het fototoestel	138
8 Geluid horen en maken	143
8.1 Leren in verschillende stijlen	143
8.2 Het begrippennetwerk rond geluid	146
8.3 Les 1: Geluiden horen	148
8.4 Les 2: Het beschadigde gehoor	154
8.5 Les 3: Lawaai isoleren	160
8.6 Les 4: Geluidsoverlast	163
9 Mechanica op straat	167
9.1 Leerlingen, hun denkbelden en hun leefwereld	168
9.2 Het begrippennetwerk rond mechanica op straat	170
9.3 Les 1: Hoe sneller hoe beter	172
9.4 Les 2: Snel reageren!	178
9.5 Les 3: De remtest	187
9.6 Les 4: Veilig remmen	195
10 Materie, stoffen en deeltjes	202
10.1 Deeltjes bij natuurkunde en scheikunde	202
10.2 Begrippennetwerk rond deeltjes	204
10.3 Les 1: Stoffen, deeltjes en beweging	204
10.4 Les 2: Stoffen, deeltjes en fase	212
Literatuur	220
Register	221

1

Inleiding

1.1

De invoering van de basisvorming

Met de invoering van de basisvorming worden didactische vernieuwingen in de vakken van de basisvorming op gang gebracht. Deels is er sprake van andere accenten en andere inhouden, maar het gaat ook om een andere wijze van aanbidding. Er is een grotere nadruk komen te liggen op het toepassen van het geleerde, op het ontwikkelen van vaardigheden en op het laten zien van samenhang. Bij samenhang moet gedacht worden aan relaties die gelegd kunnen worden binnen het vak natuurkunde, binnen het vak scheikunde, tussen de vakken natuur- en scheikunde, maar ook verbanden daarbuiten. Denk bijvoorbeeld aan de relatie tussen het vak en de maatschappij, de beroepen, andere vakken, het consumenten-gedrag, het milieu en een veilig gedrag in het verkeer. Het procesmanagement van de basisvorming heeft de kerndoelen voor de basisvorming kernachtig samengevat met de letters TVS: Toepassing, Vaardigheid en Samenhang.

Voor sommige scholen geldt dat de beoogde vernieuwingen reeds langer op de rails staan. Dat is zeker zo voor het vak natuur- en scheikunde. Meer doe-gericht onderwijs, meer toepassingen en meer contexten zijn vernieuwingen met een traditie van 20 jaar of meer!

Docenten natuurkunde en scheikunde zagen zich in feite geplaatst voor de ontwikkeling van een nieuw vak: natuur- en scheikunde in de basisvorming. Niet voor elke school is een dergelijke stap even gemakkelijk te zetten. Er zijn scholen met vrijwel geen scheikunde en er zijn scholen waar de vakken natuurkunde en scheikunde afronden op examenniveau. Dat levert problemen; enerzijds moet de basisvorming worden ingevoerd, maar anderzijds mag de aansluiting naar vbo, mavo, havo en vwo niet worden verloren.

Dat de aansluiting pas laat is geregeld is jammer. Wel kan het tot tevredenheid stemmen dat er nu eens vernieuwing van het onderwijs van onderaf wordt opgebouwd. Immers te vaak werd het onderwijs in de eerste fase van bovenaf gedicteerd! Dat gaat nu omgekeerd. Eerst een stevig fundament in het basisonderwijs en de basisvorming-VO. Terecht noemt men dit het funderend onderwijs.

De invoering van de basisvorming is op veel scholen ook extra gecompliceerd geweest, doordat men zich gesteld zag voor grote veranderingen in de school ten gevolge van fusies en de wijziging van de bekostiging. Menigeen zal zich hebben afgevraagd of de veranderingsprocessen niet wat meer geleidelijk hadden moeten plaats vinden. Echter ook hier heeft de medaille een zijde waar

ook positief naar gekeken kan worden: juist nu kunnen de veranderingsprocessen binnen de school op elkaar worden afgestemd en elkaar ondersteunen. Dat lukt alleen als er sprake is van een zorgvuldig proces.

Een goed beleid is de juiste koers uitzetten. Maak een meer-jaren-traject, waarbij planmatig aan de vernieuwingen wordt gewerkt. Desnoods maakt de school kleine stappen, maar dan wel in de goede richting.

Het is niet mogelijk om met alle aspecten van vernieuwing tegelijk bezig te zijn. Wel is het wenselijk dat scholen en secties natuur- en scheikunde de komende jaren op weg gaan om vernieuwing van het onderwijs te realiseren, zoals bedoeld in de basisvorming. Dat lukt beter als er speerpunten worden gekozen voor een periode, een meer-jaren-planning wordt gemaakt en een stappenplan voor ieder onderdeel.

Zoiets moet je ook samen doen als school of als sectie. Vernieuwingen zijn pas echt effectief als ze ingebed zijn in een vernieuwing van de school als geheel.

Het is nuttig om je als school, als sectie en als individuele docent de vragen te stellen: Wat moeten we? Wat willen we? Wat kunnen we?

Bij de eerste vraag is het antwoord beperkt te houden; er moet niet zoveel! Er is enige vrijheid gegaan naar de school. Hier volgen enkele voorbeelden van wat moet. De kerndoelen moeten in beginsel, maar ze hebben een interpretatieruimte. Er zal een schoolwerkplan moeten komen en een jaarverslag. De computer moet ook binnen het vak worden gebruikt, voortbouwend op de algemene start van het computergebruik in het vak informatiekunde. Natuur- en scheikunde moet gegeven worden in de basisvorming als een geïntegreerd vak; wordt het door twee docenten verzorgd, dan zal er sprake moeten zijn van een effectieve coördinatie. De basisvorming moet worden afgesloten en hierbij moeten Cito-toetsopgaven worden gebruikt.

Zeker er moet nog meer, maar het is hier niet de plaats hierover uitputtend te zijn. De vragen 'Wat willen we' en 'Wat kunnen we' zijn in feite nog belangrijker.

De continuïteit van het onderwijs en de kwaliteit moeten gewaarborgd blijven. Een zekere bedachtzaamheid – in sommige gevallen terughoudendheid – kan belangrijk zijn. Maar let wel op de richting die met de basisvorming wordt ingeslagen: een vermaatschappelijking van het natuur- en scheikunde-onderwijs in de eerste jaren van het voortgezet onderwijs.

Goed op de hoogte blijven is daarbij een eerste eis. Zo voed je je eigen motivatie waardoor het werken voor je school meer spirit krijgt!

Het is goed de normale praktijk van alledag in het oog te houden. Praten over vernieuwing heeft al gauw iets hoogdravends. Er moet vaak zoveel en het lijkt erop dat er weinig deugt van de huidige praktijk van veel docenten. En dan te bedenken met hoeveel

energie en met vallen en opstaan de huidige situatie is bereikt! In dit boek willen we proberen hierover eerlijk te zijn, maar ook kritisch!

In feite is er al veel veranderd en moet er nog veel veranderen. Hoe de feitelijke praktijk van het natuur- en scheikunde-onderwijs ervoor staat is onderzocht. De gemiddelde leraar voor natuurkunde of scheikunde legt een traditioneel leerboek lezenderwijs uit. Er is weinig aandacht voor proeven, practica, leefwereld of contexten De huidige praktijk moeten we respecteren. Het is een startpunt voor de verbeteringen. Zo bekeken is weinig verbetering al erg veel. Weinig is ook al heel moeilijk en het gaat langzaam. Het is daarom van belang voor docenten om kleine stappen te zetten in de goede richting.

Dit boek geeft daartoe de mogelijkheid; er staan heel veel kleine stappen in. Zet niet al die stappen in een keer, maar zoek er enkele uit. In dit boek hebben we gekozen voor de les als bouwsteen van vernieuwing. De lessen samen laten een heel stuk zien van het bouwwerk: de basisvorming. Zo brengen we in beeld welke kant de ontwikkelingen opgaan. We laten ook zien hoe moderne vakdidactische inzichten de vernieuwingen ondersteunen.

In dit boek wordt de basisvorming in het vak natuur- en scheikunde nader 'verklaard' voor natuurkunde- en scheikundeleraars. Het helpt om beter te begrijpen waarom de nieuwe leerboeken kiezen voor een bepaalde aanpak.

1.2

Leeswijzer

De kern van dit boek wordt gevormd door de hoofdstukken 4 t/m 10. Hierin worden voorbeelden van lessen beschreven, die passen binnen de basisvorming. De lessen die worden geschetst kunnen als geheel, maar ook los van elkaar worden gegeven. Elke les stelt bepaalde aandachtspunten van de moderne vakdidactiek op een duidelijke manier aan de orde. Het gaat dan vooral om zaken als: de actieve leerling, studeervaardigheden en leerlingdenkbeelden.

Het boek als geheel kan gezien worden als een vakdidactiekboek; maar dan wel met een heel concrete invulling. Wie in dit boek wil zoeken naar bepaalde vakdidactische onderwerpen, kan het beste de index raadplegen. Wie meteen bij leuke lessen wil uitkomen, kan beter de inhoudsopgave raadplegen.

De hoofdstukken 4 t/m 10 volgen de domeinen van de basisvorming. De kerndoelen van domein A: 'Vaardigheden' zijn verweven door de andere domeinen. Domein H: 'Bouw van de materie' is niet alleen verweven in de domeinen B en D, maar er is ook een hoofdstuk aan gewijd.

Het boek is geschreven volgens een matrix-structuur. Tevoren zijn de belangrijkste didactische onderwerpen op een rijtje gezet. vervolgens zijn die onderwerpen verdeeld over de hoofdstukken. Op deze wijze heeft elk hoofdstuk enkele didactische aandachtspun-

ten meegekregen. Bovendien is in de hoofdstukken 4 t/m 10 een belangrijk didactisch punt in een eerste paragraaf nader uitgewerkt. De inhoudsopgave laat de gekozen onderwerpen duidelijk zien. In de inhoudsopgave is niet te zien welke andere vakdidactische aandachtspunten in de lessen zijn meegenomen. Bijvoorbeeld in hoofdstuk 7 staan behalve werkvormen, ook demonstratieproeven en het onderwijsleergesprek nader uitgewerkt. In hoofdstuk 5 spelen naast motivatie ook het gebruik van modellen, milieueducatie en de leefwereld een belangrijke rol.

Dergelijke onderwerpen zijn via het register achter in het boek op te sporen.

In de hoofdstukken 4 t/m 10 zijn in de tekst van de inleidende paragrafen en de lessen vakdidactische kaders opgenomen. Hierin worden vakdidactische achtergronden nader toegelicht. Ze kunnen worden overgeslagen bij eerste lezing. Het zijn verdiepingsmomenten.

We lichten dit toe met een voorbeeld.

In de concrete uitwerking van een les, speelt een onderwijsleergesprek een rol. In een vakdidactisch kader wordt dan nog eens wat dieper ingegaan op het houden van een onderwijsleergesprek. Wie graag concreet begint leest eerst de lessen en komt later bij de vakdidactische kaders terecht. Wie liever vanuit vakdidactische noties wil starten, leest eerst de kaders en komt dan bij de lesvoorbeelden terecht.

In elk van de hoofdstukken 4 t/m 10 is aandacht besteed aan de begripsontwikkeling van leerlingen. Als hulpmiddel wordt hierbij steeds gebruik gemaakt van een eenvoudig begrippennetwerk van de beschreven lessen. In een oogopslag is zo een globaal beeld te krijgen van de lesinhouden.

1.3

Begrippennetwerken

Docenten kunnen soms vruchtbaar gebruik maken van de techniek van het maken van begrippennetwerken bij het plannen van een lessenserie. In een web van woorden zijn dan vakbegrippen, contexten, toepassingen, vaardigheden, en leeractiviteiten in beeld gebracht. In het centrum van het web staat het onderwerp. Dat kan een vakbegrip zijn of een situatie uit de leefwereld. Je schrijft vooral op wat je zou kunnen doen. Later beslis je wat je doet en in welke volgorde. Zo gezien is een web een instrument om te plannen. Het is bij uitstek geschikt om de samenhang in beeld te brengen. Voor de basisvorming zijn de volgende elementen nuttig in een web: persoonlijk leven en maatschappij, toepassingen, vaardigheden en inhouden van de kerndoelen. De samenhang met persoonlijk leven en maatschappij kan vorm krijgen door aandacht voor beroepen, vervolgopleidingen, milieu-educatie, verkeerseducatie en consumenteneducatie. Het maken van webben kan helpen om een opbouw van kennis en vaardigheden in beeld te brengen. Wil je echter teveel dingen in webben ordenen dan wordt het al

gauw veel te ingewikkeld. Het vlak van een papier schiet tekort! In dit boek hebben we daarom gekozen voor een eenvoudige vormgeving van de netwerken. Webben voor de kerndoelen van natuur- en scheikunde in de basisvorming zijn er niet. Zelfs voor de vakbegrippen is dit terrein nog onontgonnen! Laat staan als je daar ook nog vaardigheden, maatschappij, persoonlijk leven en toepassingen in wilt verwerken. Voor een enkel domein zou het misschien lukken; maar hoe grijpen de domeinen in elkaar? Hier is nog het nodige ontwikkelingswerk te doen.

2

Natuur- en scheikunde in de basisvorming

2.1

De moderne vakdidactiek

Het gaat in de moderne vakdidactiek vooral om zaken als: de actieve leerling, studeervaardigheden en leerlingdenkbeelden. Men spreekt ook wel over de ontwikkelingsdidactiek. Hiermee wordt geaccentueerd dat de leerling *zelf* moet leren. Leerlingen zijn geen vaten waarin leerstof kan worden gegoten.

Bij het leren moet uitgegaan worden van de aanwezige inzichten van de leerling. Pas dan kan de leerling zelf zijn begrippenkader verder ontwikkelen. Kort samengevat: je moet de leerlingen 'ophalen waar ze zijn'!

De ontwikkelingsdidactiek is belangrijk voor het leren van begrippen, die in het dagelijks leven, in de beroepsuitoefening of in de vervolgopleiding een belangrijke rol spelen. Aangeleerde begrippen worden in de hersenen opgeslagen in netwerken van gegevens, associaties, situaties, emoties en herinneringen. Iedere leerende bouwt voort aan het eigen netwerk.

Tegenover de ontwikkelingsdidactiek staat de overdrachtsdidactiek. Deze didactiek is minder geschikt om begripsvorming te realiseren in de natuur- en scheikunde. Wel kan ze soms regels en vaardigheden uitstekend aanleren. In dat geval is het bedoelde leereffect louter imitatie.

Hieronder volgt een collage van gezichtspunten die veranderd zijn door de didactische vernieuwing in de basisvorming. Het is een opsomming van wenselijkheden. De lijst kan iets afschrikwekkends hebben; ga dan door naar hoofdstuk 4 en volgende. Daar wordt concreet vorm gegeven aan deze punten.

- ☐ de leerlingen doen practicum gedurende circa $\frac{1}{3}$ -deel van de lestijd
- ☐ ze leren de eigen mening weer te geven en te beargumenteren
- ☐ de computer wordt in de les gebruikt
- ☐ er is aandacht voor beroepen in de samenleving
- ☐ de leerstof wordt in zinvolle contexten aangeleerd en getoetst
- ☐ de toetsing betreft ook vaardigheden
- ☐ de toetsing gaat minder over het reproduceren van feitenkennis
- ☐ de natuur- en scheikundeleerstof is minder wetenschapsgericht
- ☐ de scheikunde is meer ambachtelijk, gericht op iets maken
- ☐ er is veel aandacht voor Toepassingen, Vaardigheden en Samenhang
- ☐ er is minder aandacht voor formules en rekenwerk

- ☐ milieu-educatie heeft een plaats in het leerplan
- ☐ leerlingen doen onderzoek
- ☐ ze oefenen in rapporteren en discussiëren

Deze lijst is niet compleet. Hij kan fungeren als een eerste wijzer voor docenten. Wie alleen of met collega's nauwkeuriger wil bepalen wat de positie van de sectie is ten opzichte van de vernieuwingen kan een uitgebreider onderzoekje doen. Dit kan bijvoorbeeld met de vragenlijst die te vinden is in: *Instrumenten bij de invoering van de basisvorming natuur- en scheikunde* (SLO).

2.2

Problemen in de praktijk

Het is op zijn plaats om in dit hoofdstuk ook te wijzen op de problemen en de pijn die geleden wordt bij de invoering van natuur- en scheikunde in de basisvorming:

- op veel scholen is de noodzakelijke inventaris niet aanwezig
- op veel scholen is geen amanuensis beschikbaar
- op veel scholen zijn er onvoldoende practicumlokalen
- er is een groot tekort aan goed opgeleide docenten natuur- en scheikunde; met alle respect gesproken: docenten met een brede bevoegdheid voor heel veel vakken worden als sluitpost van urenverdeling ingezet om het vak natuur- en scheikunde in te voeren in de basisvorming. Ze weten vaak niet eens of ze ook het volgend jaar in deze sector werken. Misschien geven ze dan weer warenkennis, biologie, wiskunde, ...

Al dit soort factoren veroorzaakt flinke tegenwind. De invoering van natuur- en scheikunde in de basisvorming vindt plaats, dank zij de grote inzet van mensen, die daartoe vaak weinig worden toegelust en ondersteund. De grootste pijn wordt geleden op de VBO-scholen, in het i-onderwijs en in scholen die traditioneel bekeken behoorden tot het LEAO of LHNO.

2.3

Veranderende rol van de docent

Bij toepassing van de moderne vakdidactiek verandert de rol van de docent. De docent wordt meer begeleider en organisator van leeractiviteiten. De docent is in mindere mate de drager en overdrager van informatie. Anders gezegd: leraren kunnen leerlingen niet veel leren. Leerlingen zijn geen onbeschreven bladen, die door de leraar kunnen worden volgeschreven. Het zijn geen vaten die volgegoten moeten worden.

Complexe kennis met zinvolle verbanden kan niet worden overgedragen. Leren is iets dat iemand zelf moet doen.

Wel kunnen anderen daarbij helpen. Leraren kunnen leerlingen activeren en leeractiviteiten voor ze organiseren. Leerlingen zullen die wel zelf uit moeten voeren. Als de leerlingen vastlopen moeten de leraren hen leren hoe ze zelfstandig weer op dreef kunnen

komen. In feite moeten leraren vooral behulpzaam zijn bij het leren van het leren. De leerstof is een belangrijk hulpmiddel om het leren te leren. En vooral om dat zelfstandig te leren en daarbij zelf de verantwoordelijkheid te dragen. Instructie alleen leidt niet vanzelf tot constructie van kennis bij de lerende. Het leidt ook niet tot het zinvol gebruiken van kennis in het persoonlijk leven of in het beroep.

Om leerlingen hierbij te helpen is er onderwijs nodig dat meer de nadruk legt op het leerproces van de leerling en minder op het overdragen van kennis. Bij deze benadering verandert ook de rol van leraar van een deskundige alleswetende informant naar een organisator van leeractiviteiten en een begeleider van leerprocessen. Een ander aspect betreft de activiteiten. Elke ervaren docent weet het al lang: leerlingen moeten actief kunnen zijn tijdens het leren! Alleen wordt er in het huidige onderwijs nog steeds te weinig rekening mee gehouden. Een klas met leerlingen bestaat niet uit een klas met oren! Ze kennen niet wat ze gehoord hebben en ze zijn slecht toegerust om uur na uur de oren te luister te leggen, de monden gesloten, de handen thuis, de fantasie op nul en zich isolerend van de sociale interactie met de soortgenoten! Het tegendeel is eerder waar. De mens is een actief informatieverwerkend systeem. Vanuit de evolutie bekeken is de mens goed in staat om in het bos vruchten te zoeken en tegelijk kennis te verwerven en verbanden te leggen. Vooral de jongere exemplaren van deze soort hebben veel moeite met het vergaren van kennis door het lezen van lettertjes en het luisteren naar woorden. Ook in het huidige onderwijsstelsel kan de docent hen enigermate tegemoetkomen: laat ze proberen doen, spullen zelf pakken, verwachtingen voorspellen en met elkaar bespreken, presentaties houden voor elkaar, elkaars werk beoordelen, doe eens een proef buiten of ga op bezoek in een fabriek of werkplaats.

We weten het eigenlijk allemaal wel, maar het komt er niet van!

2.4

De toetsing

In vrijwel elke onderwijspraktijk speelt toetsing een belangrijke rol. De regel 'toets wat je onderwijst' wordt door de meeste docenten toegepast. Het behoort tot de taak van de school om de resultaten van het leerproces zichtbaar te maken. De vorderingen van de leerlingen kunnen beschreven worden en soms gemeten. Leerlingen krijgen cijfers, beoordelingen in woorden, rapporten of takenboekjes worden afgetekend. Het systeem van toetsen en beoordelen behoort op schoolniveau en op vakniveau goed geregeld te zijn.

Het toetsen in de basisvorming verdient speciale aandacht. Het onderwijs is meer gericht op toepassing, vaardigheid en samenhang. Dus ook de toetsopgaven moeten deze kenmerken hebben. In vergelijking met vroeger wordt er bij toetsen in de basisvorming minder gerekend en minder feitenkennis gevraagd; er worden vaker vaardigheden getoetst. De opdrachten spelen zich af rond vragen uit het persoonlijk leven en de maatschappij.

Voor de vakken in de basisvorming worden er elk jaar toetsen door het Cito gemaakt. Deze toetsen worden door de overheid aan de scholen beschikbaar gesteld. De bedoeling is onder andere om:

- 1) docenten voorbeelden te laten zien van vernieuwde toetsen in de basisvorming.
- 2) landelijk gegevens te verzamelen over de effecten van de basisvorming
- 3) informatie te krijgen ten dienste van de herziening of bijstelling van de kerndoelen
- 4) een rol te spelen in de afsluiting van de basisvorming door de school
- 5) een rol te spelen bij de evaluatie van de basisvorming in de school

Om ervoor te zorgen dat er in het derde leerjaar niet een geweldig toetscircus ontstaat in de basisvorming is het van belang om een toetsplan te maken voor alle vakken van de basisvorming. In dit toetsplan zou natuur- en scheikunde bijvoorbeeld 15 lesuren kunnen vastleggen voor toetsing over de gehele periode van basisvorming. Van deze 15 lesuren zijn 5 lesuren voor de Cito-toetsen. Twee lesuren moeten als een blok zijn geroosterd voor de practicumtoets van Cito. Daarnaast zou in het toetsplan kunnen worden omschreven hoe leerlingen beoordelingen krijgen voor het normale werken in de klas: huiswerk, practica, werkstukken, rapportages, onderzoekjes, exposities enzovoort.

2.5

Advies aan secties natuur- en scheikunde

Hierbij enkele suggesties om als sectie een stap in de goede richting te zetten:

- 1) Ga na waar je zwakke punten zitten en probeer daar iets aan te doen. Nascholing kan daarbij hulp bieden. Dat kan tegenwoordig in de vorm van maatwerk. Nascholing kost dan geen extra tijd maar spaart tijd. Je volgt niet een algemene cursus, maar je bespreekt tevoren met de nascholer waar de behoeften liggen en hoe daar passende hulp bij kan worden geboden. Maak een meerjarenplan en neem daar ook hulpvragen, scholing en begeleiding in op.
- 2) Zorg voor een vernieuwing die gezamenlijk wordt gedragen. Het is natuurlijk van waarde als een eenling met onderwijsvernieuwing aan de gang gaat, maar het is van veel meer waarde als vernieuwing past in wat de sectie wil en wat de school wil.
- 3) Vorm een sectie voor het nieuwe vak natuur- en scheikunde in de basisvorming.
- 4) Klop als sectie bij de schoolleiding aan voor financiën, faciliteiten, adequate personele bezetting en goede en veilige arbeidsomstandigheden. Let hierbij op de meerjarenplanning van de school voor de personele inzet, budget en boekenfonds.
- 5) Onderbouw de vragen aan de schoolleiding met een eigen meerjarenplan, een activiteitenplan of vakwerkplan.

Opmerking:

Veelvuldig is te vernemen uit de kring van schoolleiders dat het niet ontbreekt aan de nodige gelden voor faciliteiten, maar dat het ontbreekt aan vragen van secties, die verbeteringen willen doorvoeren en daarvoor de nodige gelden willen hebben.

Bijvoorbeeld: In de basisvorming zijn meer doe-gerichte werkvormen en practicum noodzakelijk. Ontbreken daarvoor nog de nodige faciliteiten, dan maakt de sectie hiervan een speerpunt in de plannen. De sectie klopt aan bij de schoolleiding en vraagt om:

- een eigen budget
- een aangepaste groepsgrootte tijdens practica
- technische ondersteuning of taakuren voor de docenten
- begeleiding en nascholing in de vorm van maatwerk door hogescholen of een pedagogisch studiecentrum.

3

Natuur- en scheikunde voor alle leerlingen

3.1

De zorgbreedte

Het vak natuur- en scheikunde heeft een plaats gekregen in de vakken van de basisvorming. Dit betekent dat het vak voor alle leerlingen van belang is in verband met vervolgopleidingen, het functioneren in een beroep en de deelname aan de maatschappij. In onze complexe maatschappij is de basisschool alleen, niet meer voldoende als voorbereiding. Wat voor iedereen van belang is in de kerndoelen beschreven. De formulering van de kerndoelen is met opzet zeer globaal. Er is vrijheid voor de scholen om kerndoelen specifieker in te vullen. Dat geldt zowel de inhoud als het niveau. Het is dus de bedoeling dat leerlingen in het vwo in de basisvorming de kerndoelen krijgen aangeboden op het niveau dat ze aankunnen en uitdaagt. Evenzo moet de school bepalen hoe de kerndoelen moeten worden geïnterpreteerd voor het mavo en vbo. Om scholen, leerboekschrijvers en toetsontwikkelaars te helpen is er een interpretatie gepubliceerd in het boekje: *'Bouwstenen voor de basisvorming; een leerplan natuur- en scheikunde'*. Deze interpretatie wordt op dit moment breed gedragen. Ook het CITO gebruikt deze interpretatie voor de ontwikkeling van toetsen voor de basisvorming. Het is niet de bedoeling dat deze interpretatie scholen de vrijheid weer ontnemt om kijkend naar de eigen leerlingen een passende keuze te maken. Dat is zeker van belang waar het gaat om scholen voor leerlingen die extra zorg nodig hebben. Denk bijvoorbeeld aan ivbo en scholen voor vso. Denk ook aan scholen voor leerlingen die niet of slecht kunnen zien, niet of slecht kunnen horen of scholen voor leerlingen die op hulpmiddelen zijn aangewezen in verband met hun motoriek. Voor deze scholen is het noodzakelijk te bezien welke inhouden de kerndoelen precies krijgen voor hun leerlingen.

3.2

Jongens en meisjes

Vrijwel elke docent krijgt zowel jongens als meisjes in de klas. Het is uitdrukkelijk de bedoeling van de overheid, dat het onderwijs rekening houdt met dit gegeven. Besteedt een docent geen aandacht aan dit punt, dan ontstaan er al gauw ongewenste rolbevestigingen en stereotyperingen. Met name het vak natuurkunde heeft de naam om onvriendelijk voor meisjes te zijn.

Hoewel er veel onderzoek op dit punt wereldwijd heeft plaatsgevonden blijft de interpretatie van de onderzoeksgegevens een moeilijk punt. Vermoedelijk spelen de opvoeding, de ontwikkeling in de

vroege jeugd, de ouders, de sociale en maatschappelijke invloeden, de reclamewereld, de televisie een belangrijker rol dan de feitelijke lessen in natuur- en scheikunde! Dit is geen argument om alles bij het oude te laten. Integendeel: we hebben te maken met een feitelijk onrecht bij ons onderwijsaanbod. Dit onrecht leidt ertoe dat meisjes in grote getale steeds weer bevestigd zien dat ons vak niets voor hen is. Zo worden – vermoedelijk ten onrechte – loopbaanmogelijkheden op vroege leeftijd al afgesneden. Nog steeds kiezen meisjes minder vaak exacte vakken. De periode van basisvorming en de inhoud van de kerndoelen bieden docenten handvatten om een eigen kleine bijdrage te leveren aan dit maatschappelijk probleem. Hieronder volgen enkele tips om het onderwijs aantrekkelijker te maken voor zowel jongens als meisjes:

- 1) Geef de mens een centralere rol in het onderwijs. Het vak natuur- en scheikunde is een vak van, voor en door mensen. Laat dat meer zien door mensen te laten figureren in voorbeelden en toepassingen van de leerstof. Zorg bijvoorbeeld voor afbeeldingen waar mensen op voorkomen, die iets doen, dat met natuur- en scheikunde te maken heeft. Maak een selectie waarbij zowel mannen als vrouwen voorkomen. Denk bijvoorbeeld aan posters in het lokaal of een stel sheets.
- 2) Laat vaker merken wat het nut is van natuur- en scheikunde voor de maatschappij. Ons vak heeft in dat opzicht een grote betekenis, maar we praten er te weinig over.
- 3) Schenk aandacht aan natuur- en scheikunde in de beroepenwereld. Laat beroepsbeoefenaren door leerlingen interviewen. Organiseer een excursie naar een werkplek waar mensen met natuur- en scheikunde bezig zijn. Misschien kan een beroepsbeoefenaar eens in de klas komen om te vertellen over zijn of haar werk.
- 4) Vermijd het bevestigen van stereotyperingen. Bijvoorbeeld: chirurgen zijn altijd mannen, vrouwen zorgen voor de kinderen, vrouwen zijn niet technisch, vrouwen interesseren zich niet voor elektriciteit, mannen gaan buitenshuis naar het werk enzovoort.
- 5) Kies afbeeldingen, verhalen en voorbeelden zo, dat vrouwen een zelfstandige functie erin hebben. Vermijd bijvoorbeeld afbeeldingen waarop vrouwen slechts voorkomen als 'de vrouw van de uitvinder' of 'de moeder van dit kind'. Verdeel actieve, creatieve en probleemoplossende rollen gelijkelijk over mannen en vrouwen. Verdeel ook falen en succes gelijk.
- 6) Houd bij de keuze van onderwerpen rekening met de interesse van jongens en meisjes. Proeven waarbij het eigen lichaam een rol speelt scoren hoog. Bij begrippen kracht, druk, weerstand, volume, massa enzovoort kan de leerling lijfelijk ingeschakeld worden! Ook zijn natuurverschijnselen, aardbevingen, het weer, donder en bliksem interessante onderwerpen voor zowel jongens als meisjes.

Deze tips kunnen worden gebruikt in de lessen, maar ook bij de selectie van leermiddelen; met name de keuze van een nieuw leerboek.

Literatuur: NICL-studie, *Leermiddelen kiezen voor meisjes en jongens; handreikingen voor de vakken in de basisvorming*. SLO, 1992.

Leerlingen met andere culturele achtergronden

Het doel van het onderwijs in natuur- en scheikunde in de basisvorming is dat leerlingen zich leren oriënteren in hun leefwereld met behulp van natuurwetenschappelijke vaardigheden. Die leefwereld is de afgelopen jaren steeds multicultureler van aard geworden. Wat op school aan de orde komt is vaak nog sterk gestuurd door een uitsluitend westerse culturele achtergrond. Een meer mondiale aanpak biedt aandacht voor andere culturen en geeft alle leerlingen aanknopingspunten bij het leren. Ook draagt zo'n aanpak bij vooroordelen te voorkomen.

Sommige scholen tellen leerlingen van 50 verschillende nationaliteiten of worden voor meer dan 90% bezocht door allochtone leerlingen. Het spreekt vanzelf dat hier schoolbreed extra zorg nodig is.

Een specifieke taak van de docent is ervoor te zorgen dat de kerndoelen ook bij deze leerlingen uit de verf komen. In sommige gevallen is dit onmogelijk. Bijvoorbeeld op scholen die via een ISK de allernoodzakelijkste opvang verzorgen! Praten over de kerndoelen van de basisvorming lijkt soms een luxe opstelling die niet gerealiseerd kan worden. Dergelijke scholen hebben behoefte aan een aparte benadering en een eigen aanpak.

We moeten ons in dit verband ook goed realiseren dat het niet alleen gaat om de allochtone leerlingen, maar ook om de autochtonen die immers mede hun bijdrage moeten leveren aan de multiculturele samenleving waarin wij leven. In de algemene doelstellingen van de basisvorming voor natuur- en scheikunde staat hierover een formulering: 'Het verwerven van kennis en inzicht in toepassingen van natuur- en scheikundige kennis in techniek en technologie, mede in historisch en mondiaal perspectief.'

Met enkele tips geven we dit doel wat aangrijpingspunten:

- 1) Wees attent op talige problemen bij leerlingen. Geeft iemand een fout antwoord, dan kan de formulering van het antwoord fout zijn. Misschien was de leerstof wel begrepen. Ook kan het antwoord fout zijn doordat de vraag verkeerd was begrepen. Tenslotte kan ook het onderwijs verkeerd zijn verstaan. Een docent gaat er soms al snel van uit dat het geleerde niet is begrepen. Kennis van gewone woorden schiet bij allochtonen soms te kort. Doordat het onderwijs tegenwoordig meer in contexten wordt aangeboden is het taalprobleem in de natuur- en scheikundeles groter geworden. Dat geldt ook voor de autochtone leerlingen. Tijdens de begeleiding van de leerlingen is de docent nu vaker een docent die taalonderwijs geeft!
- 2) Laat zien dat wetenschap en techniek zich hebben ontwikkeld met bijdragen van veel mensen uit veel continenten. Ontwikkelingen hebben vaak een uitgebreide historie; laat daar iets van zien. Pak niet de draad pas beet waar ons eigen land in beeld komt!

- 3) Laat ook vaker zien dat wetenschap en techniek ook buiten onze grenzen en buiten ons continent worden toegepast. Auto's rijden er niet alleen op onze wegen, elektrische voorzieningen zijn er ook in andere werelddelen.
De docent kan met dit punt rekening houden tijdens de lessen. Zeker is het belangrijk hierop te letten bij de keuze van een nieuw leerboek.
- 4) Wees voorzichtig met woorden als primitief, onderontwikkeld, arm en rijk.
- 5) Gebruik vaker de krant in de les. Zo richt de aandacht van de leerlingen zich tijdens de les wat verder dan alleen het klaslokaal en ons eigen land.

4

Stoffen en materialen in huis



Domein B van de kerndoelen heet *Stoffen en materialen in huis*. Daarbij ligt de nadruk op het verband tussen het gebruik van voorwerpen en materialen in huis en de fysische en chemische eigenschappen van de stoffen, waar die materialen en voorwerpen van zijn gemaakt.

Er zijn drie subdomeinen:

- Gebruik van water
- Reinigingsmiddelen en cosmetica
- Gebruik van materialen en produkten.

In dit hoofdstuk komen alleen de laatste twee aan de orde, ieder in de vorm van twee voorbeeldlessen.

Bij de lessen die passen bij *Reinigingsmiddelen en cosmetica* wordt ingegaan op practicum en wat daarmee samenhangt en consumenteneducatie.

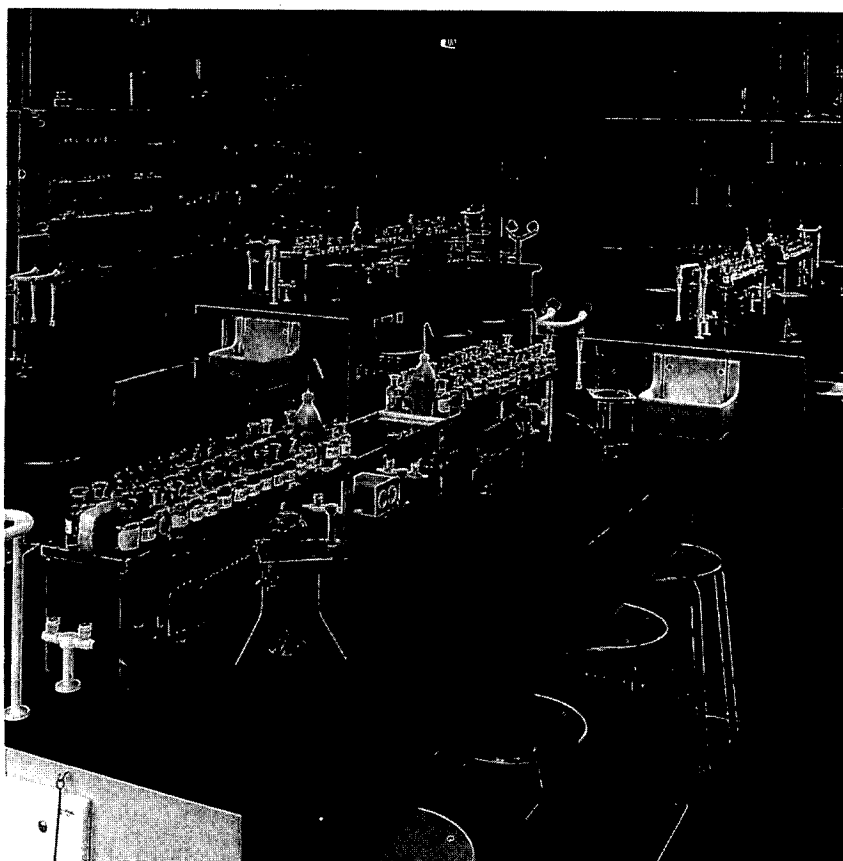
De twee lessen die passen bij het subdomein *Gebruik van materialen en produkten* geven achtergrondinformatie over milieueducatie, bordgebruik en de vaardigheid in keuzesituaties een beargumenteerde mening te geven.

4.1

Practicum

Het uitvoeren van proeven is wezenlijk voor natuur- en scheikunde. We vinden dit terug in de kerndoelen. Daar staat: 'leerlingen moeten experimenten voorbereiden en uitvoeren en vervolgens de resultaten verwerken'. En in de algemene doelstellingen wordt gesproken van 'onderzoeksvaardigheden', 'de methode om problemen aan te pakken in de natuurwetenschappen' en als praktische vaardigheid 'veilig omgaan met materialen en instrumenten'.

Dat zijn pittige eisen. We zijn er dus niet met incidenteel een proefje doen.



Practicum eist investering in geld: een goed ingericht lokaal met voldoende materiaal waarin veilig kan worden gewerkt. Practicum eist ook investering in tijd: het lokaal moet goed ingericht blijven, er moet worden voorbereid en opgeruimd, leerlingen moeten worden geïnstrueerd. Deze investeringen zijn de moeite waard, want het practicum is motiverend voor leerlingen: ze begrijpen en onthouden de leerstof beter. Bovendien geeft het doen van proeven de leerlingen een beter beeld van het vak. De vakken natuur- en scheikunde hebben zich vooral kunnen ontwikkelen dankzij experimenten. Bijna alle natuurwetenschappelijke kennis is immers met behulp van proeven tot stand gekomen.

Ook in het onderwijs kunnen proeven een belangrijke bijdrage leveren in het aanleren van kennis. Maar het hoeft niet alleen te gaan om kennis. Het practicum kan ook andere doelen dienen. Enkele voorbeelden:

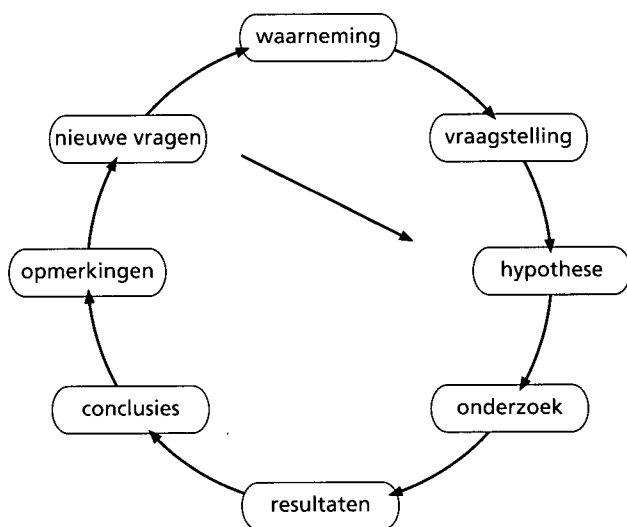
- de motivatie verhogen: proeven doen omdat het leuk is, een mooie spectaculaire proef trekt de aandacht.
- bepaalde vaardigheden aanleren, wel aangeduid met het *handvaardigheidspracticum*. Een voorbeeld is leren omgaan met een

brander, aflezen van een meetinstrument, of op de juiste manier titreren. Bij dit type practicum staat het aanleren van routines voorop.

- inzicht verwerven: leerlingen via uitgekende proeven confronteren met verschijnselen waar verband tussen moet worden gezocht, waardoor een bepaalde theorie of een begrip kan worden opgebouwd. Dit heet een *begripspracticum*.
- verifiëren van de 'theorie': door middel van proeven laten zien dat wat eerder behandeld is klopt. We spreken van een *illustratief practicum*. Er is sprake van verschijnselen die in verband gebracht kunnen worden met wat reeds bekend is
- leren samenwerken: groepswork
- de creativiteit ontwikkelen: zelf een proef bedenken om een praktisch probleem op te lossen.
- methoden en werkwijzen aanleren: leren meten, eerlijk vergelijken, meetgegevens overzichtelijk noteren en verwerken.

Het zelf bedenken en uitvoeren van een proef en daar vervolgens conclusies aan verbinden, staat bekend als *onderzoekspracticum*.

Hierbij is sprake van een systematische en cyclische methode om onderzoek op te zetten en uit te voeren.



Uiteraard hoeven bij het practicum in de basisvorming niet alle stappen consequent doorlopen te worden en zeker niet bij één proef. Wel is het goed bij iedere proef in de gaten te houden om welke vaardigheden het precies gaat.

Hoe practicum wordt uitgevoerd zal afhangen van wat je er mee bereiken wilt. Als leerlingen zelf een proef moeten ontwerpen moeten ze daarin enige vrijheid hebben. Er moet ruimte zijn voor eigen creativiteit. Maar als het gaat om het veilig leren verwarmen van een vloeistof dan zal er weinig speelruimte zijn en is de receptaanpak beter. In dit verband worden wel de termen 'open' (veel vrijheid) en 'gesloten' (weinig vrijheid) gehanteerd.

Verder kennen we de indeling: demonstratie, klassikaal, circuit en individueel practicum.

Bij een demonstratie doet één persoon, meestal de docent, de proef. De anderen, dat wil zeggen de leerlingen, kijken toe. Gewoonlijk is dit het geval bij dure, ingewikkelde of gevaarlijke proeven.

Bij het klassikale practicum doen alle leerlingen hetzelfde. Als er weinig spullen zijn dan biedt het circuitpracticum uitkomst. De leerlingen rouleren dan in groepjes langs verschillende (eenvoudige) opstellingen van proeven, die achtereenvolgens worden uitgevoerd. Je hebt dan weinig materiaal nodig en in korte tijd kan veel informatie aan bod komen.

Bij het individuele practicum heeft iedere leerling zijn of haar eigen onderzoekje. Dit type practicum is uiteraard pas mogelijk als leerlingen al enigszins ervaren zijn in het practicum doen. Op veel scholen is dit de werkwijze bij het praktisch schoolonderzoek: ieder doet zijn/haar eigen onderzoekje en er is geen verband met wat anderen doen. Het individuele practicum kan ook als groepswork: alle proeven gaan over hetzelfde onderwerp, maar ieder doet wat anders. Na afloop worden dan alle resultaten gezamenlijk bekeken, opdat daar conclusies uit kunnen worden getrokken onder het motto: apart meten, samen weten.

Uit onderzoek blijkt dat practicum niet zonder meer leidt tot beter inzicht in theorie en begrippen. Dat is nog geen reden om practicum af te schaffen. Dat kan ook niet, want in de basisvorming zijn alle scholen verplicht iets aan practicum te doen. Positieve punten van practicum zijn dat het leidt tot meer motivatie (leerlingen vinden het leuk) en het beter kunnen omgaan met apparatuur o.a. meettechnieken. Vaardigheden komen bij het practicum dus goed uit de verf. Maar het leren van theorie kan ook. Het probleem is dat practicum tijdrovend is. Dus bestaat bij docenten de neiging snel resultaat te willen boeken: proeven mogen niet mislukken. Het gevolg is dat leerlingen vaak te snel worden gecorrigeerd als iets fout dreigt te gaan. Ook eventuele vragen van leerlingen over de proef worden vlot beantwoord. Leerlingen krijgen dan de kans niet om na te denken en worden bovendien gemakzuchtig: 'de docent zal wel vertellen waar het om gaat'. Het is beter niet te veel te verklappen en terughoudend te zijn. Een goede tegenvraag op een vraag van een leerling is daarom 'wat denk je er zelf van?' Leerlingen moeten immers zelf het antwoord zien te vinden. Spreek leerlingen daar ook op aan en sta niet toe dat leerlingen maar wat 'aanrotzooien' zonder te weten waar ze mee bezig zijn. Dat kan door als docent de leerlingen te bevragen:

- waar ben je mee bezig?
- waarom doe je dat?
- wat heb je gevonden/ontdekt?
- wat denk je dat er zal gebeuren?
- waarom denk je dat?
- wat wil je hierna doen?
- hoe ga je dat doen?
- wat wil je onderzoeken?

Uiteraard moet een proef wel zo zijn ingericht dat leerlingen kunnen snappen waarom ze de proef doen en wat er na afloop van ze verwacht wordt.

Meer tips in verband met het doen van practicum zijn te vinden in het NVON-maandblad, 18e jaargang, nr 4, april 1993: *Leerlingen-practicum in de bavo*, auteur Peter van Aalten.

Volgens kerndoel 1 moeten leerlingen leren om experimenten voor te bereiden, uit te voeren en de resultaten ervan te verwerken. Het toetsen hoever leerlingen hiermee zijn gekomen kan op verschillende manieren. Het voorbereiden van een experiment kan in de vorm van huiswerk. Suggesties voor vragen zijn:

- schrijf de vraag op die je kunt beantwoorden na afloop van de proef
- wat moet je doen om te zorgen dat (bijvoorbeeld de vloeistof niet gaat spatten)?
- hoe weet je na afloop dat de proef is gelukt?
- wat moet je na afloop doen met de gebruikte spullen?

Dit type vragen kan onderdeel zijn van een schriftelijke toets.

Het op een systematische manier toetsen van de vaardigheid in het uitvoeren van proeven is veel lastiger. Het stelt onmogelijke eisen aan de docent alle leerlingen te volgen, de observaties te noteren en dat vervolgens te wegen in een beoordeling. Dit wordt al gauw een subjectieve bezigheid. Toch is het nuttig iets aan toetsing te doen al was het alleen maar om alert te blijven op het rendement van het practicum en dat leerlingen zien dat hun practicumactiviteiten serieus worden genomen. Bovendien hebben ze er recht op te weten hoe goed/slecht ze het doen. Beperking tot observeren van één belangrijk geacht onderdeel van een practicum (bijvoorbeeld het op correcte manier aansteken van de brander), en van te voren aankondigen dat dit gaat gebeuren, is goed uitvoerbaar. Een tip is ook het op orde houden van de practicumspullen en opruimen daarvan in de beoordeling mee te nemen. Het maakt deel uit van veilig en verantwoord omgaan met materialen, een belangrijk algemeen kerndoel. Bovendien betekent het dat je als docent minder te doen hebt in organisatorisch opzicht.

Om de verwerking van practicumresultaten te toetsen zijn practicumverslagen een goed hulpmiddel. Geef leerlingen zeker in het begin steun met tabellen die kunnen worden ingevuld en vragen die moeten worden beantwoord. De vaardigheid om zelf gegevens te ordenen en conclusies te formuleren kan ook apart worden getoetst bij een proefwerk.

In ieder geval moet voor de leerlingen duidelijk zijn waarop ze worden beoordeeld. Docenten die vertrouwd zijn met een praktisch schoolonderzoek gebruiken vaak een checklist, die gewoonlijk ook bij de leerlingen bekend is.

Een voorbeeld:

	Criteria	Punten
VOORBEREIDING	doel van de proef aangeven	
	keuze van de spullen	
	kwaliteit werkplan/onderzoeksvraag	
UITVOERING	proefopstelling	
	waarnemingen	
	snelheid	
	veiligheid	
	netheid/opruimen	
VERWERKING	gegevens weergeven (tabel, grafiek)	
	berekeningen	
	conclusies, verklaringen	
	nagesprek	
	Totaal	

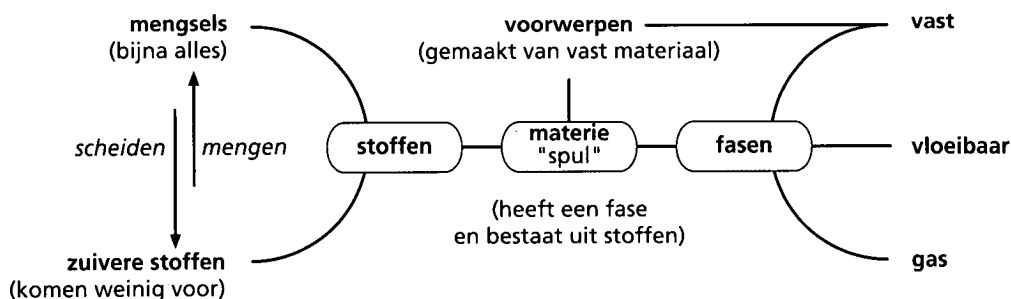
Goede tips over practicum en het toetsen daarvan zijn te vinden in NVOX, juli 1994, 19e jaargang, nr 6: *Practicum: leren ze er wat van?*, auteurs Ed van den Berg & Jaap Buning. Tenslotte mogen de practicumtoetsen, die het CITO ontwikkeld heeft niet onvermeld blijven. Deze zijn er in allerlei gradaties.

4.2

Begrippen-netwerk rond stoffen en materialen in huis

In huis en elders wordt gebruik gemaakt van een grote verscheidenheid aan materialen en (gebruiks)voorwerpen. Het is lastig hier enige ordening in aan te brengen en zeker voor leerlingen. Zij maken aanvankelijk op jonge leeftijd helemaal geen onderscheid tussen voorwerpen en het materiaal waaruit het gemaakt is. Als ze een jaar of elf zijn is dit besef meestal wel aanwezig, maar dan nog wordt materiaal alleen gezien als 'spul' waar je iets van kan maken. Daarbij wordt dus geen koppeling gelegd met de stoffen waaruit de materialen kunnen zijn samengesteld en vloeistoffen en gassen vallen er al helemaal buiten. In het dagelijks leven behoren materialen tot de vaste stoffen en dit betekent dat vloeistoffen zoals drinkwater, vloeibare reinigingsmiddelen en vloeibare levensmiddelen, en gassen zoals aardgas door leken niet worden opgevat als 'materiaal'. In feite moet hier onderscheid gemaakt

worden tussen materie (alles wat massa heeft) en materiaal (alles waar je wat van kunt maken), maar dat is voor leerlingen heel subtiel. Gassen zijn so wie so een buitenbeentje, je kunt ze immers niet 'voelen'. Voor leerlingen blijft heel lang gelden dat materie 'ruimte' inneemt en daar horen gassen dus niet bij. Gassen vinden ze dus geen stoffen en de Nederlandse taal bevordert deze misvatting. Immers, een vloeistof is een stof en een vaste stof ook, de naam zegt het al, maar een gas dus niet. Een apart probleem is het begrijpen van het onderscheid tussen een zuivere stof (één stof) en een mengsel (twee of meer stoffen samen). In het dagelijks leven kom je eigenlijk nooit zuivere stoffen tegen. Dat maakt het lastig zich er een voorstelling van te maken en aan de buitenkant kun je ook niet zien of een stof zuiver is of een mengsel. In geval van een pak koffie (mengsel) en een pak suiker (zuivere stof) is er voor leerlingen sprake van op het oog vergelijkbare 'stoffen' en dat geldt evenzeer voor de metalen koper (zuiver) en messing (mengsel) of de vloeistoffen water (zuiver) en azijn (mengsel). Daarnaast is het lastig om te begrijpen wat een zuivere stof is doordat het woord zuiver in het dagelijks leven iets anders betekent dan in de scheikunde. Als je met een klas tijdens een excursie bij de waterzuivering hoort dat het water gezuiverd wordt door er stoffen aan toe te voegen, dan is dat wel even slikken.

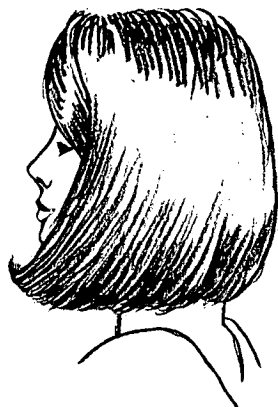


Al met al is het aanbrengen van een goed stofbegrip niet eenvoudig en het heeft tijd nodig om leerlingen te laten wennen aan de natuurwetenschappelijke benadering waarbij voorwerpen bestaan uit stoffen, die op allerlei manieren kunnen zijn samengesteld en die bovendien blijken te zijn opgebouwd uit deeltjes. Het is beter bij het leerproces in eerste instantie uit te gaan van de ervaringen van de leerlingen.

Een mogelijkheid is te letten op eigenschappen. Je kijkt dan bijvoorbeeld naar de eigenschappen van voorwerpen en materialen. Daarbij valt te denken aan:

- brandbaarheid; wat kan branden?
- hechtend vermogen
- (mechanische) sterkte
- oplosbaarheid (vooral in water)
- smeltpunt
- geleidbaarheid voor warmte en/of stroom

Kennis van alle stadia draagt bij aan het maken van beargumenteerde keuzen voor het al dan niet gebruiken van voorwerpen of materialen. We zijn hier op het terrein waar natuurkunde, scheikunde, consumenteneducatie en milieueducatie elkaar ontmoeten. Iets hiervan komt terug in de beide voorbeeldlessen 3 en 4, die gaan over het gebruik van glas.



Centraal staat de vraag hoe een kleurstof hecht aan het haar bij verven of kleurspoeling. Met een demonstratieproef wordt deze vraag aan de orde gesteld, en in een leerlingenproef nader onderzocht. Bij het practicum wordt niet alleen gewerkt met practicumspullen van school. Er wordt ook materiaal van thuis gebruikt. Tijdens het practicum is er een taakverdeling: groepjes leerlingen doen verschillende opdrachten.

In deze les gaat het erom dat een kleurstof alleen meestal niet in staat is om haar te verven. Eerst moet de structuur van de te verven haren worden veranderd. Dat gebeurt met beitsmiddelen waardoor de kleurstoffen beter hechten en bovendien allerlei kleurnuances kunnen worden verkregen.

De context haarverzorging en -verfraaiing past in het subdomein reinigingsmiddelen en cosmetica. Er wordt een relatie gelegd tussen natuurkundige en scheikundige kennis en vaardigheden en de praktijk van het kappersberoep.

Lesschema: Haar verven

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
15'	– vertellen wat ze weten over verven van haar. – beschrijven hun waarnemingen bij de demonstratieproef.	– laat voorbeelden zien van geverfd haar. – doet de demonstratieproef	– foto's uit tijdschriften, video-fragment o.i.d. – practicumspullen
20'	– voeren de leerlingproef uit.	– verdeelt de taken bij de leerlingproef.	– practicumspullen
10'	– presenteren de resultaten met verschillende beitsmiddelen.	– vertelt hoe ammonia en beitsmiddel inwerken op de structuur van haar en invloed hebben op de kleurhechting.	– vel papier met de verschillende plukken geverfd haar erop geplakt. – tekening van de structuur van een vergrote haar op transparant.
5'	– noteren het huiswerk.	– geeft huiswerk op: verslag maken van de proef.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

- kleurstof (meekrap)
- brander, gaasje, driepoot
- thermometer
- diverse bekgelazen
- filter (eventueel met afzuigkolf)
- chemicaliën: geconcentreerde ammonia, aluin, magnesiumsulfaat, calciumchloride, Mohr's zout, ijzer(III)nitraat, 2% waterstofperoxide.
- haar

Koop bij een (ouderwetse) drogist meekrapwortel. Is er geen geschikte drogist in de buurt dan biedt Jacob Hooy in Amsterdam (020-6243041) uitkomst. De prijs van meekrapwortel is ongeveer f 5,00 per 100 gram. Het is meestal in de vorm van kleine brokjes. Breng voor het maken van ca. 100 ml 'kleur'oplossing 2,5 g meekrapwortel in 100 ml water, en laat het een nacht staan. Laat 30 minuten zachtjes koken. Schenk de bovenstaande vloeistof af door een filter, liefst onder afzuiging. Laat zo weinig mogelijk geleiachtig materiaal in het filter komen.

Voor de demonstratieproef:

- verdun 20 ml geconcentreerde ammonia met water tot 50 ml
- los 5 g aluin ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) op in 200 ml water
- ca 40 druppels meekrap-kleurstof

Voor de leerlingproef:

Haar:

Haal bij een kapper afvalhaar. Lichtblond en niet te kort. Te donker haar kan kort worden gebleekt in ca 2% waterstofperoxide bij 90 °C. Te lang bleken beschadigt het haar. Bij de meeste kappers wordt voor het knippen het haar gewassen. Als u zeker wilt weten dat er met schoon haar wordt gewerkt kunt u het afvalhaar wassen voor het practicum. Een alternatief voor afvalhaar zijn dunne draadjes van zijde of ruwe wol (ook eiwitvezels), maar het effect van de proef is minder goed te zien.

Maak voor de leerlingen plukjes haar met een losse knoop er in.

Verdunde ammonia:

1 ml gec. ammonia in 20 ml water.

Beitsstoffen (opgelost):

Aluin	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	2,5 g per 100 ml water.
Magnesiumsulfaat	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,3 g per 100 ml water.
Calciumchloride	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,2 g per 100 ml water.
Mohr's zout	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2,1 g per 100 ml water.
Ijzer(III)nitraat	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	2,1 g per 100 ml water.

Er zijn aan de leerlingproef geen gezondheidsrisico's verbonden. Wijs leerlingen er wel op dat huid, nagels en kleren ook geverfd

kunnen worden, want ze zijn gemaakt van materiaal dat 'familie' van haar is. Dus is het vervelend als een bekersglas met warme kleurstof-oplossing omvalt, zeker als daarbij huid en kleren met de vloeistof in contact komen. Mocht dit onverhoopt toch gebeuren, dan biedt (af)spoelen met veel water uitkomst.

4.1 Materiaal-organisatie bij practicum

Bij een practicum werken leerlingen met stoffen en materialen die vaker worden gebruikt en met spullen die speciaal voor dat practicum nodig zijn. Tot de eerste groep horen bij dit practicum de bekersglazen, de branders met toebehoren, de thermometers en het papier om te drogen. Misschien ook de verdunde ammonia. Zorg er voor dat leerlingen weten waar ze dit alles in de klas kunnen vinden. Het is ongewenst als de docent tijdens de les materiaal-boer is of na de les staat schoon te maken en op te ruimen. Dat is verlies van kostbare docententijd. Leerlingen moeten leren hoe om te gaan met practicumspullen en daartoe behoort ook de verantwoording voor schoonmaken en opruimen. Het (zonder dringen) opbergen van spullen gaat het best als één soort materiaal op gelijke hoogte op schappen staat, maar niet op een kluitje bij elkaar. Voor het transport van speciale stoffen en materialen (de tweede groep) zijn verrijdbare karretjes handig.

- i** Meekrap is een plantaardige kleurstof afkomstig van de meekrapplant. Tot ver in de 19e eeuw werd meekrap veel in Nederland geteeld. Na de introductie van de synthetische kleurstoffen was dat gauw over. Interessante lectuur voor het onderwijs over deze materie biedt het boekje *Chemie en samenleving: van kleurstof tot kunstmest*, een uitgave van Natuur & Techniek (1986).

Ammonia is een hulpstof bij het verfproces. Het opent de haarwand (cuticula). De kleurstof kan nu binnendringen en hechten aan de haarcellen (cortex). Haarverven zonder ammonia bevatten geringe hoeveelheden natriumhydroxide of kaliumhydroxide: de haarwand wordt aangetast door vloeistof die enigszins basisch is. De directe hechting tussen haarcellen en kleurstof is vaak minder goed. Beitsstoffen bieden dan uitkomst. Hun structuur is zodanig, dat ze zowel aan de haarcellen als de kleurstof hechten. Voor het beitsen worden oplossingen gebruikt van verschillende zouten. Beitsstoffen hebben ook invloed op de kleur. Met behulp van beitsstoffen kun je dus kleurnuances aanbrengen.

Lesverloop

START De les start door samen met de klas te praten over haarkleur. Welke redenen zijn er voor mensen om hun haar te verven? Vragen die daar op volgen zijn: hoe kun je haar verven? Hoe komt de verfkleur in het haar? Hoe blijft die kleur in het haar en hoe verdwijnt hij tenslotte weer? Leerlingen vertellen wat ze hierover weten. De docent vertelt dat deze les gaat over het hechten van de kleurstof aan het haar, en voert vervolgens de demonstratieproef uit.

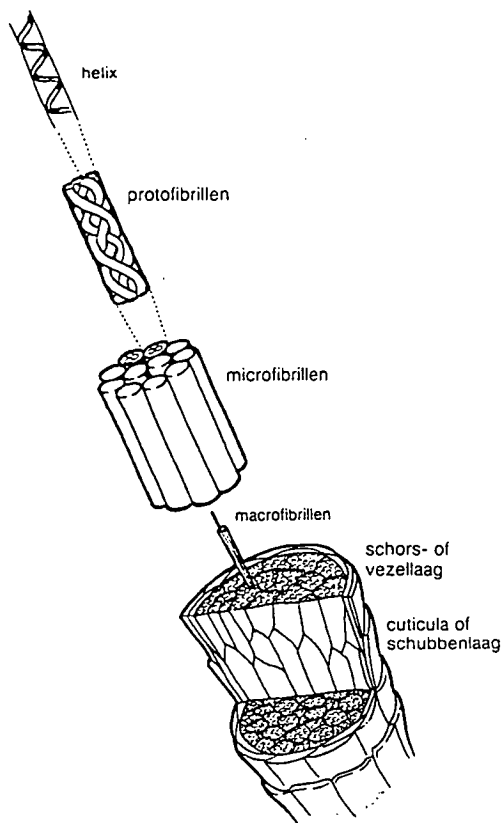
VOORTGANG Deze verloopt als volgt:
 Aan de 200 ml aluinoplossing worden 40 druppels kleurstof toegevoegd. Het mengsel wordt even geroerd, waarna 50 ml ammonia wordt toegevoegd. Er ontstaan vlokken van aluminiumhydroxide. Het mengsel wordt weer even geroerd.
 De docent vraagt de klas om te kijken wat er met de vlokken gebeurt, en waar de kleur blijft. Na ca 3 minuten is duidelijk te zien (kijkafstand liefst niet meer dan ca 3 meter) dat de vlokken bezinken, en dat de kleur uit de vloeistof en in de vlokken is gegaan. Afronden met de conclusie dat de kleurstof oplosbaar is in water en goed hecht aan de vlokken.

VERWERKING Vervolgens wordt instructie gegeven voor de leerlingproef. Een beschrijving daarvan is op pagina 35 en 36 apart als werkblad toegevoegd. Leerlingen gaan proberen het haar te verven op twee manieren:

- alleen met de (opgeloste) kleurstof
 - met de kleurstof en twee hulpstoffen: ammonia en een zogenaamde beitsstof.
- (In de vloeistof waar de demonstratieproef mee begon zat ook zo'n beitsstof: aluin).

Leerlingen letten op hoe goed het haar kleurt en welke kleur het haar krijgt. Elk tweetal leerlingen krijgt een verschillende beitsstof. Na afloop van de proef wordt het geverfde haar van alle proeven met plakband op een groot vel papier geplakt dat aan de muur hangt. Het nog niet ingevulde papier ziet er bijvoorbeeld zo uit:

alleen met kleurstof			met ammonia en beitsstof			
						met aluminium beits
						met magnesium beits
						met calcium beits
						met 1e ijzer beits
						met 2e ijzer beits



Behalve het plakken van het gekleurde haar moeten ook de namen van de kleuren (zie vraag a van het werkblad) er bij worden geschreven. Om vraag c goed te kunnen beantwoorden laat de docent na afloop van de proef een tekening zien van een vergrote haar en vertelt dat ammonia de haarwand kapot maakt. Daardoor kan de beitsstof binnendringen in het haar en zich daar vasthechten. Vervolgens hecht de kleurstof zich aan de beitsstof. De haarkleur wordt bepaald door de combinatie van oorspronkelijke haarkleur, beitsstof en kleurstof. Wees er overigens op bedacht dat sommige leerlingen ammonia kennen als schoonmaakmiddel en daardoor de volgende gedachtengang kunnen hebben: je gebruikt ammonia; dat is om het haar schoon te maken; kennelijk kun je alleen schoon haar verven. Huiswerk is het schrijven van een verslag over de proef en het (af)maken van de vragen a, b en c.

4.2 Veilig practicum

Om veilig scheikunde-practicum te kunnen doen is allereerst nodig dat het lokaal voldoet aan een aantal inrichtingseisen. Deze eisen staan in blad P171-1 van de arbeidsinspectie: vaklokalen en theorievaklokalen scheikunde. In dit P-blad staat ook een overzicht van beperkingen die gelden voor het gebruik door leerlingen van een aantal chemicaliën. De Vakgroep Chemiedidactiek van de Universiteit Utrecht en de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie hebben in het boek *VEILIG PRACTICUM* richtlijnen gegeven voor het gebruik van veel chemicaliën in de classesituatie. Maak leerlingen bewust van mogelijke risico's die zijn verbonden aan het doen van scheikunde-practicum, zonder onnodige angst aan te jagen. Doe dit concreet, dus geen algemeenheden, maar gerichte informatie, die slaat op de proef, die moet worden gedaan. Wijs bijvoorbeeld bij het haren verven er op dat ook huid en kleren geleverd kunnen worden; en vraag leerlingen hoe ze de kans op het omvallen van een bekersglas met kleurstof zo klein mogelijk kunnen maken.

Bij de uitrusting van het practicumlokaal horen ook veiligheidsbrillen en laboratoriumjassen. Geef duidelijk aan wanneer deze moeten worden gedragen. Dit is in elk geval nodig als vloeistoffen worden verwarmd met een brander.

Het boek *Veilig Practicum* is te bestellen bij de VNCI in Leidschendam (070-3209233). De normale prijs is f 175,-, scholen betalen slechts f 50,-, exclusief BTW en verzendkosten.

Suggesties voor vervolg

In les 2 gaat onderzocht worden hoe het geverfde haar zich houdt bij wassen. Maar er zijn ook andere mogelijkheden voor een vervolg. De invloed van bleekmiddelen kan bekeken worden. Ook kan met textiel en textielverf geëxperimenteerd worden. Verder zijn er natuurlijke en synthetische verfstoffen. Die kunnen worden uitgetest, wat interessante discussies kan opleveren over de voor- en nadelen van ieder. Daarbij spelen allerlei aspecten een rol: gezondheid (denk aan kapperseczeem), intensiteit en houdbaarheid van de kleur, prijs, milieuvriendelijkheid ('groene' haarcosmetica).

Bronnen

Winkler Prins Encyclopedie, Elsevier.

L. Molenaar en P. Kooiman, *Chemie en samenleving: van kleurstof tot kunst-mest*, Natuur en Techniek, 1986, pg 39-41.

Lucas Reijnders e.a., *Cosmetica in Nederland – een ontmaskering*, Van Gennep, 1975.

Kapotte handen door krullen en blonderen, Chemie Aktueel 9, mei 1992, pg 28-31 en 60-67.

M. White, *Modekleuren* (kijk op wetenschap), Natuur en Techniek 11, november 1992.

VNCI en CDβ, *Veilig Practicum*, 1993.

1

Haar verven

Je gaat haar verven. We onderzoeken hoe je dat het beste kunt doen.
 Voor het verven gebruiken we een kleurstof.
 Die kleurstof komt van de wortel van meekrap, dat is een plantje.
 Het is dus een natuurlijke kleurstof.

Wat heb je nodig?

- bekerglas met (opgeloste) kleurstof
- brander, driepoot en gaasje
- thermometer
- twee plukjes haar
- horloge met secondewijzer
- pincet
- stukje keukenrol (om het haar te drogen)
- ammonia
- (opgeloste) beitsstof

Het haar verven gaat op twee manieren

1 eerst alleen met de kleurstof.

- 2 • eerst het haar in ammonia en beitsstof
 • daarna kleurstof erbij

Je werkt met z'n tweeën.

Ieder tweetal krijgt verschillende beitsstoffen.

Ga te werk volgens het stripverhaal.

Beantwoord daarna de volgende vragen.

- a Bekijk na afloop je geverfde haren. Als het goed is zie je verschil.
- Welke kleur hebben je plukjes gekregen?
 Schrijf dit op.
 - Welk plukje is het beste gekleurd?

Plak het geverfde haar op het stuk papier aan de muur.

Let er op dat je het goede vakje neemt.

Gebruik plakband.

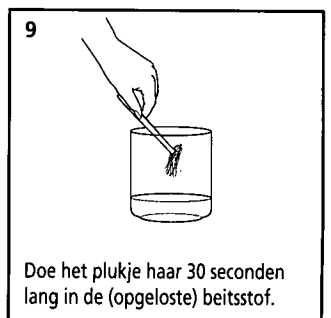
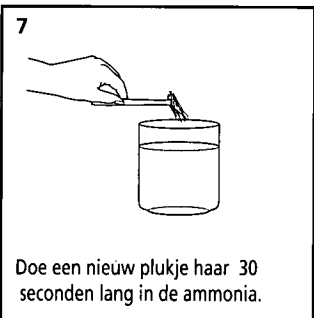
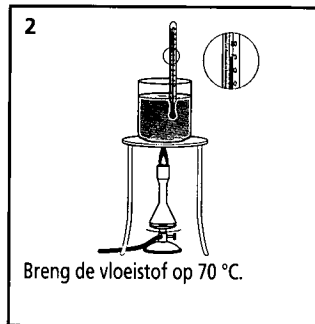
Schrijf bij ieder plukje ook de kleur.

- b Hebben de beitsstoffen invloed op de kleur?
 Maak een tabel om daar achter te komen.
 Doe dat zó:

Naam beitsstof	Kleur
..... enz.	

c Bekijk de tabel goed. Geef antwoord op de volgende vragen.

- Hoe zit de kleurstof aan het haar vast?
- Let ook op de verschillen:
- wat doet de ammonia?
- en wat doet de beitsstof?



De leerlingen gaan toepassen wat ze in les 1 hebben geleerd. Er wordt nagegaan hoe geverfd haar zijn natuurlijke kleur kan terugkrijgen. Leerlingen voorspellen wat er zal gebeuren als de geverfde plukjes haar worden gewassen met shampoo. Ze controleren hun voorspelling met een proef.

In deze les gaat het om een vergelijkend onderzoek naar de invloed van beitsmiddelen op de 'wasvastheid' van kleurstoffen in geverfde haren. Dit sluit aan op kerndoel 1.3: experimenten voorbereiden, uitvoeren en de resultaten ervan verwerken, inclusief een eigen onderzoekje.

Lesschema: Gekleurde haren wassen

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
10'	– huiswerkcontrole. – noemen manieren waarop de kleur uit geverfd haar verdwijnt.	– huiswerkcontrole. – vraagt manieren waarop kleur uit geverfd haar verdwijnt.	– het gemaakte proefverslag + huiswerk
30'	– voorspellen de uitkomst van de proef. – schrijven een proefopzet. – voeren de proef uit.	– controleert wat de leerlingen hebben opgeschreven en deelt het werkblad uit.	– practicumspullen
5'	– vergelijken de resultaten van de proef met hun voorspelling. – bespreken de verschillen tussen verven van haar en een kleurspoeling.	– bespreekt de verschillen tussen verven van haar en een kleurspoeling.	– gebruiksaanwijzing van een kleurspoeling (bijvoorbeeld op transparant).
5'	– noteren het huiswerk.	– geeft huiswerk op.	



De materialen die nodig zijn voor deze les staan aangegeven op het werkblad voor de leerlingen. Daarnaast is nodig

Shampoo: Koop een kleurloze shampoo en verdun deze met water ongeveer 50 x, bijvoorbeeld 20 ml aanvullen tot 1 liter.

Haar: Gebruik het geverfde haar uit de vorige les.

- i** Bij een kleurspoeling zit de kleurstof op het haar. Dat laat zich tamelijk gemakkelijk door wassen met shampoo verwijderen: shampoo werkt 'oppervlakkig'. Door ammonia wordt de buitenste laag van haren aangetast, waardoor beits in het haar kan doordringen. De kleurstof hecht zich vervolgens aan de beits. Nu is de kleurstof veel moeilijker te verwijderen met shampoo. Dit verklaart waarom je de 'spoeling' wel uit je haar kan wassen en de 'verf' niet. Er zijn haarverven en -spoelingen zonder ammonia. Op verpakkingen staat niet vermeld welke stof de rol van ammonia overneemt.

Lesverloop

- START** De les begint met nog eens de proefresultaten van de vorige les door te nemen en te kijken wat iedereen als antwoord op de vragen a, b en c heeft opgeschreven. Vervolgens wordt ingegaan op mogelijk manieren om de kleur van geverfd haar te laten verdwijnen. Wat hebben de leerlingen voor suggesties? De docent komt zo nodig met de vraag wat er zal gebeuren als je gaat wassen met shampoo. De voorspellingen van leerlingen worden verzameld. In tweetallen schrijven leerlingen op hoe ze hun voorspelling met een proef kunnen controleren. Ze moeten de werkwijze, de benodigde materialen en de verwachte uitkomsten noteren.
- VOORTGANG** De docent controleert (vluchtig) het resultaat van deze opdracht, en geeft aan ieder tweetal de beschrijving van hoe de proef vervolgens in werkelijkheid dient te worden uitgevoerd.

2

Haren wassen

In de vorige les heb je haar geverfd.

Je gaat dat haar nu wassen.

Wat denk je: zal de kleur weer verdwijnen of niet?

Schrijf dit op. Dit is je voorspelling!

Je gaan onderzoeken of je voorspelling klopt.

Wat heb je nodig?

- shampoo in water
- brander, driepoot en gaasje
- thermometer
- de twee plukjes haar uit de vorige les
- horloge met secondewijzer
- pincet
- stukje keukenrol (om het haar te drogen)

Wat moet je doen?

- 1 Zet het bekersglas met shampoo in water op de driepoot met gaasje.
- 2 Verwarm met de brander tot 70 °C.
- 3 Doe de helft van het gebeitste haar in de shampoo.
- 4 Haal het haar er na 5 minuten uit. Gebruik een pincet.
- 5 Spoel af onder de kraan en droog het haar met een stukje keukenrol.
- 6 Leg het haar op een stukje papier.
Leg de andere helft van het gebeitste (ongewassen) haar er naast.

Nu gaan we verder met het ongebeitste haar.

- 7 Neem hiervan de helft en doe dit in de shampoo van 70 °C.
- 8 Haal het haar er na 5 minuten uit. Gebruik een pincet.
- 9 Spoel af onder de kraan en droog het haar met een stukje papier.
- 10 Leg het haar op een stukje papier.
Leg de andere helft van het ongebeitste (ongewassen) haar er naast.

Vergelijk de gewassen haren met de ongewassen haren.

Beantwoord de volgende vragen voor

het gebeitste haar en

het ongebeitste haar.

- a Is de kleur veranderd door het wassen?
Is de shampoo bij het wassen gekleurd?
Klopt dat met je voorspelling?
- b Je kunt haar verven en je kunt het een kleurspoeling geven.
Een kleurspoeling verdwijnt na een aantal malen wassen.
In de vorige les heb je haar op twee manieren geverfd.
Welke manier lijkt op verven en welke manier lijkt op kleurspoelen?
Schrijf je antwoord op en leg uit waarom dat zo is.

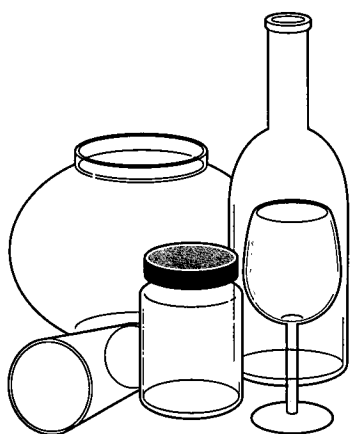
Na afloop van de proef beantwoorden de leerlingen vraag **a**. De docent laat de gebruiksaanwijzing zien van een kleurspoeling, en wijst op het verdwijnen van de kleur na een aantal malen was-sen. Dat betekent dus dat de kleurstof dan weer 'los laat'. Wees er op bedacht dat leerlingen de begrippen kleur, kleurstof en gekleur-de stof door elkaar zullen gebruiken. Maar in wezen gaat het om drie verschillende zaken. Ter afronding wordt opdracht **b** van het werkblad als huiswerk op-gegeven.

4.5 Consumenteneducatie

Consumenteneducatie heeft te maken met keuzen bij het aankopen, gebruiken en afdanken van produkten en diensten. Om zorgvuldig en verantwoord te kunnen kiezen moet je het nodige weten. Vaak bekommert men zich alleen om het gebruik van een produkt. Wat er nodig is om iets te maken en wat je na ge-bruik tenslotte overhoudt heeft minder interesse. Produktinformatie kan hier in het klein iets aan doen. Voor leerlingen denken we dan vooral aan de tekst op etiketten en verpakkingen. Als het goed is zullen de leerlingen na de twee les-sen over het verven van haar de tekst op de verpakking van een kleurspoeling met andere ogen lezen. Wat zit er in en waarom eigenlijk? Door gelijksoortige produkten te vergelijken wordt je je ook bewust van bestaande verschillen in prijs, gebruiksgemak en wat je na afloop overhoudt (afval). Dat alles helpt bij het maken van verantwoorde keuzen: wat koop je wel/niet en waarom? Consu-menteneducatie hoeft niet beperkt te blijven tot reinigingsmiddelen en cosme-tische produkten. Het kan om van alles gaan en ook het energieverbruik (kern-doel 6, 7 en 8) is een dankbaar onderwerp. Veel nuttige informatie is te vinden in *Consumenteneducatie in natuur- en scheikundeonderwijs* (1991), verkrijg-baar bij de SLO, auteur S. Nanning.

Suggesties voor vervolg

Bij les 1 is al aangegeven dat het werken met textiel en textielverf een geschikte vervolgactiviteit kan zijn. Daarnaast is shampoo een geschikt onderwerp. Het lespakket 'Mooi Schoon' (Uitgave SLO, 1992) geeft diverse suggesties. Het verschil in hechting van pot-llood en diverse soorten inkt op papier is goed te onderzoeken via papierchromatografieproefjes.



Iedereen gebruikt glas in de vorm van potten en flessen als verpakkingsmateriaal. Je brengt het terug naar de winkel (statiegeld) of je voert het af via de glasbak of het huisvuil. In de les komt aan de orde waar dat glas vandaan komt en waar het tenslotte weer terecht komt: de produktketen van fles-senglas.

In deze les is – vergeleken met de vorige lessen – sprake van een nieuw subdomein. De nadruk ligt op kerndoel 4.1: het verband leggen tussen eigenschappen en gebruik van produkten en materialen. Dit wordt toegespitst op het gebruik van glas. Leerlingen weten al het nodige van verpakkingsglas. Die kennis wordt geordend en uitgebreid door het opstellen van een produktketen. De productie van glas uit zand, kalk en soda wordt besproken. De verschillende manieren om met afvalglas om te gaan worden in de produktketen geplaatst.

Lesschema: Gebruik van glas

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
15'	– geven antwoorden.	– stelt vragen over glas-gebruik. – introduceert de kernvraag van de les.	– inventariseren op het bord.
20'	– geven voorbeelden van voorwerpen of materialen in de produktketen.	– geeft de voorlopige produktketen. – vertelt dat zand, soda en kalk nodig zijn voor het maken van glas.	– voorlopige produktketen. – zand, soda en kalk. – video-fragment.
10'	– breiden de produktketen voor en achter uit.	– vraagt om uitbreiding van de produktketen.	
5'	– noteren het huiswerk.	– geeft huiswerk op.	

- i** Gegevens uit het statistisch zakboekje laten zien, dat de hoeveelheid huishoudelijk glasafval door de invoering van de glasbak in Nederland drastisch is verminderd. Enige getallen:

jaar	kg glas (per inwoner per jaar)
1980	43,1
1985	24,7
1990	20,0
1993	21,3

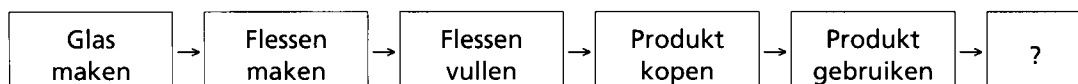
De cijfers laten zien dat we nu aan ons 'plafond' zitten. Door de toename van de totale hoeveelheid huisvuil is ook de hoeveelheid afvalglas sinds 1990 iets toegenomen. Toch is Nederland wat betreft glasrecycling nog steeds de kampioen van Europa.

Lesverloop

START Samen met de leerlingen inventariseert de docent waarvoor fles-senglas allemaal wordt gebruikt. Hoe wordt het gebruikt en om hoeveel glas zal het ongeveer gaan? Eventueel kan dit vooraf als opdracht zijn gegeven om thuis over na te denken. Op het bord komt een lijst met spullen die in glazen potten en flessen worden verpakt: jam, wijn, melk, groente, badzout, parfum, enz. Er kunnen ook meer lijsten worden gemaakt, bijvoorbeeld één met eet- of drinkbare spullen en één met andere spullen. Zo komen er twee of meer rijtjes op het bord te staan. Het is aardig vooraf niet te zeggen wat het verschil is tussen de rijtjes. Leerlingen moeten zo zelf ontdekken waarop de indeling is gebaseerd.

De docent rondt af met de vraagstelling waar deze les om draait: Waarvan en hoe worden glazen potten en flessen gemaakt, en wat gebeurt er uiteindelijk mee als ze gebruikt zijn?

VOORTGANG Vervolgens introduceert de docent op het bord of op een transparant de volgende voorlopige produktketen van flessen.



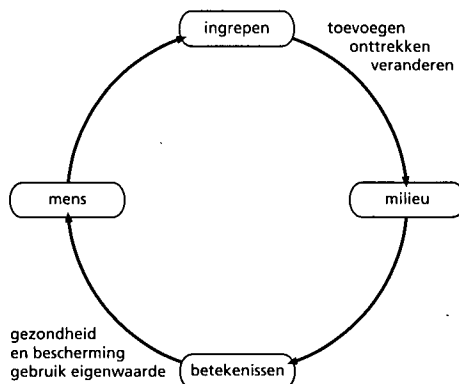
Samen met de klas wordt nagegaan waar de eerder genoemde produkten zoals jam en badzout de getoonde produktketen binnenkomen (bij het vullen) en er weer uitgaan (bij het gebruik). Natuurlijk heeft ieder van die produkten ook een eigen produktketen in de trant van plant–vrucht–jam of iets dergelijks. Ook daar kan iets over gezegd worden zodat de leerlingen meer vertrouwd raken met het begrip produktketen. In ieder geval moet duidelijk worden dat er in ieder blok iets gebeurt met wat er in- en uitgaat.

Daarna wordt ingezoomd op het maken van glas en glazen flessen. De docent vertelt hoe glas wordt gemaakt uit zand, soda en

kalk. Laat deze goedkope grondstoffen zien. Zand wordt afgegraven, soda komt uit de sodafabriek, kalk ontstaat door krijt (calciumcarbonaat) te verhitten in een kalkbranderij. Het is het mooiste dit met video te onderbouwen. De oude maar nog steeds prachtige film 'Glas' van Haanstra is op video verkrijgbaar bij de mediatheek van de Rijksvoorlichtingsdienst (070-3564201). Het NIAM (070-3143500) levert voor f 85,- de video 'Nieuwe flessen uit oud glas', bestelnr. 1843.

4.6 Produktketens en milieu-educatie

De mens grijpt voortdurend in het milieu in. Als we voedsel oogsten of grondstoffen winnen *onttrekken* we stoffen aan het milieu. Als we afval produceren *voegen* we iets toe. Bij het verkavelen van een stuk land of bouwen van een huis *veranderen* we ons milieu. Het is de schaal waarop wij mensen deze ingrepen doen, die tot milieuproblemen kan leiden. Onttrekken wordt *uitputten*, toevoegen wordt *vervuilen* en veranderen wordt *aantasten*. De relatie mens-milieu kan als volgt in beeld worden gebracht:



Dit is te beschouwen als een model, waarbij sprake is van terugkoppeling. Ingren van de mens op het milieu hebben gevolgen voor het milieu, die op hun beurt weer gevolgen voor de mens hebben. Vervuiling van het milieu betekent uiteindelijk een bedreiging voor de gezondheid. Ingren van vandaag hebben gevolgen voor de toekomst. Vandaar dat de relatie mens-milieu alleen in stand kan blijven via zogenaamde *duurzame ontwikkeling*.

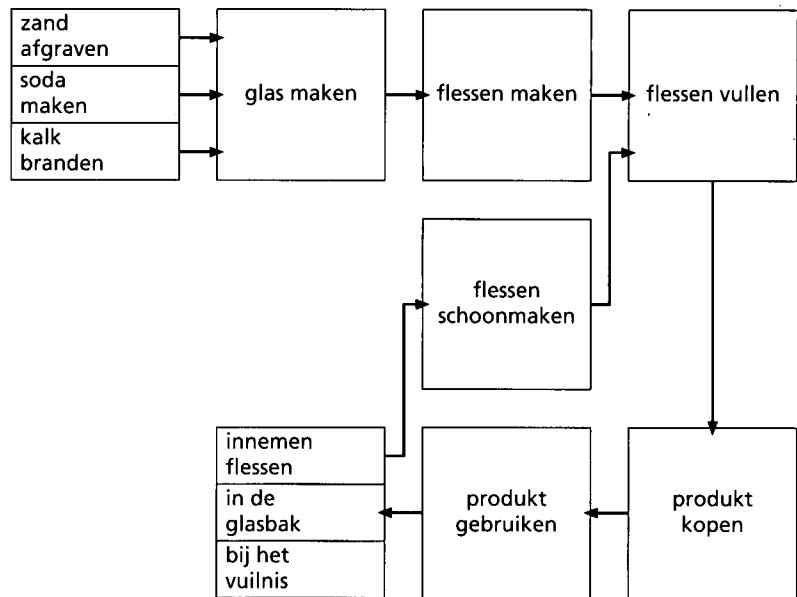
Eén aspect daarvan is het verantwoord omgaan met grondstoffen. Je kunt daar over nadenken door aandacht te besteden aan produktketens.

VERWERKING Bij de bespreking van de produktketen komen we vanzelf bij het vraagteken terecht. Leerlingen geven de mogelijkheden aan voor dit blok (vuilnisbak, glasbak, en statiegeld). Besproken wordt hoe deze mogelijkheden in de produktketen kunnen worden gezet in plaats van het vraagteken.

Ook komt ter sprake waar de grondstoffen (zand, soda, kalk) in het schema moeten komen en op welke manier.

Ter afronding volgt de opdracht de produktketen verder in te vullen.

Dit is huiswerk, samen met de opdracht om de keten tot een kringloop te sluiten voor statiegeldflessen. Het resultaat van het huiswerk zou er als volgt uit kunnen zien:



Suggesties voor vervolg

Mogelijke activiteiten voor een vervolg zijn het bespreken van de voor- en nadelen van hergebruik van flessen. Dit komt in de 4e les (hergebruik van glas) ter sprake evenals de wenselijkheid van meer statiegeldflessen.

Ook wordt dan besproken wat er gebeurt met het glas in de glasbak.

Bronnen:

Cathelijne Jans, *Ze maken er weer een potje van*, Kijk, dec. 1993.

Glasindustrie en Glasrecyclingindustrie, *Glas en glasrecycling*, 1982.

N.V. Verenigde Glasfabrieken, *Kringloop van verpakkingsglas*, 1982.

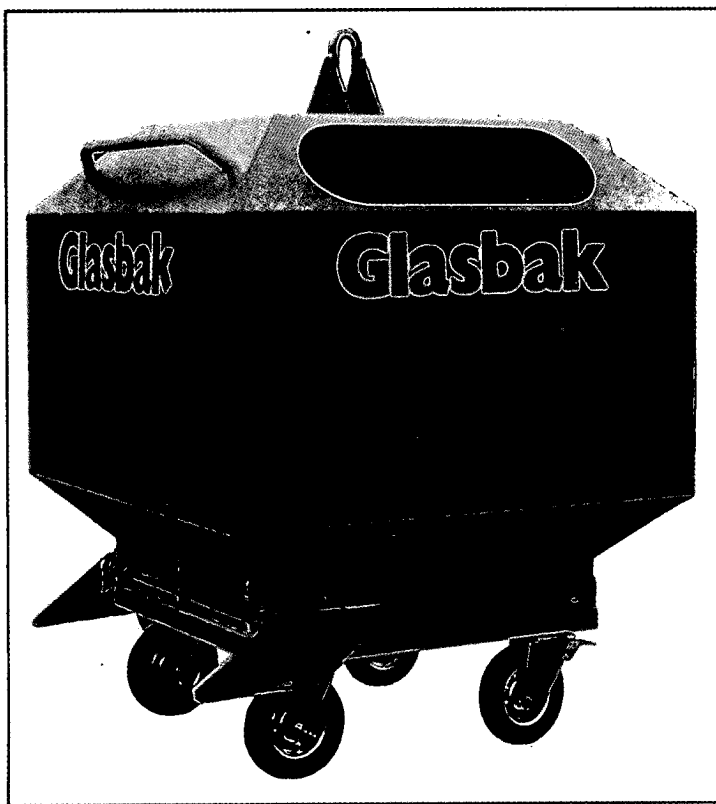
Koos Kortland e.a., *Afval – storten, verbranden en hergebruiken*, CDβ/SLO, 1991.

Glasrecycling, van A(fval) tot Z(uivere grondstof), Maltha glasrecycling, Rotterdam (010-429 8555).

Leerlingen geven hun mening over de meest wenselijke manier van hergebruik van glas. Ze moeten daarbij hun mening onderbouwen met argumenten (waarom vind je dat?). Naast economische overwegingen kan daarbij ook aan duurzame ontwikkeling in verband met het milieu gedacht kan worden. Getoetst wordt hoe kritisch leerlingen staan tegenover hun

In deze les staan kerndoel 4.3 en 4.4 centraal. Bij het gebruik van stoffen, materialen en produkten moet rekening gehouden worden met het milieu en bij afvalverwerking is sprake van milieueffecten. Het sluiten van de produktketen van glas via statiegeldinzameling en via de glasbak wordt besproken.

Aangegeven wordt wat het effect is op de glasbereiding van het toevoegen van scherven gebruikt glas aan de grondstoffen. De voor- en nadelen van hergebruik van flessen (voorwerpen) en hergebruik van glas (materiaal) worden geïnventariseerd. Leerlingen spreken een voorkeur uit. Er wordt een relatie gelegd tussen natuur- en scheikundige kennis, consumentengedrag en milieuzorg.



Lesschema: Hergebruik van glas

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
15'	– huiswerkcontrole. – bedenken een voordeel en een nadeel van statiegeld.	– toont de produktketen. – inventariseert voor- en nadelen. – introduceert de kernvraag.	– produktketen op transparant. – inventariseren op het bord.
10'	– sluiten de kringloop van de glasbak. – bedenken voordelen en nadelen van de glasbak.	– vertelt over toevoegen scherven aan de grondstoffen. – inventariseert voor- en nadelen.	– uitgebreide produktketen op transparant. – inventariseren op het bord.
10'	– kiezen en argumenteren.	– legt de keuze voor.	
15'	– geven kritiek op de door de docent uitgereikte voor- en nadelen. – geven kritiek op de voor- en nadelen van twee andere leerlingen.	– geeft tekst met voor- en nadelen – bespreekt welke fouten hierin voorkomen.	– voor- en nadelen op papier voor leerlingen.

i De leerlingen krijgen een keuze voorgelegd tussen hergebruik via statiegeld en via de glasbak. Belangengroepen maken in de praktijk verschillende keuzes. De glasfabrikanten zijn voorstander van hergebruik van glas; zij vinden bijvoorbeeld het terugbrengen van de flessen bij de producenten te omslachtig en te kostbaar. Hierbij overwegen de economische motieven. Milieu-organisaties zijn voor uitbreiden van het statiegeldsysteem; dat is mogelijk als er afspraken worden gemaakt over beperking van het aantal modellen van flessen. De consument is ook een belangrijke groepering, waarbij vaak tegengestelde gedragingen optreden. Bijna iedereen zegt dat het milieu belangrijk is, maar als het op kiezen aankomt tellen economische overwegingen (de eigen portemonnaie) toch het zwaarste.

Lesverloop

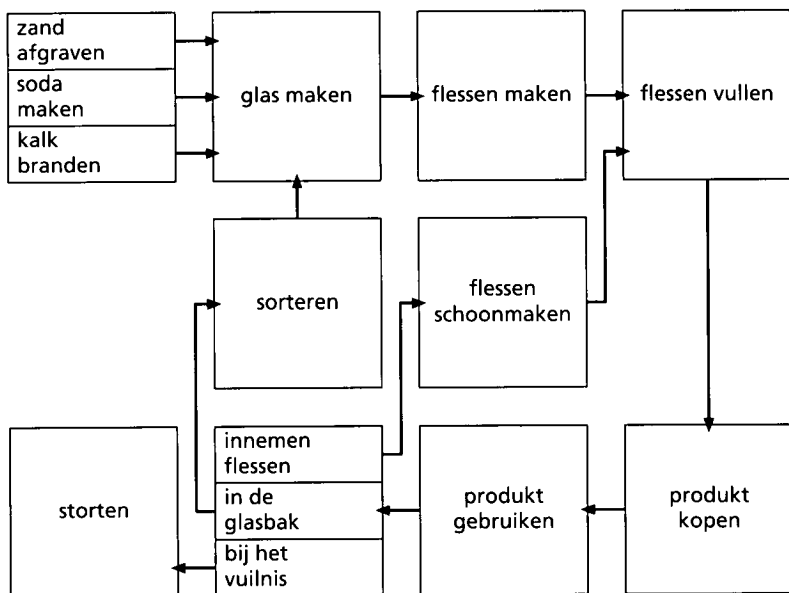
START We beginnen met de huiswerkcontrole. Dit kan heel kort, want het sluiten van een kringloop wordt in deze les nog een keer behandeld. De docent kan de produktketen van het slot van les 3 laten zien op een transparant.

Vervolgens maakt de klas een lijst met voor- en nadelen van hergebruik van flessen. Een manier om veel leerlingen te activeren en een gevarieerde lijst te krijgen gaat als volgt. Vraag de leerlingen individueel om tenminste één voordeel en één nadeel te bedenken. Ze moeten het kort kunnen formuleren en ook kunnen zeggen waarom ze dat vinden. Laat iedereen staan, en vraag een leerling een voor- of nadeel te noemen. Ga zo verder; degenen die geen voor- of nadelen meer hebben gaan zitten. De brainstorm stopt zodra iedereen weer zit.

Schrijf de voor- en nadelen in twee lijsten op het bord. Het kunnen er ook vier zijn, door milieu-argumenten te scheiden van andere argumenten.

VOORTGANG De les vervolgt door te kijken naar de voor- en nadelen van hergebruik van glas via de glasbak. Dat is nodig om later in de les een verantwoorde keus te maken tussen recycling via statiegeld of recycling via de glasbak.

In een klasgesprek wordt de produktketen eerst uitgebreid met het proces van *glasbak* naar *glas maken*. De uitbreiding kan worden aangebracht (getekend) op een nieuwe transparant, die gelegd wordt op de vorige transparant (gebruikt bij de huiswerkcontrole). De produktketen wordt nu:



De docent geeft aan wat het effect is op de glasbereiding van het toevoegen van scherven gebruikt glas aan de grondstoffen.

Vervolgens maken de leerlingen een lijst van voor- en nadelen van deze manier van hergebruik. De al eerder gemaakte lijst dient als inspiratiebron; deze keer kunnen leerlingen in tweetallen een lijst maken. De docent krijgt een lijst op het bord door te vragen wat voor- en nadelen zijn die nog niet op het bord staan.

De start en voortgang van deze les vereisen zorgvuldige planning

van het bordgebruik. Voor de verwerkingsopdracht moeten alle voor- en nadelen van de twee manieren van hergebruik overzichtelijk in groepen op het bord staan, maar vooraf is nog niet duidelijk wat er zal komen te staan en hoeveel. Een strakke indeling van het bord in vakken met een kopje boven elk vak (eventueel dit kopje het laatst er boven zetten) is vereist.

4.7 Bordgebruik

In elk leslokaal hangt aan de muur een schoolbord. Een vertrouwd en niet te vervangen leermiddel. Voor het maken van korte notities over lesopzet en huiswerk, voor het samen met leerlingen opbouwen van een theorie, voor het stapje voor stapje maken van een opgave en voor het inventariseren van de oplossingen van leerlingen. De kracht van het schoolbord zit in de flexibiliteit.

De overheadprojector is vooral geschikt voor het presenteren van kant- en klare schema's en lastige tekeningen of voor het maken van inventarisaties die in latere lessen een rol spelen. Ook kunnen leerlingen thuis of in de les op een overheadsheet opgaven voorbereiden om klassikaal te presenteren. Een bruikbare tussenvorm tussen schoolbord en overheadprojectie zijn grote vellen papier, die vaak met een magneet aan de moderne metalen schoolborden te hangen zijn.

Met het schoolbord staan de docent, alleen aan de voorkant al, vier vierkante meters schrijfruimte ter beschikking, al of niet voorzien van ruitjes of handige roosterpunten. Goed bordgebruik hoort bij de ambachtelijke kant van het lesgeven. Elke les met een schone lei beginnen en een schrift gebruiken dat voor elke leerlingen leesbaar is spreken voor zich. Ook in de indeling van het bord en de manier waarop het bord gebruikt wordt speelt het vakmensschap van de docent een rol.

Een vaste indeling van het bord schept voor leerlingen duidelijkheid. Zo kan het linker-zij-bord gereserveerd worden voor het noteren van de lesinhoud, de titel en agenda van de les en het huiswerk voor de volgende les. Op het middenbord kunnen opgaven uitgewerkt worden, verwerkingsopdrachten worden opgeschreven en toegelicht en de resultaten van proeven genoteerd worden. Het verdelen van het grote middenbord in twee gelijke stukken bevordert de overzichtelijkheid. Een praktische tip is het omslaan van een zijbord en daarlangs een verticale streep trekken. Na het terugslaan van het zijbord is het middenbord verdeeld in twee gelijke stukken. Het rechter-zij-bord kan gebruikt worden als kladblok. Dit bevordert het samen zoeken met de leerlingen naar de goede oplossing en de mogelijkheid een opmerking of idee te onderzoeken of een inval te noteren. Zo werkend groeit bij leerlingen ook het besef dat natuur- en scheikunde niet een vak is waarvoor je een 'knobbel' moet hebben, maar vooral ook een vak is waarvoor je gewoon moet werken en iets moet durven proberen.

Het schoolbord is flexibel en geeft de mogelijkheid samen met de leerlingen een zoektocht te ondernemen. Hierdoor zal het naast overheadprojector, computer en video een onmisbaar leermiddel blijven.

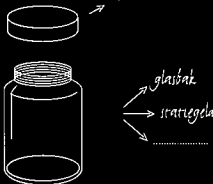
Las: Hergebruik glas

- voor- en nadelen statiegeld
- voor- en nadelen glasbak
- keuze maken en goede argumenten nalmen

....., want.....

Huiswerk:

- leren 4 en 5
- maken 2, 8, 9, en 10



Opdrachten:

1. Bedenk één voordeel en een nadeel van statiegeld
2. Bedenk één voordeel en een nadeel van de glasbak

GLASBAK	
Voordeel	Nadeel
het is leuk	opening te klein
gemakkelijk	veel binnenvoer

STATIEGELD	
Voordeel	Nadeel
fles wordt vaker gebruikt	veel werk sorteren
het wordt voorzichtig behandeld	opslag

Waarom niet de glasbak? Want de nadelen zijn te groot.

GLAS → vormverp
→ stof

Stammmateriaal → niet gebruiksvormverp → fles, vaas, lens
verpakking → jampot

pas op met glasseffen!

VERWERKING Na vastgesteld te hebben dat het sluiten van de produktketen een nuttige zaak is wordt tenslotte de leerlingen gevraagd een keuze te maken uit de volgende twee maatregelen:

- Er moeten veel meer flessen worden hergebruikt via statiegeld.
- Er moet veel meer glas worden hergebruikt via de glasbak.

Ieder maakt voor zichzelf deze keuze. Er ontstaan zo vanzelf twee kampen: voorstanders van de glasbak en voorstanders van statiegeld. Daarna worden leerlingen in tweetallen met dezelfde keuze ingedeeld. Ze krijgen de volgende opdracht:

Schrijf in ongeveer 10 regels op waarom jouw maatregel zo belangrijk is, en beter dan de andere. In die 10 regels moet staan:

- voordelen van jouw keuze;
- waarom je de nadelen van jouw keuze niet belangrijk vindt;
- de nadelen van de andere keuze.

De resultaten worden ingenomen en besproken. Probeer aan de hand van wat leerlingen hebben opgeschreven duidelijk te maken wat het verschil tussen

- feiten (zó is het)
- meningen (ik vind dat....)
- argumenten (dat is zó, want

Dit heeft te maken met kerndoel 1.5 (in keuzesituaties een beargumenteerde mening kunnen geven). Het woord 'argument' is geen leerlingentaal en kan waarschijnlijk beter vermeden worden. Zeg bijvoorbeeld: 'waarom vind je, dat ...', of 'welke 'reden' heb je daarvoor...'. Laat ook uit ieder kamp een tweetal proberen het andere kamp te overtuigen van hun gelijk respectievelijk ongelijk.

Opm. Het is verstandig na te gaan wat de collega Nederlands op school hier al aan gedaan heeft, zodat u daar op kan aansluiten.

Aansluitend krijgen de leerlingen op papier een tekst waarin opzettelijk fouten zijn gestopt. De tekst zou kunnen zijn:

1. STATIEGELD IS BETER DAN PLESSEN WEGGOOIEN, WANT
2. DE PLESSEN WORDEN DAN OOK BETER SCHOONGEMAAKT.
3. STATIEGELD BESPAART OP GRONDSTOPPEN. EN
4. ER IS EEN TEKORT AAN GRONDSTOPPEN VOOR GLAS.
5. WIE PLESSEN NAAR DE WINKEL TERUG BRENGT KRIJGT STATIEGELD ALS BELONING.
6. DUS STATIEGELD IS GOED VOOR HET MILIEU.
7. HET IS BETER PLESSEN TE KOPEN VAN FABRIEKEN IN DE BUURT.
8. WANT DAT SCHEELT EEN HOOP IN HET VERVOER.

Bij deze tekst krijgen leerlingen de volgende opdracht:
Onderstreep wat fout is. Er zijn twee soorten fouten.

a wat er staat is niet waar.

b wat er staat is wel waar, maar het is geen goed argument (het doet er niet toe).

Zet bij elke fout een letter a of b.

In het stukje tekst staan misschien ook dingen waar jij het niet mee eens bent. Onderstreep die ook, en zet er een letter c bij.

Het resultaat kan zijn:

1. STATIEGELD IS BETER DAN PLESSEN WEGGOOIEN, WANT
- B 2. DE PLESSEN WORDEN DAN OOK BETER SCHOONGEMAAKT.
3. STATIEGELD BESPAART OP GRONDSTOPPEN, EN
- A 4. ER IS EEN TEKORT AAN GRONDSTOPPEN VOOR GLAS.
- C 5. WIE PLESSEN NAAR DE WINKEL TERUG BRENGT KRIJGT STATIEGELD ALS BELONING.
- A 6. DUS STATIEGELD IS GOED VOOR HET MILIEU.
7. HET IS BETER PLESSEN TE KOPEN VAN FABRIEKEN IN DE BUURT.
- B 8. WANT DAT SCHEELT EEN HOOP IN HET VERVOER.

Deze opdracht moet klassikaal worden nabesproken. De docent kan het onderscheid duidelijk maken tussen feiten, redenen (argumenten) en meningen. Over de plaatsing van a en b moet iedereen het eens zijn, van c uiteraard niet.

Vervolgens worden de resultaten van de verwerkingsopdracht over de klas verdeeld. Aan tweetallen leerlingen wordt nu de opdracht gegeven om ook nu weer passages te onderstrepen die behoren tot de categorieën a, b of c.

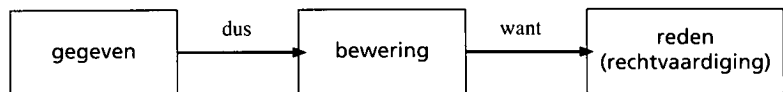
Het aardigst is het om zoveel mogelijk leerlingen iets ter beoordeling voor te leggen waar ze het zelf niet mee eens waren. Als ze er niets kunnen aanstrepen kunnen ze hun tegenstanders dus niet overtuigen van hun eigen gelijk!

4.8 Toetsing van de argumentatie-vaardigheid

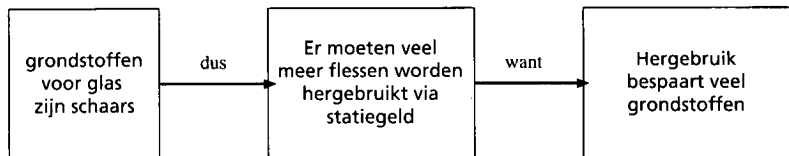
Het kerndoel 'in keuzesituaties een beargumenteerde keuze weergeven' is lastig te toetsen. Dat kan eigenlijk alleen door leerlingen te laten opschrijven of vertellen waarom ze 'iets vinden'. Leerlingen (en volwassenen) vinden dat moeilijk. Het helpt om fouten in een redenering te laten aanwijzen. De twee meest voorkomende fouten zijn:

- feitelijke fouten (wat er staat is niet waar) en
- redeneerfouten (wat er staat is geen goed argument, 'het zegt niets')

Als je iemand van je gelijk wilt overtuigen of iets wilt bewijzen is meestal sprake van het volgende proces:



bijvoorbeeld:



Een feitelijke fout betreft een onjuist gegeven of een onjuiste rechtvaardiging. Bij een redeneerfout is de rechtvaardiging geen bewijs voor het verband tussen gegeven en bewering.

Suggesties voor vervolg

De beide lessen over glas kunnen een vervolg krijgen door de voor- en nadelen van andere verpakkingsmaterialen te onderzoeken, bijvoorbeeld karton, papier, plastic, aluminiumfolie. Welk materiaal kan in een bepaalde situatie het beste gebruikt worden? Bij het maken van deze keuze worden in de praktijk vaak argumenten gebruikt die gebaseerd zijn op onkunde of fraaiheid van het uiterlijk. De melkfles van bruin glas flopte indertijd omdat men die er zo onsmakelijk vond uitzien. Veel leerlingen weten niet dat plastic draagtasjes milieuvriendelijker zijn dan die van papier. Voor consumenteneducatie is er dus nog ruimte genoeg.

5

Elektrische en elektronische schakelingen waar je wat aan hebt

Domein C, *Elektrische Energie in Huis*, omvat alle leerstof van elektriciteit, die in de basisvorming aan bod komt. In dit domein wordt een koppeling gemaakt met situaties uit het dagelijks leven, in dit geval de huisinstallatie. Door de koppeling met dit contextgebied, ligt de nadruk op energie, stroom, parallelschakelingen en op veiligheid bij het omgaan met elektrische schakelingen.

In dit hoofdstuk worden aan de hand van vier voorbeeldlessen verschillende aspecten van het onderwerp elektriciteit uitgewerkt. Ook wordt in dit hoofdstuk wat uitgebreider gekeken naar het motiveren van de leerlingen voor het leren. Dat gebeurt in paragraaf 1.

In paragraaf 2 wordt vervolgens nader ingegaan op de vakmatige begrippen die in domein C aan de orde komen. Hierbij is het van belang om ook te kijken naar de problemen die leerlingen kunnen ontmoeten bij het aanleren van deze begrippen.

Vanaf paragraaf 3 worden de voorbeeldlessen uitgewerkt. In les 1, met als titel 'Stroom in een parallelschakeling', is de smeltveiligheid en de stoppenkast van belang. In les 2, met als titel 'Gloeilamp of spaarlamp', staat het zuinig omgaan met elektriciteit in de aandacht. Les 3 gaat over 'Veiligheid in huis'. Hier staan de aardlekschakelaar en de randaarde centraal. In les 4 'Toepassingen van schakelingen' onderzoeken de leerlingen verschillende elektrische schakelingen die in huis gebruikt worden.

5.1

Leren en Motiveren

Leren is een activiteit van leerlingen zelf. De docent kan slechts de voorwaarden voor het leren van leerlingen zo gunstig mogelijk proberen te maken. Twee belangrijke voorwaarden voor het leren van leerlingen zijn de volgende:

- Leerlingen zijn actief.
- Leerlingen zijn gemotiveerd.

Voor de docent betekent dit de zorg de lessen zo in te richten dat leerlingen actief deelnemen aan de les en actief leren. Dat vraagt om leerstof die aansluit bij de belevingswereld van leerlingen en waaraan iedere leerling een zinvolle bijdrage kan leveren.

Natuur- en scheikunde is bij uitstek geschikt om leerlingen activiteiten te laten ondernemen. Dat kan onder meer in de vorm van

practicum. Het aanleren van natuur- en scheikundige begrippen kan niet alleen plaatsvinden door naar een docent te luisteren en sommen te maken. Het leren van begrippen en het verkrijgen van inzicht in verbanden tussen begrippen, vereist het combineren van verschillende ervaringen. Met name bij het leren van abstracte begrippen zoals energie, stroom en spanning is het van belang dat leerlingen vooraf zoveel mogelijk concrete ervaringen hebben. De ervaringen van leerlingen – thuis en op school – dragen samen bij aan de beelden die leerlingen hanteren bij het verklaren van verschijnselen. Naast het opdoen van ervaringen is het van belang dat leerlingen hun ideeën, voorstellingen en beelden voor zichzelf verhelderen. Dit kan gebeuren door het maken van opgaven, door iets uit te leggen, door een spreekbeurt of een discussie. In veel gevallen dragen rekenopgaven slechts in beperkte mate bij aan de ontwikkeling van begrip. Ze doen vaak slechts een beroep op het toepassen van standaardregels. Speciale aanbeveling verdienen echter rekenopgaven die zinvol zijn en boeiend. Een zinvolle rekenpartij hoeft niet geschuwd te worden, maar het is de kunst om realistische vragen te bedenken, waarbij het resultaat van de berekening leidt tot verbazing, verwondering of het opwerpen van nieuwe vragen door de leerlingen. Voorbeelden hiervan zijn te vinden in het zuinig omgaan met energie in huis, de financiële besparingen die het geeft en de milieu-effecten. Denk bijvoorbeeld aan de prijs van de elektrische energie uit een batterij in vergelijking met een adapter die op het net kan worden aangesloten. Een andere manier om aangeleerde kennis te verdiepen en te verhelderen is door leerlingen hun kennis te laten verwoorden of uitbeelden in opstellen, tekeningen en spelsituaties. Bij het aanleren van begrippen is een afwisseling van deze drie leerling-activiteiten belangrijk: *handelen, verbeelden en verwoorden*. Verdeel bijvoorbeeld twee aan twee de rol van klant en verkoper in een elektriciteitswinkel. De leerlingen bereiden zich voor op de rol en verzamelen informatie die ze belangrijk vinden. De klanten bedenken vragen die ze belangrijk vinden om te stellen. Vervolgens wordt het spel gespeeld.

Motivatie is onmisbaar bij het leren. Velen vinden het motiveren van de leerlingen een belangrijke docententaak. Werk er echter naar toe dat deze taak door de lerende zelf wordt overgenomen! Een veelgebruikte prikkel tot werken is het proefwerk. De honorering door een cijfer zet aan tot het leveren van prestaties. Het kan ook een bron van demotivatie worden als leerlingen telkens een onvoldoende halen of als leerlingen negatief faalangstig zijn. Leerlingen kunnen het idee hebben dat het cijfer toch niet meer is op te halen of ze geloven niet meer dat een goede voorbereiding zal leiden tot goede prestaties. Het is dan alleen nog een kwestie van verlangend uitzien naar het moment waarop ze het vak kunnen laten vallen. Om dit te voorkomen is het van belang dat iedere leerling de gelegenheid krijgt om te laten zien wat die kan. Dat betekent dat bij toetsen ook een beroep moet worden gedaan op verschillende vaardigheden van leerlingen. Naast theoretische kennis moeten

ook praktische vaardigheden en creatieve vermogens van leerlingen in de beoordeling meegenomen worden. Zeker in de periode van basisvorming is dit van belang.

Waar het een faalangstige leerling betreft is er speciale aandacht nodig. Bijvoorbeeld kan het nuttig zijn om voor hen taken en opdrachten voor te structureren in kleine en overzichtelijke eenheden. Streef succesbeleving na!

Een ander belangrijke bron van motivatie voor leerlingen is het herkenbaar en toepasbaar zijn van de leerstof. Wanneer niet duidelijk is waarom vakbegrippen, relaties en vaardigheden geleerd moeten worden, is het voor een leerling moeilijk om zich tot leren te zetten. Binnen de basisvorming wordt de theorie daarom steeds zoveel mogelijk gekoppeld aan herkenbare situaties uit het dagelijks leven. Bij het onderwerp elektriciteit is dit de huisinstallatie. Daarnaast is het belangrijk om duidelijk te maken in welke vervolgopleidingen en beroepen de leerstof een rol speelt.

Deze koppeling van onderwerpen uit de elektriciteit aan de huisinstallatie heeft tot gevolg dat sommige onderwerpen meer nadruk krijgen dan andere. De parallelschakeling speelt een belangrijker rol dan de serieschakeling, energie en stroom krijgen meer nadruk dan spanning en er is veel aandacht voor veiligheid in huis. Ook bij de behandeling van (elektronische) schakelingen is het de bedoeling om zoveel mogelijk schakelingen aan de orde te laten komen die herkenbaar zijn en een praktisch nut hebben.

5.2

Begrippen en hun relaties

De titel van domein C: *'Elektrische Energie in Huis'* geeft duidelijk aan waar het om gaat. Weliswaar komen begrippen als stroom, spanning en vermogen aan de orde, maar ze zijn gekoppeld aan de rol die ze spelen bij energielevering, energietransport en energieverbruik.

In het schema op de volgende pagina bovenaan worden deze relaties aangegeven.

Centraal in dit schema staat het drieluik bron-transport-apparaat. Het apparaat doet iets. Het verricht een nuttige taak. Helaas heeft een apparaat ook meestal enkele bijwerkingen die niet nuttig zijn. Bijvoorbeeld een gloeilamp heeft als taak om licht te geven; de bijwerking is dat die ook warmte geeft.

Rond de drie centrale begrippen energielevering, energietransport en energieverbruik zijn concrete waarnemingen en ervaringen gegroepeerd. Aan deze waarnemingen en ervaringen kunnen later de meer abstracte begrippen spanning (bij energielevering), stroom (bij energietransport) en vermogen (bij energieverbruik) gekoppeld worden. Als uitbreiding van de leerstof kunnen de relaties tussen deze grootheden nog behandeld worden: de wet van Ohm ($U = I \times R$) en de wet van Joule ($P = U \times I$).

je ziet:

- zwaarte van de taak
- aantal taken
- duur van de taak of taken

energieverbruik

je ziet:

- oplopen meterstand van kWh-meter
- kosten
- opraken batterij

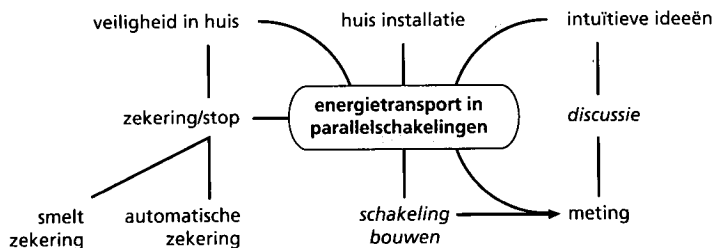
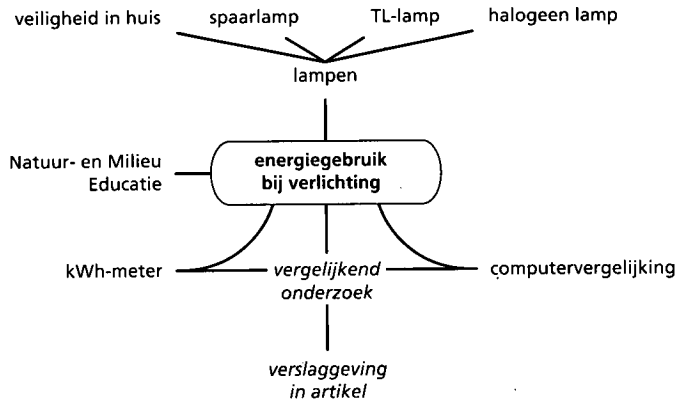
energielevering

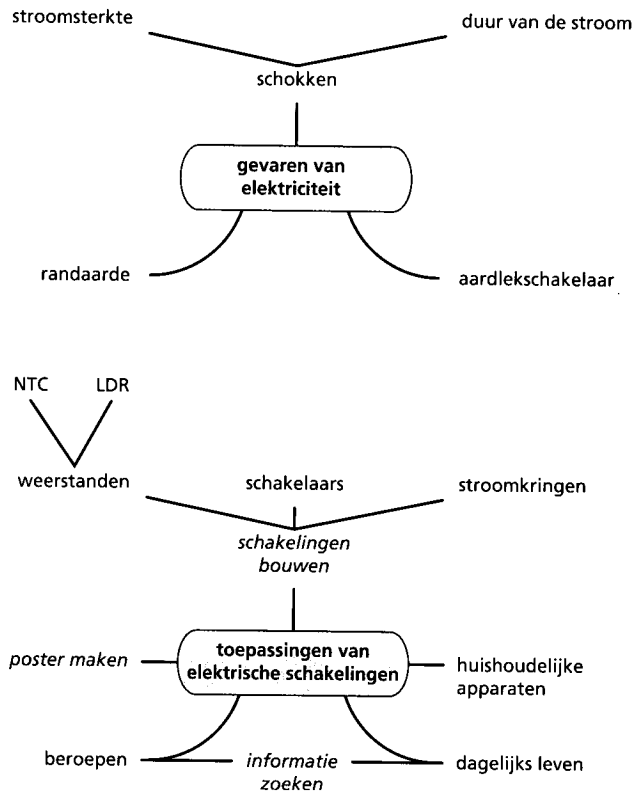
energietransport

je ziet:

- stroomsterkte op Ampèremeter
- duur van de stroom

Naast het overkoepelend begrippennetwerk is er per les een begrippennetwerk aan te geven dat de begrippen, toepassingen, vaardigheden en hun verbanden per les aangeeft. Hieronder volgen de begrippennetwerken van les 1 t/m 4 van dit hoofdstuk.





De begrippen stroom en spanning en het verschil daartussen zijn voor leerlingen lastig. Uit zichzelf hebben leerlingen veelal een beeld van elektriciteit als iets dat verbruikt wordt en als iets dat nodig is voor verlichting en zo. Het verschil tussen spanning en stroom is voor leerlingen vaag en geeft aanleiding tot veel verwarring. Veel voorkomende begripsproblemen hebben te maken met ideeën dat stroom in een schakeling verbruikt wordt, verdeeld wordt en dat een spanningsbron een constante stroom levert. Het idee dat stroom verbruikt wordt kom je tegen bij leerlingen die denken dat het eerste lampje in een serieschakeling meer stroom krijgt dan het tweede. Het idee dat stroom verdeeld wordt blijkt als ze denken dat elk lampje de helft krijgt. Leerlingen die menen dat een extra lampje parallel veroorzaakt dat het eerste lampje minder fel gaat branden, werken met de opvatting dat een spanningsbron een constante stroom levert. Wanneer in de les geen aandacht besteed wordt aan deze denkbeelden van leerlingen, blijven ze bestaan. Ze krijgen een plaats naast de kennis die de leerlingen op school aanleren. Men noemt deze denkbeelden ook wel pre-concepten, om aan te geven dat ze er al zijn voor het onderwijs begint. Ook wordt gesproken over mis-concepten, om aan te geven dat de denkbeelden wetenschappelijk onjuist zijn. De preconcepten hebben voor leerlingen vooral te maken met situaties die ze buiten school tegenkomen. Bij nieuwe situaties zullen leerlingen in eerste instantie terugvallen op de buiten-schoolse ideeën: de preconcepten. Het is belangrijk om op de aanwezige preconcepten voort te bouwen in het onderwijs. Gebeurt dit niet, dan blijven de preconcepten bestaan. En wat

5.1 Van concreet naar formeel

Vanuit de ontwikkelingspsychologie en de leerpsychologie wordt het belang onderstreept om in het onderwijs altijd te starten met concrete ervaringen en voorbeelden om daarna meer abstracte en formele benaderingen te gebruiken. De ontwikkelingspsychologie van Jean Piaget geeft aan dat leerlingen in eerste instantie slechts concrete, zintuiglijk waarneembare begrippen kunnen opnemen. Pas na verloop van tijd zijn de meeste leerlingen in staat om ook meer abstracte en formele begrippen en redeneringen te begrijpen.

Bij de Russische leerpsychologen en bij Jerome S. Bruner is een leerling een informatieverwerker, waarbij ieder begrip dat aangeleerd wordt, gekoppeld wordt aan beelden die de leerling al heeft. Het totaal van beelden en de relaties tussen die beelden geven vorm aan het begrip. Zonder concrete beelden heeft een formeel begrip geen mogelijkheden om ergens aan gekoppeld te worden en wordt het zonder enige verbinding opgeslagen. Het is slechts een woord, waar een leerling zich geen voorstelling bij kan maken. Voor een goede verankering van begrippen zijn in eerste instantie concrete beelden, liefst gekoppeld aan eigen zintuiglijke ervaringen, nodig.

Het bovenstaande heeft consequenties voor het onderwijs:

- 1 Kennis die in het onderwijs aangeboden wordt moet passen bij de bestaande, reeds aanwezige, ontwikkeling van het kind. Vanuit die aanwezige ontwikkeling kan de stap van concreet naar formeel gemaakt worden.
- 2 De docent dient zoveel mogelijk te starten met concrete ervaringen en voorbeelden. Met name proefjes waarbij leerlingen zintuiglijk dingen kunnen waarnemen zijn hierbij belangrijk.
- 3 Op grond van zoveel mogelijk concrete ervaringen kunnen leerlingen meer formele beelden vormen van begrippen.

In dit proces is het van belang dat leerlingen de verschillende ervaringen en begrippen zoveel mogelijk ordenen. Dit kan gebeuren door leerlingen begrippen en relaties te laten verwoorden of verbeelden.

In de basisvorming betekent dit dat bij de beschrijving van verschijnselen gestart dient te worden met concrete waarnemingen (een zekering smelt door, een elektrische schok voelen, een kWh-meter aflezen) om later pas meer formele beschrijvingen te gebruiken (in termen van stroom, spanning en weerstand).

erger is: de preconcepten vertonen een dominant gedrag. Studenten op vervolgopleidingen grijpen vaak eerst terug op de preconcepten; pas later merken ze dat ze er ook ooit iets over hadden geleerd. Bovendien lijkt het er haast op dat preconcepten resistent zijn tegen onderwijs. Bijna iedereen kan zichzelf erop betrappen, in het dagelijks leven terug te vallen naar preconcepten. Om dit te voorkomen moeten leerlingen zich bewust worden van hun eigen ideeën en het verschil met de schoolstof. Zo mogelijk moeten ze geschokt en verward worden als ze merken dat de eigen opvattingen niet kloppen. Er is een conflict nodig om mensen ertoe te brengen de eigen theorie'tjes bij te stellen. Dat betekent dat in de les de discussie over hoe het een en ander werkt een belangrijke rol speelt. Hierbij verwoorden leerlingen hun beelden en ideeën. Deze wor-

den zonodig in conflict gebracht met de juiste vakinhoud hieromtrent. Het onderwijs moet dus opgebouwd worden vanuit de preconcepten. Met een grote klas lijkt dit haast een ondoenlijke zaak! Er is echter een geruststelling: er zijn veel overeenkomsten tussen de preconcepten die je aantreft bij leerlingen in eenzelfde leeftijdsgroep. In de eerste les wordt een voorbeeld gegeven van een conflict dat wordt opgeroepen.

5.3

Les 1: Stroom in een parallelschakeling

In deze les moeten leerlingen voorspellingen doen over de stroomsterkte in een schakeling met parallelle lampjes. Ook moeten ze er een uitleg bij geven. Vervolgens controleren de leerlingen hun voorspellingen in een practicum. De uitleg zal bijgesteld moeten worden. Na een terugblik van de docent op de voorspellingen en de meetresultaten laat de docent als toepassing de stoppenkast en de smeltveiligheid zien.

In deze les gaat het erom dat de leerlingen zich bewust worden van de eigen ideeën – de preconcepten – met betrekking tot de stroomsterkte in parallelschakelingen. Een effectieve methode hiervoor is het laten voorspellen van proefresultaten. Hierbij vindt tegelijk een mogelijk conflict plaats tussen de preconcepten en de meetresultaten. Het onder woorden brengen van verklaringen helpt leerlingen hun gedachten op het spoor te komen. Het gebruik van modellen kan helpen om ideeën te visualiseren. De koppeling naar het dagelijks leven vindt plaats aan de hand van de stoppenkast.

Lesschema: Stroom en parallelschakeling

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
20'	– luisteren. – werken in groepjes (viertallen) aan het werkblad. – rapporteren van de resultaten.	– inleiden van de les. – uitdelen van het werkblad.	– werkblad. – opstelling voor demonstratie.
20'	– leerlingen doen het practicum met staalwol.	– demonstreren van het stoppenkast-model.	– model van stoppenkast (24 volt). practicum-materialen, staalwol.
10'		– samenvatten van de les. – uitdelen van de huiswerkopdracht over de stoppenkast thuis bekijken en opgaven maken.	– huiswerk-opdracht.



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

Per groepje van vier:

- spanningsbron (geen batterijen)
- 4 fittingen en lampjes 6V/0,3W
- snoeren
- kurk met spelden
- staalwol
- krokodilleklemmen

In enkelvoud:

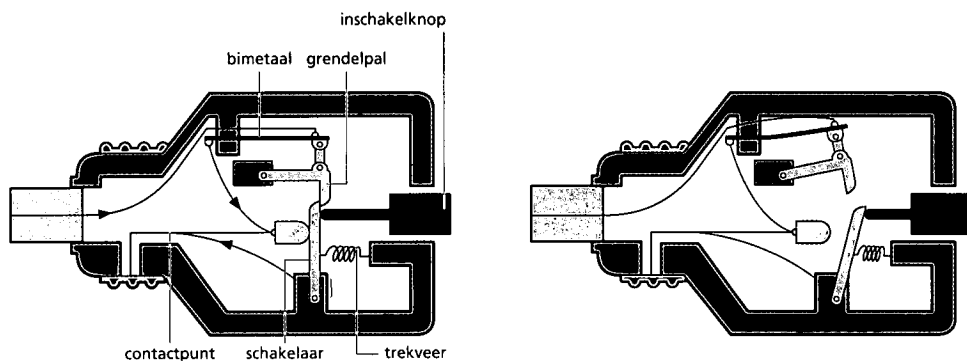
- spanningsbron 24 volt
- stoppenkastmodel met stoppen
- 24-volts gloeilampen en fittingen
- snoeren

Voor de demonstratie kunnen het beste 24-volts lampen worden gebruikt. Deze lijken op gewone 220V-gloeilampen, terwijl een spanning van 24 volt niet gevaarlijk is voor de mens (zie les 3).



Theoretisch zou de stroomsterkte bij het parallel schakelen van gloeilampjes telkens met een vaste waarde toe moeten nemen (met 0,05 A bij 6V/0,3W-lampjes). In de praktijk wordt er echter geen ideale spanningsbron gebruikt. Met name bij gebruik van batterijen zakt de spanning snel in, waardoor de stroomsterkte op een gegeven ogenblik nauwelijks meer toeneemt. Dit wordt veroorzaakt door de inwendige weerstand van batterijen. Hoe groter de stroomsterkte in de schakeling, hoe groter de spanningsdaling over de inwendige weerstand. Gebruik van batterijen moet bij dit experiment dan ook vermeden worden.

In plaats van de smeltveiligheid worden in veel huisinstallaties tegenwoordig automatische zekeringen toegepast. Deze werken met een bimetaaltje. Als dit bimetaal te heet wordt (wanneer de stroomsterkte te groot wordt) zal het kromtrekken, waardoor de verbinding verbroken wordt. Wanneer het bimetaal weer afgekoeld is, kan de verbinding met behulp van een drukknop weer hersteld worden.



Leerlingen beschouwen een elektrische voedingsbron in veel gevallen als een (constante) stroombron. In parallelschakelingen betekent dit dat de totale stroomsterkte in een schakeling constant blijft, ook als er meer lampjes ingeschakeld worden. De felheid van de lampjes zou dan afnemen. In het dage-

lijks leven weten leerlingen dat de lampen in de kamer niet minder fel gaan branden wanneer er meer lampen aan gaan. Het is voor leerlingen echter niet vanzelfsprekend dat de schakelingen in huis van hetzelfde type zijn als de parallelschakelingen op school. Een ander voorbeeld van een parallelschakeling (het voor- en achterlicht van de fiets) versterkt leerlingen juist in hun overtuiging dat een voedingsbron een constante stroom levert. Deze les heeft tot doel om de ideeën van leerlingen over parallelschakelingen boven tafel te krijgen en ze te confronteren met experimentele gegevens, in de hoop dat ze zo een beter begrip ontwikkelen van de parallelschakeling.

Binnen het leerplan techniek speelt elektriciteit ook een rol. Het gaat daarbij om het veilig leren omgaan met technische apparatuur in huis. De werking (vanuit technisch oogpunt) van de huisinstallatie komt hierbij aan de orde, samen met veiligheids- en energie-aspecten. Dat betekent dat ook in het leerplan techniek de zekering, de aardlekschakelaar en de kilowattuurmeter aan de orde kunnen komen. Overleg tussen de natuur- en scheikunde-docent en de techniek-docent is dan ook noodzakelijk om te voorkomen dat er sprake is van onnodige overlap en van tegenstrijdigheden in de uitleg. Bovendien kan er door overleg een optimaal gebruik van apparatuur (kWh-meter, stoppenkastmodel, 24-volts-installatie, etc.) gemaakt worden.

Lesverloop

START Bij de start van de les geeft de docent aan wat de bedoeling van de les is. De klas wordt in groepjes van vier leerlingen verdeeld en ieder krijgt een vel waar de volgende vragen op staan (zie volgende pagina).

De leerlingen geven eerst individueel antwoord op de vraag. Daarna worden de antwoorden binnen de groepjes vergeleken en probeert elk groepje door middel van discussie tot een groepsmening te komen.

De docent vraagt vervolgens uit ieder groepje een leerling om te rapporteren. De verschillende voorspellingen worden naast elkaar op het bord gezet.

VOORTGANG Vervolgens wordt tijdens een practicum de voorspelling onderzocht. Ieder groepje bouwt een opstelling waarbij de stroomsterkte in een parallelschakeling kan worden vergroot. Dit gebeurt door steeds meer lampjes parallel te schakelen. Er is ook een smeltveiligheid opgenomen. Deze bestaat uit een kurk waarin twee spelden zijn geprikt. Tussen de spelden worden een of twee zeer dunne draadjes gespannen. De dunne draadjes kunnen worden geplozen uit staalwol. De leerlingen noteren hun waarnemingen.

VERWERKING Als verwerking wordt gekeken naar een demonstratieproef. Ze zien dezelfde situatie als bij het practicum, maar nu toegepast op de huisinstallatie. Hiertoe kan een model van de huisinstallatie gebruikt worden met een stoppenkast, waarop 24-volts lampen parallel worden aangesloten. Tijdens de demonstratie vat de docent de meetresultaten samen.

Lampjes parallel

Schrijf hieronder je antwoord op de volgende vraag.

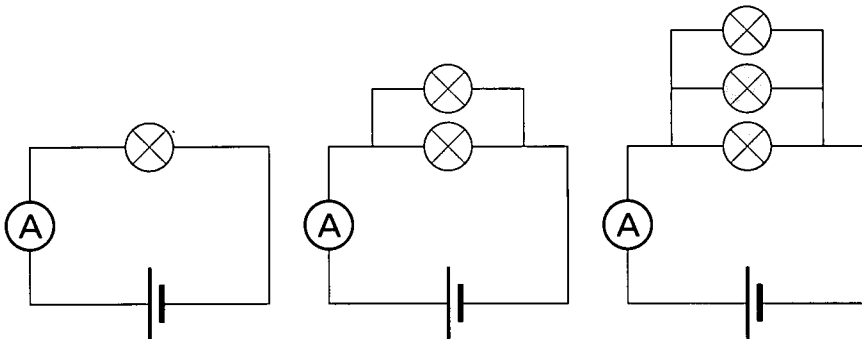
Wat gebeurt er met de uitslag van de stroommeter, als je in de onderstaande schakeling meer lampjes parallel zet?

Waarom?

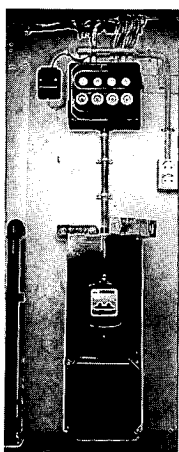
Vergelijk in viertallen de antwoorden met elkaar. Probeer na discussie tot een gezamenlijk standpunt te komen.

Volgens onze groep _____

Omdat _____



Het vervolg van de les kan betrekking hebben op de denkbeelden van leerlingen over de stroom in parallelschakelingen of kan verder ingaan op de smeltveiligheid in de huisinstallatie. In een onderwijsleergesprek kan de docent bijvoorbeeld met leerlingen terugkijken naar de voorspellingen op het bord en deze vergelijken met de meetresultaten. Aansluitend kunnen de verschillende meningen van de groepjes besproken worden.



Als afronding krijgen leerlingen de volgende opdracht:
Maak een tekening van de stoppenkast thuis. Zet de namen bij de verschillende onderdelen van de stoppenkast.
Zet je naam op de tekening en lever deze de volgende les in.
Daarnaast krijgen ze de opdracht om de volgende vragen te beantwoorden:

- 1a Waarom is het noodzakelijk om in huis (smelt)zekeringen te gebruiken?
- b Wat kan er gebeuren als er geen (smelt)zekeringen gebruikt worden?
- 2a Als een zekering van 16 ampère doorbrandt, mag je deze dan vervangen door een 6 ampère-zekering?
- b En andersom?

Suggesties voor vervolg

In een volgende les kan de proef met de smeltveiligheid worden uitgebreid met een ampèremeter in de schakeling. Het toenemen van de stroom wordt dan meer kwantitatief benaderd. Als leerlingen wat meer aan kunnen, kan aandacht besteed worden aan de werking van elektrische schakelingen. Hierbij kan een model voor de stroomkring behulpzaam zijn. Een mogelijk model is een model waarbij de stroomdeeltjes worden voorgesteld door poppetjes met rugzakjes vol energie.

De poppetjes stellen hierbij de stroomdeeltjes voor. De batterij vult telkens de rugzakjes van de poppetjes. Wanneer de poppetjes bij een lampje komen wordt (een deel van) de energie uit de rugzak afgegeven. De poppetjes lopen verder naar de batterij waar de rugzakken weer gevuld worden. Bij meerdere lampjes parallel gaan er ook meer poppetjes lopen. De smeltveiligheid is dan voor te stellen als een soort hangbrug: als er teveel poppetjes overheen gaan, breekt deze. In het onderstaande voorbeeld kreeg een leerling de opdracht om een opstel te schrijven met als titel 'Een dag in het leven van een stroomdeeltje'. Deze opdracht komt uit het lesmateriaal 'Elektricit in Huis' ontwikkeld door de VU.

'Als iedereen klaar is pakken we onze rugzakken vol met energie en lopen door de snoeren naar de lamp. Onderweg worden we geteld door de ampèremeter. Als we bij de lamp aangekomen zijn, geven we de energie die de lamp nodig heeft, de rest gaat terug naar het stopcontact. Dit verliep rustig, maar toen werd de TV en de radio aangezet. Dit werd een zware taak voor ons, door het aantal taken dat we nu kregen. Dit keer moesten we met zwaardere rugzakken vol met energie lopen naar de apparaten. (...) De ene dag moeten we rennen met zakken vol, want dan is het niet zo dat er maar 1 apparaat aanstaat, nee, dan staan er wel 3 of 4 apparaten aan. De stroomdeeltjes lopen dan door verschillende snoeren naar het apparaat.'

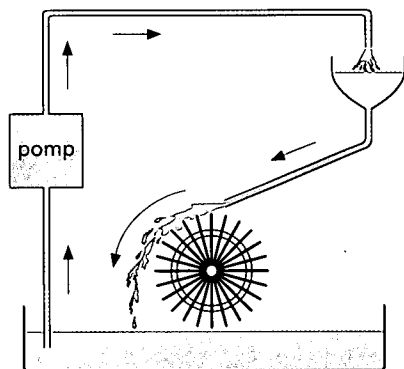
Een dergelijke manier van verwerken maakt leerlingen bewust van hun eigen ideeën, voorstellingen en beelden. Bovendien geven ze docent inzicht in de denkbeelden van hun leerlingen.

Duidelijk is hier dat de leerling begrijpt dat er een grotere stroom loopt wanneer meerdere apparaten worden aangesloten. Weliswaar hebben de stroomdeeltjes dan geen grotere rugzakjes: de energie per stroomdeeltje blijft gelijk bij constante spanning.

5.2a Het gebruik van modellen

Bij het uitleggen van abstracte begrippen kan je gebruik maken van een analogie, of een model. Er wordt dan een vergelijking gemaakt tussen twee dingen. Er zijn overeenkomsten, maar er zijn ook verschillen. Bij een model is er sprake van vereenvoudigingen van de werkelijkheid. Dat lijkt soms makkelijker dan het is. De vereenvoudiging heeft immers ook zijn beperkingen. Het model klopt niet op alle punten met de werkelijkheid. Een model of een analogie kan leerlingen helpen om zich een voorstelling te maken van wat er gebeurt. In een fase van het leerproces kan het zinvol zijn om een vergelijking te maken: 'Stel je eens voor dat ...' of 'Dat is dus net als ...'. Veel gebruikte modellen zijn:

- het waterstroommodel.



Hierbij wordt water rondgepompt in een circuit. De oorzaak van de stroming is het drukverschil dat door de pomp wordt gemaakt. In dit model kan de werking worden verbeeld van stroommeter, spanningsmeter, spanningsbron, weerstand, condensator, diode enzovoort. Ook het stromen van lucht als gevolg van een drukverschil kan model staan voor het stromen van ladingen.

- het fietskettingmodel.

Hierbij is de ketting de stroomkring. De energie wordt geleverd door de trappers en de spanning is te voelen aan de ketting, die boven strak en onder slap is. Het achterwiel zet de energie om in de beweging van de fiets.

- het centrale verwarmingsmodel.

Hierbij wordt water in de ketel verhit. De warmte wordt door het water gersporteerd en in de verschillende kamers afgegeven. Het afgekoelde water komt weer in de ketel.

- het rugzakjesmodel.

Hierbij lopen poppetjes met rugzakjes rond in een kring. In de spanningsbron worden de rugzakjes volgemaakt met energie, die bij de gebruiker weer wordt afgegeven.

5.2b Pas op met het gebruik van modellen!

Sommige modellen kunnen onjuiste denkbeelden voeden. Als leerlingen bijvoorbeeld een model hebben geaccepteerd waarin atomen harde bolletjes zijn, dan is dat later moeilijk te veranderen. Dat keert zich dan later tégen een juiste ontwikkeling van het denken. Iets *afleren* is moeilijker dan iets *aanleren*.

Bij het onderwerp elektriciteit wordt regelmatig gebruik gemaakt van analogieën en modellen.

Het probleem met het waterstroommodel is dat het begrip (water)druk in de basisvorming niet aan de orde komt. Zolang het model gebruikt wordt als analogie voor stroom en energietransport werkt het. Het waterstroommodel is ook bij verdere studie van de elektriciteitsleer van nut. Wanneer deze modellen gebruikt worden voor het uitleggen van begrippen stroom, spanning en weerstand, is het model niet eenvoudiger dan de elektrische schakeling zelf. In feite is voor het denken in een analogie of model een formeel denkniveau vereist! Het model van poppetjes met rugzakjes kan – in een zekere fase van het leerproces in de basisvorming – goed werken om stroom en energietransport te verhelderen. Bovendien geeft het leerlingen de mogelijkheid om zich in de schakeling in te leven en om te visualiseren wat er gebeurt.

Blijf niet te lang steken bij dit wat kinderlijk model. Ladingen zijn geen wezentjes die denken en beslissingen nemen; elektronen 'willen' niet 'graag' naar de plus-pool!

Het gebruik van meerdere verschillende modellen heeft, voor leerlingen die dat aankunnen, voordelen. Ze kunnen meerdere beelden ontwikkelen, waardoor de ontwikkeling van meer abstracte begrippen wordt bevorderd.

Ieder model heeft zijn tekortkomingen. De docent zal zich bewust moeten zijn van deze tekortkomingen om hier in de les extra aandacht aan te besteden.

Bronnen:

W. Grosheide, P. Licht, E. vd. Berg, *Elektriciteit in Huis*, (VU 1993)

PLON-vereniging, *Natuurkunde in Thema's*, deel 2a, (Thieme, 1987)

5.4

Les 2: Gloeilamp of spaarlamp?

In deze les staat het energiegebruik door verschillende soorten lampen centraal. Leerlingen doen eerst een praktisch onderzoek naar het energiegebruik met behulp van een kWh-meter. Daarna worden in groepjes opgaven gemaakt. Aan de hand van een computerprogramma kunnen leerlingen een kostenvergelijking maken. Als huiswerk schrijven leerlingen een artikel voor de schoolkrant waarin reclame gemaakt wordt voor het gebruik van spaarlampen.

Het gaat in deze les om kerndoel 6.3: 'een keus maken tussen gelijksoortige apparaten op grond van argumenten ten aanzien van energiegebruik en veiligheid'. Het levert een bijdrage aan consu-

menteneducatie en natuur- en milieu-educatie. Leerlingen krijgen ook een indruk welke kosten er aan het gebruik van elektrische apparatuur zit.

In deze les staat groepswerk centraal. Leerlingen krijgen hierbij verschillende rollen toebedeeld. Leerlingen leren zo samenwerken. Het voordeel is bovendien dat de docent minder verschillende groepen hoeft te begeleiden en dat er minder practicummateriaal nodig is.

Lesschema: Gloeilamp of spaarlamp?

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
10'	– luisteren. – beantwoorden van vragen.	– toont vier verschillende soorten lampen en houdt klasgesprek. – richt de aandacht op het onderwerp.	– gloeilamp. – spaarlamp. – TL-lamp. – halogeenlamp.
20'	– doen proef met kWh-meter en verschillende lampen.	– rondlopen. – begeleiden. – gesprekje.	– materialen voor het practicum.
15'	– opgaven maken rond energiegebruik van gloei- en spaarlampen (in groepjes).	– rondlopen. – begeleiden. – gesprekje.	– opgaven.
5'		– samenvatten van de les. – opgeven van de huiswerkopdracht.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

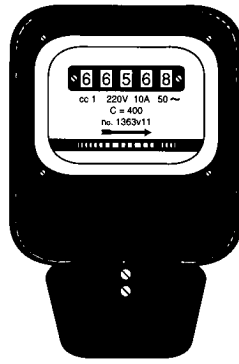
Per groepje van vier:

- lampfittings met stekkers
- kilowattuurmeter
- stopcontact 220 volt
- verschillende lampen: gloeilamp 220V/60W
spaarlamp 220V/12W
- stopwatch

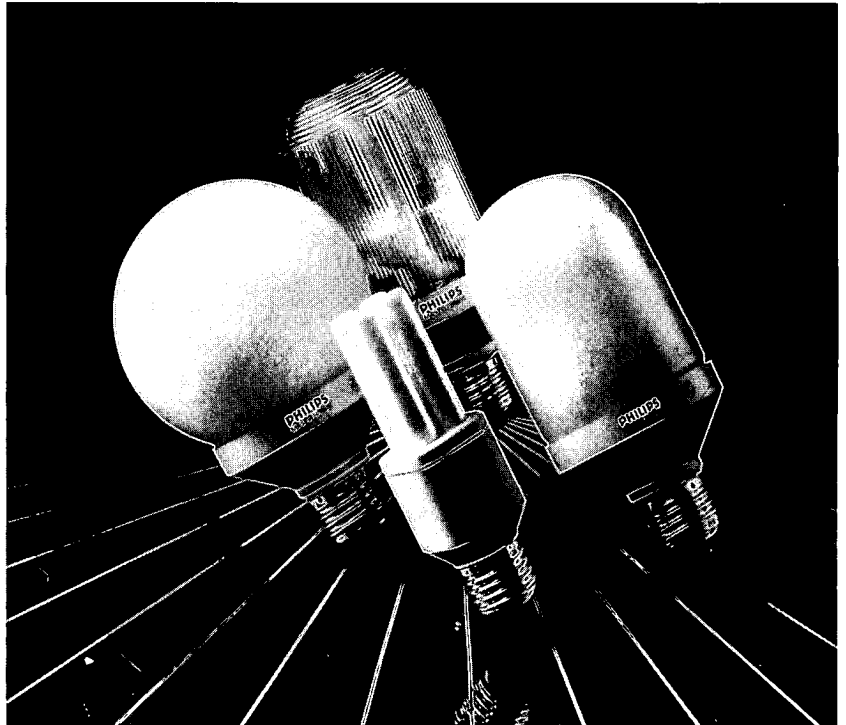
In enkelvoud:

- diverse lampen (gloeilamp, spaarlamp, TL-lamp, halogeenspot)

In veel gevallen is via het plaatselijke elektriciteitsbedrijf aan (afgedankte) kWh-meters te komen. Per exemplaar bespaart de school zich een uitgave van circa 750 gulden! Ook is een alternatieve uitvoering van deze les mogelijk als gebruik wordt gemaakt van digitale vermogensmeters. Dergelijke toestellen zijn voor circa 50 gulden te koop bij de firma Conrad Electronic, Postbus 12, 7500 CA Enschede (postorder)



- i** Bij de bepaling van het energieverbruik van de verschillende lampen wordt een kWh-meter gebruikt. Op de kWh-meter staat aangegeven met hoeveel omwentelingen 1kWh overeenkomt. Met behulp van een stopwatch is dan de totale energie te bepalen die in een zekere tijd is omgezet. Het verschil in vermogen tussen gloeilampen en spaarlampen is aanzienlijk (een verhouding van circa 5:1). Dit wil echter niet zeggen dat het rendement van spaarlampen uitzonderlijk hoog is. Hoewel spaarlampen weinig warmte geven, is het rendement (nuttige energie in de vorm van uitgestraald licht gedeeld door het totale toegevoerde elektrische energie) nog steeds erg klein ($\pm 5\%$). Het rendement van een gewone gloeilamp ligt in de orde van 1%. De meetresultaten van het vermogen van lampen zullen de leerlingen verbazen. Meet bijvoorbeeld eens de energie die een TL-balk van 36 watt in een uur omzet. Dat blijkt meer dan 36 Wh te zijn ten gevolge van de voorschakelapparatuur.



5.3 Taakverdeling bij het practicum

In klassen met 30 leerlingen is het lastig om practicum te doen. Wanneer leerlingen in tweetallen werken is er veel materiaal nodig en moet de docent veel groepjes tegelijk assisteren. Wanneer er grotere groepen gevormd worden zijn deze twee bezwaren voor een deel op te vangen. Voorkomen moet echter worden dat leerlingen binnen een groepje niets te doen hebben en zich afzijdig kunnen houden.

Hiertoe kan een taakverdeling in ieder groepje afgesproken worden. Hierdoor zijn de leerlingen afhankelijk van elkaar en worden ze gedwongen om samen te werken. Bovendien kunnen leerlingen van verschillend niveau hun bijdrage leveren aan het practicum

Mogelijke rollen zijn:

- Materiaalchef
- Uitvoerder
- Verschillende aflezers
- Schrijver
- Lezer (leest de handleiding)
- Vragers (mag vragen stellen aan andere groepen en aan de docent)

Het is nuttig om in verschillende lessen of zelfs in dezelfde les, regelmatig van rol te laten wisselen, zodat leerlingen de verschillende rollen (met de daarbij benodigde vaardigheden) oefenen.

Om te voorkomen dat een 'materiaalchef' zich niet druk hoeft te maken over het experiment en de meetresultaten zelf, is het van belang om vooraf aan te geven dat aan het eind van het experiment de docent een willekeurige leerling zal vragen om verslag te doen van de meetresultaten. Zo is iedere leerling individueel aanspreekbaar op de resultaten van de groep.

Lesverloop

START Als startopdracht toont de docent vier verschillende lampen (gloeilamp 40W, gloeilamp 100W, spaarlamp 12W, halogeenspot en TL-lamp) met vragen als: 'wie van jullie heeft ook zo'n lamp thuis?', 'welke verschillen zie je?', 'welke lamp gebruikt de meeste energie?', 'hoe kun je deze lampen eerlijk vergelijken?' Ook kan de vraag gesteld worden bij wie van de leerlingen thuis spaarlampen gebruikt worden en waarom.

Na korte reacties van leerlingen wordt het practicum ingeleid. Hierbij wordt onder andere de werking van de kWh-meter uitgelegd.

VOORTGANG Vervolgens meten de leerlingen tijdens het practicum met behulp van de stopwatch en de kWh-meter de energie die verschillende lampen (in ieder geval een gloeilamp en een spaarlamp met vergelijkbare lichtopbrengst) verbruiken in een zekere tijd. Hierbij tellen de leerlingen gedurende een vaste tijd (bijv. 5 minuten) het aantal omwentelingen van de schijf van de kWh-meter. Vervolgens wordt voor iedere lamp de verbruikte energie berekend. De resultaten worden op een werkblad ingevuld.

Een probleem in deze fase van de les is dat het wiel van de kWh-

meter zo langzaam draait. Het duurt lang en er is weinig aan te beleven. Geef bijvoorbeeld suggesties voor andere bezigheden. Dit probleem is verholpen als in plaats van kWh-meters gebruik kan worden gemaakt van digitale vermogensmeters; die geven de uitslag onmiddellijk en dat geeft nieuwe mogelijkheden voor metingen. Bijvoorbeeld bij het inschakelen van een TL-lamp of spaarlamp is te zien dat het vermogen in het begin lager is. Op deze wijze kan het fabeltje dat het aanschakelen van TL-lampen juist veel energie kost, uit de wereld worden geholpen!

VERWERKING

Als verwerking krijgen leerlingen in groepjes een aantal opgaven rond vergelijking van gloei- en spaarlampen. Deze opgaven hebben betrekking op de totale kostenvergelijking (aanschafprijs, energiekosten en levensduur). Hierbij kan gebruik gemaakt worden van advertentie-teksten.



HET ZELF MARKT KLUS

GLOEILAMP	SPAARLAMP
25 W.	5 W.
40 W.	7 W.
60 W.	11 W.
75 W.	15 W.
100 W.	20 W.

BU
Met in-
beweging
die 350°
instelbaar
Detektie-
10 meter
Detektiehoe-
Instelbare b-
van 20 sec
10 min
voor
60 W
(E)

OSRAM
ELEKTRONISCHE SPAARLAMP

MET GELD-TERUG-GARANTIE

De besparing binnen 2 jaar vaak meer dan het aankoopbedrag. Niet goed?
Binnen 4 weken terug brengen naar uw Plus Klus winkelier en u krijgt het volledige aankoopbedrag terug.

Vanaf

29.⁹⁵

LIJNLAMP-SET
Kunststof arm
van aan/uit-
Kompleet
lijnlamp

Als afronding vat de docent de resultaten van het experiment samen en neemt in de bespreking ook de effecten van levensduur en aanschafprijs mee.

De leerlingen krijgen de opdracht mee om een kort artikeltje of een advertentie voor de schoolkrant te schrijven waarin ouders, leerlingen en docenten aangeraden wordt om spaarlampen te gebruiken.

Suggesties voor vervolg

In een volgende les kan energiegebruik in huis verder besproken worden. Een goede aansluiting geeft kerndoel 6.1: 'het energiegebruik van apparaten in een parallelschakeling berekenen en aangeven waar de hoeveelheid gebruikte energie van afhangt'. Hetzelfde geldt voor kerndoel 6.2: 'De leerlingen kunnen het vermogen van apparaten in een parallelschakeling berekenen en een kostenberekening maken van het energiegebruik'. Dat betekent dat meerdere apparaten op de kWh-meter aangesloten worden. Ook kunnen de leerlingen de opdracht krijgen om gedurende een week het energiegebruik thuis bij te houden.

In een vervolgles kan ook gebruik gemaakt worden van een computerprogramma van uitgeverij Visiria. Dit programma '*NVS-plan*' bestaat uit een eenvoudig spreadsheet rond groei- en spaarlampen. In dit spreadsheet wordt een vergelijking gemaakt tussen de totale kosten (energiekosten en aanschafkosten) voor de verschillende lampen.

Indien er weinig computers beschikbaar zijn kunnen leerlingen in groepjes om de beurt met de computer werken terwijl andere leerlingen verwerkingsopgaven maken.

Bronnen:

NVS-plan, Uitgeverij Visiria (Lopik, 1993)

Hoofdcatalogus, Conrad Electronic (Enschede 1994)

5.5

Les 3: Veiligheid in huis

In deze les gaan leerlingen zelfstandig met een werkblad over gevaren en veiligheid van elektriciteit aan de slag. Hierbij staan de aardlekschakelaar en de randaarde centraal.

De docent laat de werking van een aardlekschakelaar zien aan de hand van een demonstratieproef. De evaluatie vindt plaats door middel van een opstel waarin leerlingen de reis van een stroomdeeltje moeten beschrijven vanaf de stoppenkast, door de aardlekschakelaar naar een apparaat in huis en terug.

Het gaat in deze les over een onderwerp dat op de belangstelling van de leerlingen mag rekenen. Favoriete onderwerpen op het terrein van elektriciteit zijn immers gevaren en veiligheid. Alle leerlingen gebruiken elektriciteit, kopen elektrische apparatuur en gooien afgedankte apparaten weg. Leerlingen moeten en willen weten

hoe ze met elektrische spullen moeten omgaan, welke gevaren er aan elektriciteit zitten en hoe deze gevaren zo klein mogelijk gemaakt kunnen worden.

De huiswerk-opdracht met het opstel geeft leerlingen de gelegenheid om zich op een creatieve wijze te uiten (in tegenstelling tot opgaven die kennisgericht zijn) en het geeft de docent inzicht in begripsproblemen van leerlingen.

Lesschema: Veiligheid in huis.

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
15'	– praten over eigen ervaringen met de gevaren van elektriciteit.	– introductie over de gevaren van elektriciteit, aan de hand van een krante-artikel en ervaringen van leerlingen.	– artikel uit de krant.
20'	– werken aan het blad met vragen over randaarde en de aardlekschakelaar (in groepjes).	– rondlopen. – begeleiden. – gesprekjes houden.	– blad met vragen.
10'		– demonstreert de werking van de aardlekschakelaar. – huiswerkopdracht toelichten.	– apparatuur met randaarde (o.a. stekkers en stopcontact) – aardlek-schakelaar.
05'		– samenvatten.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

In enkelvoud:

- aardlekschakelaar
- schuifweerstand (4000 Ω)
- spanningsbron
- gloeilamp (bij voorkeur 24 volt)

In veel gevallen is via het plaatselijke elektriciteitsbedrijf aan bruikbare aardlekschakelaars te komen.



Het belangrijkste gevaar van elektriciteit voor ons lichaam zit hem in het feit dat de spieren geprikkeld worden door elektrische stroompjes. Een elektrische stroom door het lichaam kan daardoor verkramping van spieren tot gevolg hebben. Met name verkramping van de hartspier is hierbij gevaarlijk. Bij stroomsterktes groter dan 10 mA treedt reeds verkramping van de spieren in de hand op en bij stroomsterktes boven de 30 mA wordt de hartslag verstoord.

5.4 Leefwereld van 12- tot 16-jarigen

Eén van de doelstellingen binnen de basisvorming is dat de leerstof toepassingsgericht moet zijn. Dat wil zeggen dat het geleerde voor leerlingen herkenbaar en toepasbaar is. Voor het maken van een keuze uit mogelijke contexten of toepassingsgebieden moet het bekend zijn welke gebieden uit de leefwereld leerlingen aanspreken.

Uit onderzoek op dit terrein ontstaat het beeld dat veel leerlingen van 12 tot 16 jaar met name geïnteresseerd zijn in de volgende drie onderwerpen:

- Veiligheid en gezondheid (het eigen lichaam)
- Actualiteit (natuurverschijnselen, milieuverontreiniging en uitvindingen)
- Kwaliteit en mogelijkheden van apparatuur (audio, video, huishoud-apparatuur, computers)

De interesse van jongens en meisjes is verschillend. Meisjes hebben meer interesse in het eerste onderwerp, jongens in het derde onderwerp.

Een ander aspect waar leerlingen in geïnteresseerd zijn is de relevantie van onderwerpen voor het huidige persoonlijke en toekomstige leven.

Globaal kan gesteld worden dat het waardevol is leerlingen te laten zien dat natuur- en scheikunde een vak *voor* en *door* mensen is. Ook de rol van de leerling als consument maakt hier onderdeel van uit.

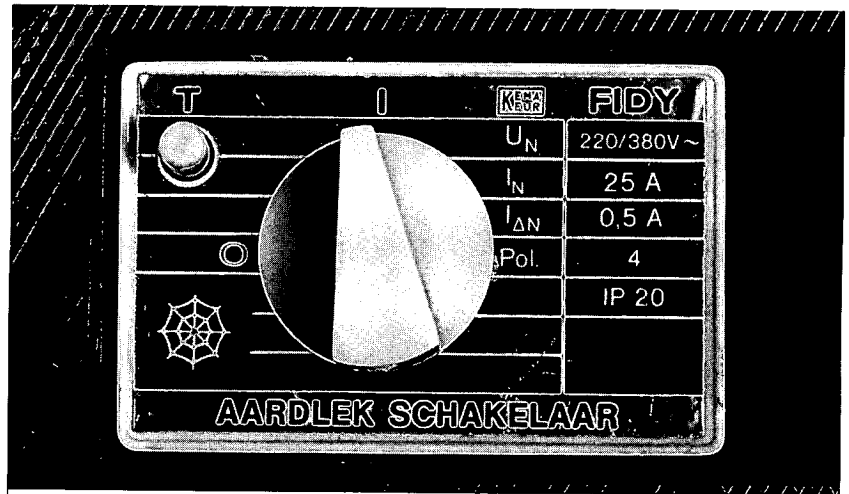
Binnen het onderwerp elektriciteit betekent dit dat aandacht geschonken wordt aan veiligheid van de elektrische installatie. Ook het belang van het onderwerp elektriciteit voor vervolgopleidingen en beroepen kan in de lessen aan de orde komen.

De grootte van de stroomsterkte door het lichaam is van een aantal factoren afhankelijk:

- Van de spanning die over het lichaam staat. Over het algemeen kunnen spanningen tot 24 volt wisselspanning geen kwaad voor het lichaam.
- Van de weerstand van het lichaam. Deze verschilt van persoon tot persoon en wordt voor het grootste deel bepaald door de weerstand van de huid. Met name bij een vochtige huid neemt de weerstand van het lichaam sterk af. Verder is de lengte van de stroomweg door het lichaam van belang. Een mogelijke weerstandswaarde voor het lichaam is circa 2 kΩ.
- Van de frequentie. Wisselspanning is gevaarlijker dan gelijkspanning. Bij gelijkspanning levert een stroomsterkte van 80 mA weinig gevaar voor de mens. Juist frequenties tussen 50 en 100 Hz zijn het meest gevaarlijk.
- Van de tijdsduur van de schok (zie de grafiek op het werkblad op bladzijde 75).

In sommige gevallen overleven mensen een schok bij hoogspanning. Dit komt doordat het grootste deel van de stroom aan de buitenkant van het lichaam gaat. Dit geeft echter ernstige brandwonden.

De aardlekschakelaar is een apparaat dat het gevaar van elektrische schokken moet verkleinen.



De aardlekschakelaar vergelijkt de stroomsterkte in de nuldraad en in de fase-draad. In een normale situatie zijn deze stroomsterktes even groot. Indien een deel van de stroom (via een lichaam) weglekt naar aarde, is er in de draden een verschil in stroomsterkte. Door dit verschil in stroomsterkte wordt een magnetische schakelaar overgehaald die de stroom uitschakelt. Bij een verschil in stroomsterkte van 0,03 A wordt binnen 0,1 s de stroom uitgeschakeld.

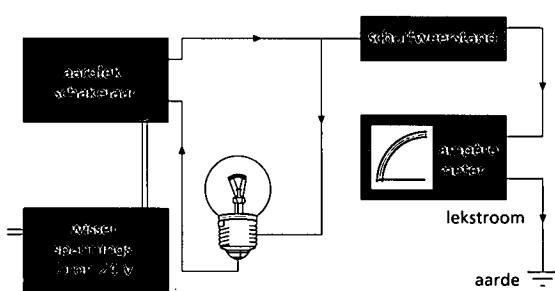
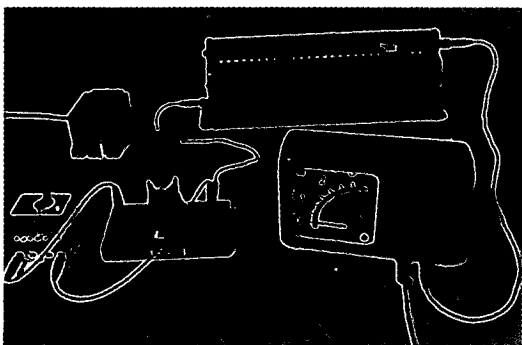
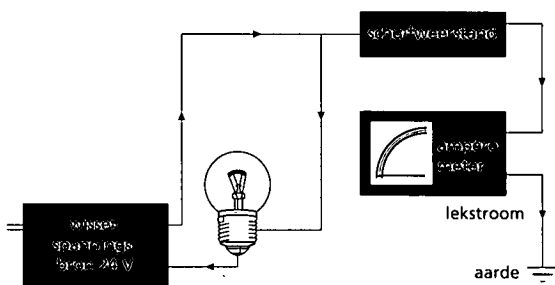
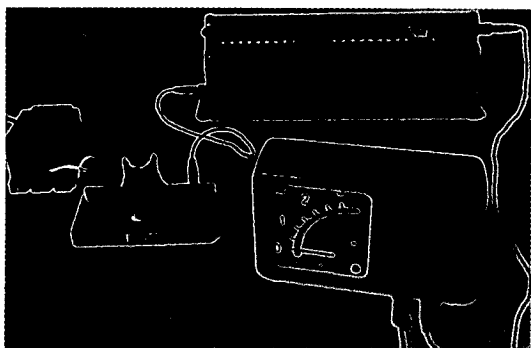
N.B.: 'Stromen die weglekken naar aarde' zijn voor leerlingen moeilijk te begrijpen en voor leraren moeilijk uit te leggen. Het lekken lijkt in strijd met het feit dat stromen altijd in een kring rond gaan. Ook de speciale rol van 'de aarde' is moeilijk in dit stadium wetenschappelijk verantwoord uit te leggen. Toch is het in de basisvorming van belang dat de speciale rol van de aarde bij elektriciteit in huis tot de ervaringswereld van de leerlingen gaat behoren.

Lesverloop

START Bij de start van de les leest de docent een artikel uit een krant voor over een ongeval met elektriciteit. Het kan gaan over iemand die dood in de badkuip is aangetroffen en 'in het water hing een föhn die onder spanning stond'. Of iemand die van ergernis met een schaar het snoer doorknipte van de TV. Voorbeelden van mogelijke artikelen zijn in de kranten te vinden of in het tijdschrift Exaktueel. De leerlingen wordt hierna gevraagd of zij ervaring hebben met ongelukken met elektriciteit en op welke wijze voorkomen kan worden dat er ongelukken gebeuren.

VOORTGANG Vervolgens deelt de docent een blad met vragen uit. De leerlingen lezen het en maken in groepjes van vier de opdrachten. De docent loopt rond om vragen te beantwoorden. Eventueel kunnen de vragen thuis afgemaakt en in de volgende les besproken worden.

VERWERKING Als afronding bespreekt de docent met de klas enkele antwoorden en gaat op eventuele vragen in. Ter illustratie demonstreert de docent de aardlekschakelaar aan de hand van een schakeling met een 24-volts lamp, die via een aardlekschakelaar is aangesloten op een spanningsbron. Vanaf één kant van de lamp loopt een draad via een ampèremeter naar een schuifweerstand van $\pm 4000 \Omega$ terug naar de spanningsbron. Wanneer de schuifweerstand teruggeschoven wordt neemt de 'lekstroom' door de ampèremeter toe. Wanneer deze lekstroom groter wordt dan $\pm 30 \text{ mA}$ schakelt de aardlekschakelaar uit.



1

Vragen over: Veiligheid in huis

Veel apparaten in huis werken op elektriciteit. Als een apparaat kapot is kan de buitenkant in aanraking komen met een stroomdraad. Als de buitenkant van metaal is ontstaat een gevaarlijke situatie. Als je het apparaat dan aanraakt, krijg je een schok.

Soms kan ook een stroomdraad kapot gaan, zodat je de koperen draad kan aanraken. Ook dat is gevaarlijk. Als de stroom die door je lichaam gaat, groter is dan 30 mA ontstaat een levensgevaarlijke situatie.

Om ongelukken in huis te voorkomen, zijn een aantal maatregelen genomen. Twee belangrijke beveiligingen zijn: de randaarde en de aardlekschakelaar.

1 Waarom is een smeltveiligheid niet voldoende als beveiliging?

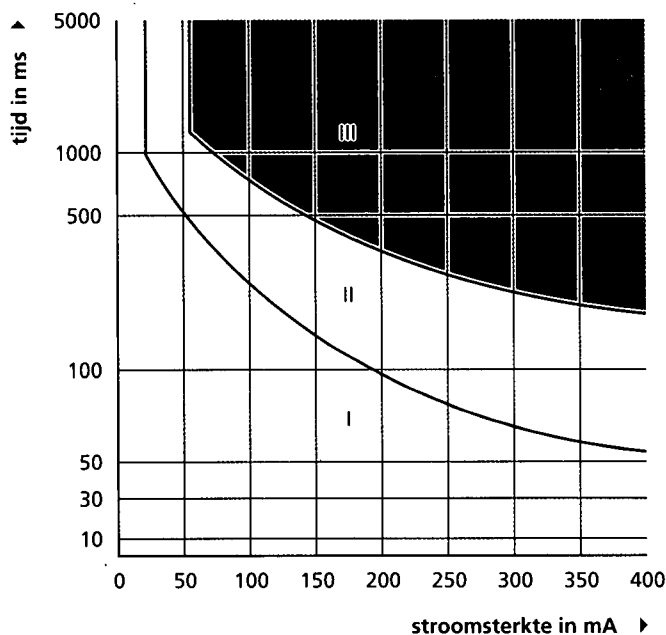
De buitenkant van apparaten met randaarde is verbonden met een metaaldraad die de aarde ingaat. Als een stroomdraad nu in aanraking komt met de buitenkant van een apparaat, dan loopt er een stroom via de metaaldraad naar de aarde. Die metaaldraad heeft een hele kleine weerstand, zodat er een grote stroom gaat lopen. Als die stroom groot genoeg is, smelt de zekering door. De verbinding is dan verbroken.

2 Maak een lijst van apparaten die met randaarde beveiligd zijn. Van welk materiaal is de buitenkant van die apparaten? Waar staan deze apparaten?

3 Maak ook een lijst van apparaten die niet met randaarde beveiligd zijn. Van welk materiaal is de buitenkant van deze apparaten? Is het gevaarlijk om deze apparaten te gebruiken? Waarom (niet)?

Niet alle apparaten zijn beveiligd met randaarde. Bovendien kun je ook direct in aanraking komen met stroomdraden. Bijvoorbeeld als je een lamp verwisselt, zonder de elektriciteit uit te schakelen.

In veel nieuwe huizen zit in de meterkast een aardlekschakelaar. Deze aardlekschakelaar schakelt de verbinding uit als er stroom naar de aarde 'lekt'. Dat is het geval wanneer er een stroom door je lichaam gaat.



In de grafiek hierboven staat aangegeven wanneer een stroom door je lichaam gevaarlijk is. Dat is afhankelijk van de grootte van de stroomsterkte en van hoe lang de stroom door je lichaam gaat. In gebied I treden als regel geen gevaarlijke effecten op.

- 4 Hoe lang mag een stroom van 100 mA door je lichaam gaan, voordat het gevaarlijk wordt?
- 5 Bij welke stroomsterkte moet volgens jou de aardlekschakelaar de stroom uitschakelen? Binnen welke tijd moet de schakelaar de stroom uitschakelen?
- 6 Bedenk een aantal situaties waarbij een aardlekschakelaar ongelukken kan voorkomen.
- 7 De meeste aardlekschakelaars zijn zo gemaakt dat ze de verbinding verbreken wanneer de lekstroom groter is dan 30 mA. De verbinding wordt dan binnen 0,1 s verbroken. Is dat volgens jou veilig?
- 8 Is het nog nodig om zekeringen in de meterkast te gebruiken als er al een aardlekschakelaar zit?
- 9 Huiswerkopdracht
Schrijf een kort verhaal over een stroomdeeltje dat een reis maakt vanaf de stoppenkast via de aardlekschakelaar naar een apparaat en weer terug.
Beschrijf wat het stroomdeeltje onderweg allemaal tegenkomt en meemaakt.

Suggesties voor vervolg

Als vervolg op deze les kunnen toepassingen worden bekeken van elektrische schakelingen die in apparaten thuis of in herkenbare beroepen een rol spelen. De meeste leerboeken geven hier voorbeelden van. Het kan interessant zijn om in het lokaal opengewerkte opstellingen te exposeren. Zo heb je al een leuke wandversiering voor in het lokaal als alle onderdelen van bijvoorbeeld een defect strijkijzer, op een plaat multiplex naast elkaar worden vastgelijmd. Daag ook de leerlingen uit om van defecte apparaten dit soort kunstwerken te maken!

Bronnen:

W.E. Bijker, J. Kortland, J. van der Rijst, A.J. de Wever, *Exact Natuurkunde*, deel 2. (Meulenhoff, 1983)

Tijdschrift voor natuurkundeonderwijs, *Exaktueel*, KUN te Nijmegen.

5.6

Les 4: Toepassingen van schakelingen

In deze les bestuderen de leerlingen in groepjes een schakeling. De schakeling kan nagebouwd worden, er kunnen metingen verricht worden en de leerlingen moeten nagaan in welke praktijksituaties de schakelingen een rol spelen. De resultaten van het onderzoek worden gepresenteerd door middel van een poster. In de vorige les is de werkwijze uitgelegd en hebben de leerlingen reeds een keuze gemaakt voor een schakeling. Ook is een plan voor onderzoek gemaakt. In de volgende les worden de posters gepresenteerd.

Het gaat in deze les om kerndoel 1.7: 'praktische toepassingen van natuurkunde en scheikunde herkennen in verschillende maatschappelijke situaties'. Voorbeelden van schakelingen, die tijdens de les aan bod komen, mogen dus niet beperkt blijven tot abstracte schakelingen met spanningsbronnen en weerstanden. Er moet zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van schakelingen die leerlingen in het dagelijks leven tegen kunnen komen.

Ook betrekken we bij deze les kerndoel 5.2: 'aangeven dat een elektrische schakeling alleen functioneert als deze gesloten is' en kerndoel 5.3: 'goede en slechte geleiders van elektriciteit onderscheiden'. Hierbij kunnen in de les toegepaste schakelingen aan de orde komen, waar de gesloten stroomkring en schakelaars een belangrijke rol spelen of waar bijzondere weerstanden met een variabele waarde, zoals een NTC of een LDR van belang zijn.

De vaardigheden van het doen van een eigen onderzoek en het presenteren van informatie spelen in deze les een belangrijke rol. Hierbij is van belang dat leerlingen weten aan welke eisen het onderzoek en de poster moeten voldoen.

Lesschema: Toepassingen van schakelingen.

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
5'		– uitleggen van het doel en de werkwijze.	
5'	– onderzoek voorbereiden.	– criteria aangeven waaraan de producten moeten voldoen.	
35'	– onderzoeken (nabouwen en meten) van een gekozen schakeling.	– rondlopen. – begeleiden. – gesprekjes.	– diverse practicummaterialen en apparaten. – plaatjes van elektrische apparatuur thuis en in beroepsituaties.
5'		– samenvatten van de huiswerктаak en de eisen voor de afronding.	



De volgende materialen zijn nodig in de les (afhankelijk van de schakelingen):

Per viertal:

- spanningsbron
- snoeren
- stroommeter

In enkelvoud:

- opengewerkte apparaten (strijkijzer, verwarmingsplaat, soldeerbout)
- temperatuurs- en lichtafhankelijke weerstanden
- lampjes en fittingen
- ...



Het is bij deze les mogelijk om schakelingen van verschillende moeilijkheidsgraad aan te bieden. In de voorafgaande les kan de docent een aantal schakelingen noemen (eventueel op papier), waar de leerlingen uit kunnen kiezen. De huiswerkopdracht is om vooraf informatie over de gekozen schakeling te zoeken en een plan voor onderzoek te maken (welke onderdelen heb je nodig, wat wil je meten).

De schakelingen waar leerlingen uit kunnen kiezen worden bepaald door het niveau en de (voor)kennis van de leerlingen.

Mogelijke schakelingen zijn:

- de deurbel
- het controle-lampje van de koelkast
- de soldeerbout
- de hotelschakelaar
- het strijkijzer (bimetaalschakelaar)

- het koffiezetapparaat (verwarmingselement en oververhittingsbeveiliging)
- het brandalarm met behulp van een NTC
- de rookmelder met een LDR
- het mistwaarschuwingssysteem met een LDR
- de thermostaat (kwikschakelaar en bimetaal)
- de waakvlambeveiliging (thermokoppel en elektromagneet)

Lesverloop

START Om te beginnen legt de docent de bedoeling van de les uit en geeft aan wat er van de groepjes verwacht wordt. Tevens geeft de docent aan volgens welke criteria de posters beoordeeld worden. Bijvoorbeeld:

Op de poster moet het volgende staan:

- een schematische tekening van de schakeling;
- een uitleg over de werking van de schakeling;
- plaatjes van situaties en beroepen waarbij deze schakeling een rol speelt.

De poster moet minimaal 1 meter hoog en 50 cm breed zijn.

De poster moet zo helder zijn dat de andere leerlingen die zich niet in de schakelingen verdiept hebben, begrijpen waar het over gaat.

Vervolgens voeren de leerlingen in viertallen een onderzoek uit naar de schakelingen.

Dit onderzoek bestaat uit verschillende onderdelen:

- het nabouwen van de schakeling;
- het meten aan de schakeling;
- het verklaren van de werking van de schakeling;
- het aangeven van situaties en beroepen waarin de schakeling een rol speelt.

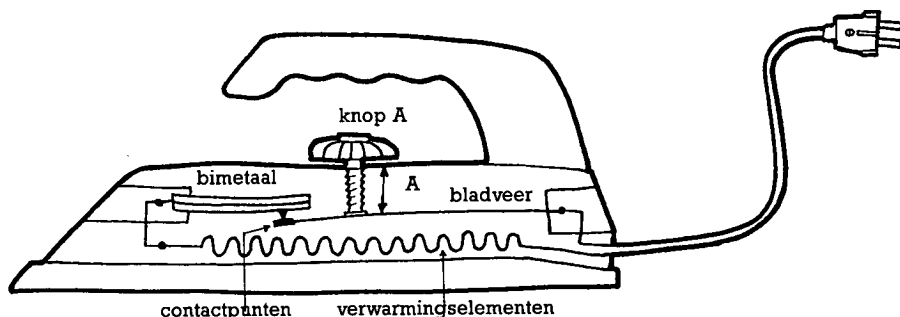
Een deel van het werk wordt na de les uitgevoerd als huiswerk.

Als voorbeeld volgt hiernaast een opdracht rond het strijkijzer.

2 Het strijkijzer

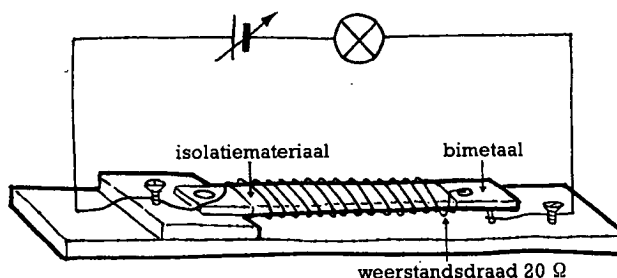
Om te voorkomen dat het strijkijzer te heet wordt, zit er in ieder strijkijzer een beveiliging. Deze beveiliging bestaat uit een bimetaal-schakelaar.

Een bimetaalschakelaar is een schakelaar die uit twee verschillende stukjes metaal bestaat. Als het bimetaal heet wordt, zetten de stukjes metaal uit. Omdat het ene metaal meer uitzet dan het andere metaal, trekt het bimetaal krom. De stroomkring wordt dan verbroken.



Opdracht 1: Bekijk een oud strijkijzer en geef aan waar de bimetaal-schakelaar zit.

Opdracht 2: Bouw de onderstaande schakeling en onderzoek de invloed van het bimetaal op de schakeling.



Opdracht 3: Geef in eigen woorden aan hoe de bimetaalschakelaar werkt en waarom deze in een strijkijzer ingebouwd zit.

Opdracht 4: Zoek voorbeelden (bijvoorbeeld met behulp van plaatjes en artikeltjes) van andere toepassingen van een bimetaal-schakelaar en van beroepen waarin je te maken krijgt met bimetaalschakelaars.

5.5 Criteria voor de beoordeling van posters

Leerlingen werken graag aan het maken van een produkt, zoals een poster. Er moet dan wel een duidelijke instructie zijn. Wat ga je maken, waarom en hoe? Hoeveel tijd is er beschikbaar? Ook moet de klas weten aan welke eisen het produkt moet voldoen. Net als bij toetsen moeten de leerlingen weten wat er van hen verwacht wordt. Bouw geleidelijk de vaardigheden op. Ze kunnen niet op alles tegelijk letten. Zeg bijvoorbeeld over de vormgeving: 'Deze keer letten we er vooral op of de poster er netjes uitziet; maak korte en bondige zinnen en zet er een titel boven.'

Leerlingen kunnen daar rekening mee houden bij het maken van het werk. Wanneer de eisen duidelijk zijn, kunnen leerlingen ook meedoen in het beoordelen van elkaars werk.

Verder hebben de leerlingen er recht op te weten hoe het eindcijfer voor de poster tot stand komt.

Bijvoorbeeld: voor de vormgeving en voor de inhoud zijn elk 5 punten te verdienen. Goede tekeningen en diagrammen kunnen bonuspunten opleveren.

Doe wat meer met de posters dan ze alleen in de klas ophangen. Denk bijvoorbeeld aan open dagen, ouderavonden, een expositie of de aankleding van een gang. Dat is motiverend!

VERWERKING Als afronding van de les formuleert de docent duidelijk op het bord de huiswerktaak en de eisen die eraan gesteld worden. De resultaten van het onderzoek moeten op een poster worden verwerkt. De posters moeten in de volgende les worden gepresenteerd.

Suggesties voor vervolg

In de volgende les worden de posters gepresenteerd. Bij de beoordeling van de posters kunnen ook de leerlingen zelf betrokken worden. Aan de hand van de tevoren uitgedeelde criteria moeten de leerlingen elkaars posters beoordelen. Zo wordt een bijdrage geleverd aan het algemene vaardigheidsdoel: 'vooraf gestelde, functionele criteria hanteren bij het zelf beoordelen van werkstukken ...'.

De docent kan er voor kiezen om de beoordelingen van de leerlingen voor de helft mee te laten tellen in de eindbeoordeling.

Bronnen:

Egbert Holl, *Ingeschakeld*, (SLO, 1992)

Leisink, *Werken met de trigger 741*, (APS 1994)

6

Verbranden en verwarmen



In dit hoofdstuk worden lessen besproken die aansluiten bij domein D: 'Verbranden en Verwarmen', kerndoel 7, 8 en 9. Dit domein is een mooi voorbeeld van integratie van kennis afkomstig uit natuur- en scheikunde. In de voorbeeldlessen wordt aangesloten bij kennis uit de leefwereld van leerlingen. Een aandachtspunt is zelfstandig werken en het dragen van verantwoordelijkheid voor het eigen leren van de leerlingen. Verder illustreren de lessen hoe vaardigheden als het doen van onderzoek en het verwoorden van een eigen standpunt geoefend kunnen worden. In de eerste twee lessen ligt het accent op de vakinhoud. In de laatste twee lessen gaat het meer om het toepassen van die kennis en krijgen contexten en meningsvorming meer aandacht.

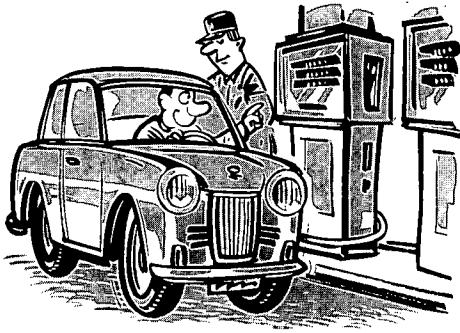
6.1

Integratie van Natuurkunde en Scheikunde

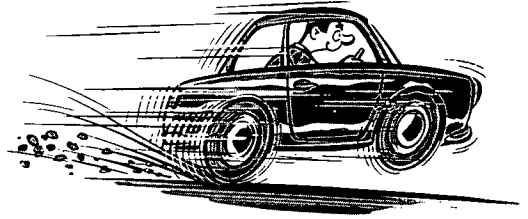
Veel onderwerpen die in de kranten of op de televisie uitgediept worden, kun je beter begrijpen als je beschikt over natuurwetenschappelijke kennis. En in veel beroepen spelen kennis en vaardigheden van de natuurwetenschappen een belangrijke rol. Met natuurwetenschappen bedoelen we hier niet de respectievelijke aparte vakken. Waar je ook komt, het is bijna altijd zo dat aspecten van zowel natuurkunde als scheikunde - en vaak ook biologie - op één of andere manier gelijktijdig een rol spelen. De puur gescheiden vakken kom je eigenlijk nooit tegen. Dat geldt ook voor processen in de industrie en zelfs voor onderzoek aan de universiteit. Kortom het is voor leerlingen belangrijk de opgedane kennis in samenhang te zien. Dan heb je er later meer aan. Het domein *Verbranden en Verwarmen* is een uitstekend voorbeeld om aan die samenhang te werken. Bij verbranden ligt de nadruk weliswaar meer op scheikunde, maar verwarmen heeft duidelijk met zowel natuurkunde als scheikunde te maken en energiebeschouwingen komen ook in beide schoolvakken voor.

In de basisvorming moet de integratie niet beperkt blijven tot natuurkunde en scheikunde. Toepassingen in techniek en technologie en effecten daarvan op de samenleving en op het milieu verdienen eveneens aandacht.

Het vak moet dus bekeken worden met een brede en vakoverstijgende blik. Daarmee krijgt het vak meer herkenbaarheid en praktisch nut. Veel leerlingen nemen geen natuur- of scheikunde in hun vakkenpakket op. Dus is de basisvorming voor velen vrijwel de enige natuurwetenschappelijke bagage die ze via school mee krijgen. Daar moeten ze het de rest van hun leven mee doen.



chemische energie

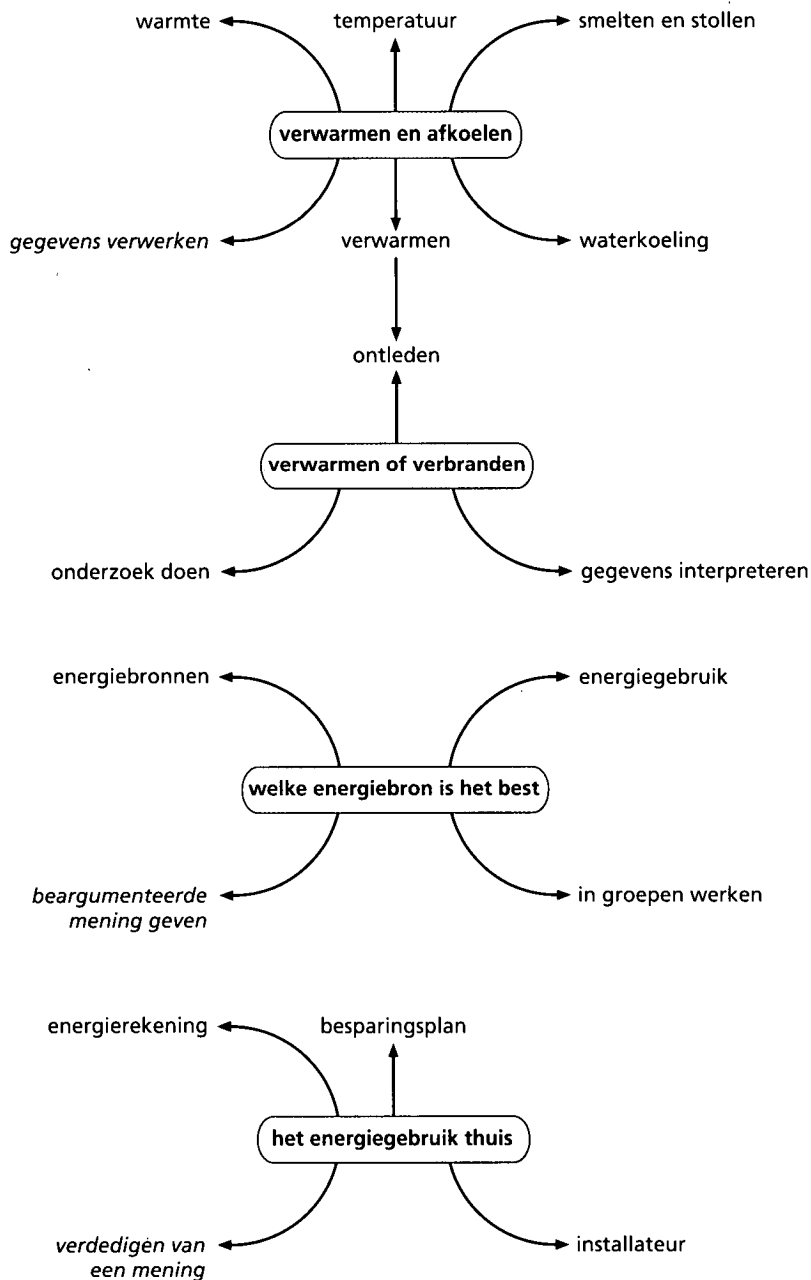


bewegingsenergie + warmte

Deze groep leerlingen is gebaat bij kennis en vaardigheden die helpen bij het functioneren in de samenleving. In de voorbeeldlessen is dus zo veel mogelijk gekozen voor onderwerpen die herkenbaar zijn in de samenleving.

Voor de leerlingen die na de basisvorming moeten besluiten of ze met natuurkunde en/of scheikunde verder willen, moet de integratie van natuurkunde en scheikunde overigens niet zover gaan dat de individuele vakken onherkenbaar zijn. Het is prima om in een domein zoals *Verbranden en verwarmen*, natuurkunde en scheikunde geïntegreerd aan te bieden als er elders voldoende herkenbare natuurkunde en herkenbare scheikunde voorkomt.

Begrippen-netwerk rond verbranden en verwarmen



In deze les onderzoeken de leerlingen het transport van warmte van de ene stof naar de andere. Ze merken dat het toevoeren van warmte aan stoffen die aan het smelten zijn niet leidt tot een verhoging van de temperatuur. Veel schoolboeken gaan op dit verschijnsel in. In deze les wordt rekening gehouden met het probleem dat veel leerlingen warmte en temperatuur moeilijk uit elkaar kunnen houden.

In deze les gaat het om kerndoel 8: 'de werking van warmte-isolerende maatregelen verklaren, gebruik makend van de begrippen stroming en geleiding'. Verder sluit de les aan bij de volgende in kerndoel 1 genoemde vaardigheden:

- uit gegevens informatie selecteren, daarbij onderscheid maken tussen feiten en meningen, en gegevens uit tabellen weergeven in diagrammen;
- experimenten voorbereiden, uitvoeren en de resultaten ervan verwerken;
- praktische toepassingen van natuurkunde en scheikunde herkennen in verschillende situaties'.

Het is ook mogelijk de computer te gebruiken bij het verzamelen of verwerken van gegevens of het inzichtelijk maken van processen.

In deze eerste les staat de vakinhoud centraal.

Lesschema: Verwarmen en afkoelen.

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
10'	– beantwoorden van inleidende vragen.	– de aandacht richten op het onderwerp. – nagaan wat de leerlingen al van het onderwerp weten. – formuleert de werkvraag.	– werkblad.
15'	– proeven doen in tweetallen.	– voorbereiden en spullen klaarzetten. – leerlingen begeleiden.	– practicum benodigdheden. – werkblad met tabel voor waarnemingen.
15'	– werken aan vragen en opdrachten ter verwerking.	– luisteren, vragen stellen, leerlingen onder woorden laten brengen wat ze ontdekt hebben.	– werkblad. – grafiekpapier.
10'	– conclusies trekken, samenvatting maken.	– proef + resultaten nabespreken.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

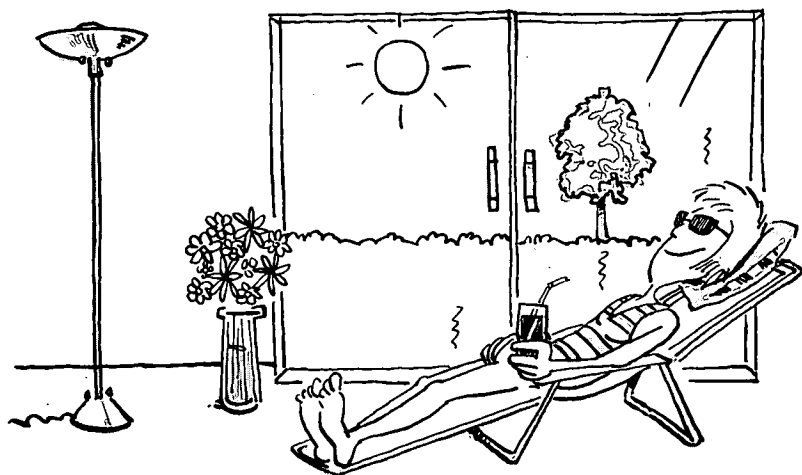
Per tweetal leerlingen:

- reageerbuis met ongeveer 15 gram salol (fenyl salicylaat = fenyl ester van 2-hydroxy benzeencarbonzuur), smeltpunt 43°C
Een alternatief is motteballen (paradichloorbenzeen, smeltpunt 53°C) of palmitinezuur (smeltpunt 63°C). Naftaleen is ook geschikt, maar het smeltpunt ligt wel veel hoger 80°C .
- thermometer, bereik -10 tot $+110^{\circ}\text{C}$
- brander, driepoot plus gaasje
(nog mooier is een statief met klemmen en ringen, maar strikt nodig is dat niet)
- bekerglas 400 ml voor driekwart gevuld met water van $50 - 55^{\circ}\text{C}$
- veiligheidsbrillen en laboratoriumjassen
- stopwatch

In plaats van stopwatches is een wandklok klok met secondenwijzer voor de hele klas handig.



Transport van warmte is een verschijnsel, dat in onze maatschappij vele toepassingen kent. Leerlingen hebben er volop ervaringen mee: ze weten dat een lepeltje in de thee warm wordt, ze weten dat je een hete pan bij de oren moet vastpakken, ze weten dat de motor van een auto gekoeld wordt, ze weten dat huizen geïsoleerd worden, ze kennen een thermosfles, ze weten dat de zee in de zomer veel kouder is dan het strandzand, ze kennen misschien de wetsuits die door surfers worden gedragen.



Glas absorbeert nauwelijks straling.

Dit kun je goed waarnemen, als je achter een ruit in de zon zit. Je moet dan maar eens aan de ruit voelen. De ruit voelt koud aan. Zelf absorbeer je wel straling. Zelf word je wel verwarmd.

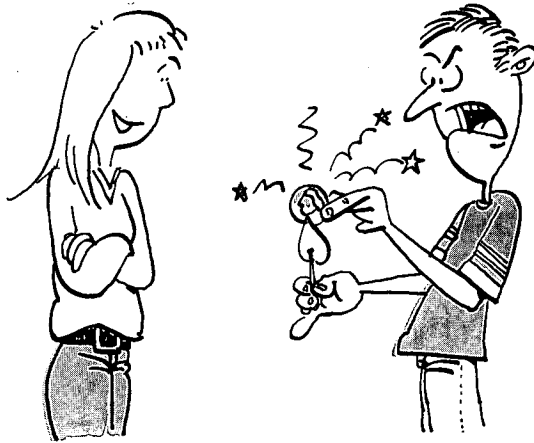
Deze voorkennis uit de leefwereld van de leerlingen kan goed gebruikt worden als opstapje naar de proef. Probeer niet direct allerlei verklaringen te geven. Het is beter dat de leerlingen zelf ontdekken waar het om gaat en daar-

voor is de proef ook bedoeld. Als het goed is ontdekken de leerlingen dat het toevoeren van warmte niet altijd leidt tot verhoging van de temperatuur. Dat helpt tevens met verduidelijken dat warmte en temperatuur niet hetzelfde is. Overigens zal dat onderscheid, zelfs na de proef, voor veel leerlingen nog een probleem blijven.

Als alternatief kan de proef met de computer worden gedaan, in plaats van met gewone thermometers en stopwatch. In dat geval wordt gewerkt met een PC met interfacekaart, meetpaneel en twee temperatuursensoren. Hiervoor is de UIA-kaart en het interfaceprogramma IPCOACH goed bruikbaar. De temperatuur-tijd-diagrammen zijn dan direct zichtbaar op het scherm. Als dit als demo gebeurt dan verdient een grootbeeld monitor of LCD-scherm op de overheadprojector de voorkeur. Maar het is natuurlijk beter de leerlingen zelf met de computer te laten werken. Al rondlopend ben je dan als docent goed in staat met de leerlingen te praten over de beelden op hun scherm.

Lesverloop

START De les start met een proef die de aandacht van de leerlingen trekt. Een mogelijkheid is de grap van de gulden met de brandende lucifer.



Carla zegt: 'Pieter, hier heb ik een gulden. Jij mag hem hebben, als je hem in een brandende lucifer kunt houden tot de lucifer opgebrand is. Als het je niet lukt, geef je mij de gulden terug.'

Pieter: 'Dat is goed, het lukt me vast.'

Krijgt Pieter de gulden, denk je?

Daarna wordt verder onderzocht wat de leerlingen al weten over warmte en temperatuur door ze te laten werken aan een werkblad. Hierna volgt een voorbeeld.

1

Warmte en temperatuur

Heb je wel eens gemerkt dat

- zeewater in de zomer kouder is, dan het strandzand? ja/nee
- een metalen lepeltje heter wordt dan een lepeltje van plastic? ja/nee
- piepschuim warmer aanvoelt dan glas? ja/nee
- ook al kregen zee en zand evenveel zon!
- ook al staan de lepeltjes in dezelfde thee!
- ook als piepschuim en glas in dezelfde kamer zijn!

- 1 Schrijf hieronder nog twee voorbeelden op waarbij het ene ding warmer is geworden dan het andere.

voorbeeld 1: _____

voorbeeld 2: _____

In de winter is het fijn als het lekker warm is in huis.

- 2 Hoe kun je zorgen dat het warmer is in huis, zonder harder te stoken?

Je vader zet alvast koffie, want over een uur komt er bezoek.

- 3 Je wilt de koffie langer dan een uur warm houden.
Hoe kun je dat dan doen?

Stel je werkt op een pannenfabriek. Je wilt een steelpan maken. Waarvan maak je die steel;
een stof die makkelijk warmte opneemt of
een stof die moeilijk warmte opneemt?

- 4 Welke stof kies jij?

omdat _____

Stoffen die warmte snel opnemen, geven die warmte ook weer snel af.
Stoffen die warmte langzaam opnemen, geven die warmte ook weer langzaam af.

5 A Noem eens drie stoffen die warmte goed opnemen en afstaan.

1 _____

2 _____

3 _____

B Noem ook eens drie stoffen die warmte slecht opnemen en afstaan.

1 _____

2 _____

3 _____

Je gaat dadelijk een proef doen, die gaat over het opnemen en afstaan van warmte. Voordat je begint moet je de volgende twee vragen beantwoorden:

Als je een gulden in een vlam houdt, dan is ie heel gauw heet.
In de vlam gaat de temperatuur van de gulden snel omhoog.

6 Denk je dat de temperatuur altijd omhoog gaat als je iets verwarmt?

ja/nee

want _____

7 Denk je dat er een verschil is tussen *warmte* en *temperatuur*?

ja/nee

Als je nee hebt gekozen Jammer!

Als je denkt van wel, probeer dan eens in eigen woorden op te schrijven wat het verschil is. Wat je opschrijft hoeft niet meteen helemaal goed te zijn. Het is wel jammer als je niets opschrijft.

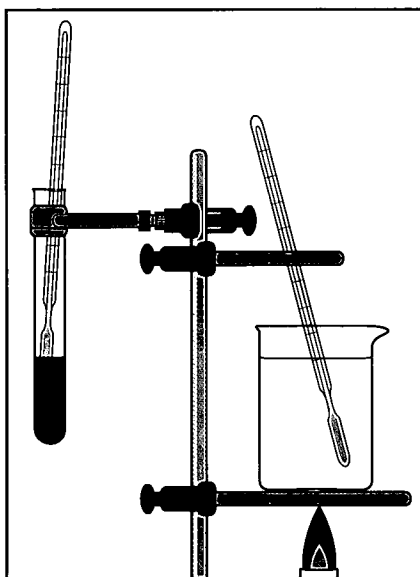
6.1 Leerlingdenkbeelden

Aan het begin van een nieuw onderwerp moet altijd nagegaan worden wat leerlingen er al van (denken te) weten. Veelal blijkt er een verschil te bestaan tussen de buiten school opgedane kennis en wat op school als vakinhoud geleerd wordt. Een mooi voorbeeld is warmte en temperatuur. Daar is veel verwarring over en dat is geen wonder als je kijkt naar het alledaagse taalgebruik. Ter illustratie een klein stukje van een heel gewoon gesprek op een warme zomerse dag: 'Hoe warm was het vandaag?' '22 graden'. Op zich lijkt hier niets mis mee. Maar toch hier wordt die 22 graden ten onrechte als een maat voor warmte gezien. Natuurlijk hebben temperatuur en warmte met elkaar te maken. Maar ze zijn ook verschillend en het is de moeite waard dit de leerlingen duidelijk te maken. Dat kan wel even schrikken zijn, want plots blijkt dan dat er iets mis is met wat je altijd had gedacht. Op zich kan die schrikreactie geen kwaad. Het vergroot juist de bereidheid om oude denkbeelden in te ruilen voor nieuwe en betere. Maar de stap die gezet moet worden mag niet te groot zijn. Anders is er onvoldoende basis en motivatie tot het aanvaarden van de nieuwe denkbeelden.

VOORTGANG

Vervolgens gaan de leerlingen de proef doen. De proef bestaat uit twee delen. Eerst wordt onderzocht wat er met de temperatuur van een vaste stof gebeurt als die langzaam verwarmd wordt tot hij geheel gesmolten is. Daarna wordt onderzocht wat er met de temperatuur gebeurt als de stof weer afkoelt.

Een reageerbuisje met een beetje salol wordt langzaam verwarmd in een beker met warm water van 50 tot 55 °C. Het is het mooiste om twee thermometers te gebruiken zodat de temperatuur van de salol én de temperatuur van het water om de 30 seconden kunnen worden gemeten. Het is in verband met de tijd handig als de leerlingen water nemen of krijgen dat al op de juiste temperatuur is. Dit kan op de volgende manier:



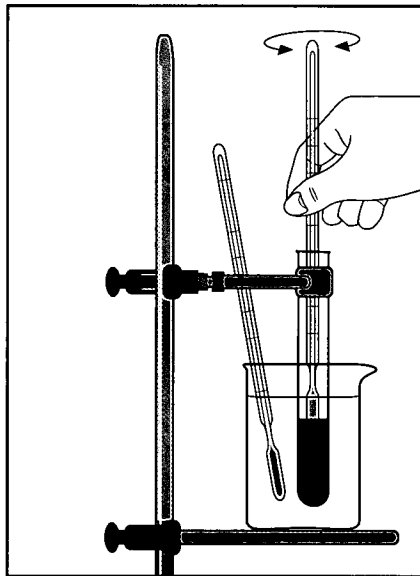
6.2 Vragen die leerlingen meer betrekken bij de les.

In de natuurwetenschappen hebben vragen de bedoeling dat de leerlingen iets gaan doen; dat ze actie ondernemen. Niet alle vragen zijn daarvoor geschikt. Sommige vragen hebben zelfs een remmende werking op de klas. Ze zijn niet uitdagend of zijn bedreigend. Een voorbeeld is: 'wat verstaan we in de natuurkunde precies onder druk?' Veel klassen vallen dan stil!

Hier volgen enkele tips, voor het stellen van vragen die actie uitlokken.

- Door dingen met elkaar te vergelijken wordt actie opgeroepen: 'is dit langer?', 'sterker?', 'meer?' of 'op hoeveel verschillende manieren kun je ..' Dit soort vergelijkingsvragen zijn uitdagend.
- De 'Wat gebeurt er als...' vraag is een aanzet om heel bewust experimenten te laten uitvoeren. Het moeilijke van dit soort vragen is, dat van de leerlingen eigenlijk voorspellingen worden gevraagd. De eerste keren zal er alleen maar gegokt worden. Pas als de leerlingen meer ervaren worden gaat het voorspellen hen beter af. Ze krijgen meer zelfvertrouwen als ze merken dat een onjuiste voorspelling geen 'fout' is.
- Na verloop van tijd kun je aan leerlingen ook de 'Kun je een manier bedenken om...' vraag kwijt. Voorwaarde is, dat de leerling al wat verder in de stof thuis is.

In het tweede deel van de proef wordt begonnen met een beetje gesmolten salol dat wordt afgekoeld in een bekersglas met water van 25 tot 28 °C. Ook hier wordt zowel tijd als temperatuur gemeten. Wederom wordt tijd gewonnen als de leerlingen water van de juiste temperatuur krijgen. Een bruikbare opstelling ziet er als volgt uit:



Tijdens het opwarmen en afkoelen moet **voorzichtig** met de thermometer geroerd worden.

Alle gegevens worden verzameld. Dat kan met behulp van een werkblad.

2

Salol verwarmen en afkoelen

Je krijgt een beetje salol in een reageerbuis.

Je moet dit langzaam opwarmen.

Je krijgt ook een bekerglas met (warm) water.

Daarin zet je de reageerbuis.

Nu moet je het water langzaam verwarmen met de brander.

Meet om de 30 seconden de temperatuur:

– in de reageerbuis

– en van het water

Noteer dit in de tabel.

Zet in de kolom 'waarnemingen'

– wanneer salol begint te smelten en

– wanneer alles gesmolten is.

Ga als alles gesmolten is nog een minuut door met verwarmen.

Stop daarna met verwarmen.

Gooi het warme water weg.

Vervang het door water van 25 – 30 °C.

Meet opnieuw om de 30 seconden beide temperaturen.

En noteer dit in de tabel.

Zet in de kolom 'waarnemingen'

– wanneer salol begint te stollen en

– wanneer alles gestold is.

tijd (min)	opwarmen			afkoelen		
	temperatuur (°C)			temperatuur (°C)		
	salol	water	waarnemingen	salol	water	waarnemingen
0						
0,5						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
3,0						
3,5						
4,0						
4,5						
5,0						
5,5						
6,0						
6,5						
7,0						
7,5						
8,0						

Zie erop toe dat elk tweetal een goede taakverdeling maakt. Laat ze bijvoorbeeld besluiten wie waarnemer en wie schrijver is en wanneer de rollen gewisseld worden.

Bij de verwerking van de proef zijn grafieken belangrijk. Die moeten worden gemaakt. Geef een voorbeeld op het bord als leerlingen hier moeite mee hebben.

VERWERKING Ter afronding wordt met de leerlingen over de resultaten van de proef gesproken. De vlakke gedeelten in de grafieken zal iedereen wel zien. Het zal opvallen dat die voor smelten en stollen bij dezelfde temperatuur liggen. Dat is een belangrijke 'ontdekking'. Vergelijk de grafieken van salol met die van het water. Laat leerlingen speculeren over mogelijke oorzaken voor de verschillen. Leerlingen hebben nog niet voldoende theoretische achtergrond om makkelijk over warmte als energiesoort te praten. Ze zullen wel zien, dat het water de bron van warmte was. Die warmte werd overgedragen aan salol, waardoor dit ging smelten. Ze zien ook, dat de temperatuur niet verder steeg tijdens het smelten. Toch bleef het water warmte afgeven. Leerlingen kunnen zo tot de goede conclusie komen: warmte is nodig voor het smelten van salol. Ze zullen het waarschijnlijk nog niet zo netjes kunnen verwoorden. Help ze daarbij. Bekijk de grafieken die door leerlingen zijn gemaakt. Pik er een paar goede uit en laat die aan de rest van de klas zien. Maak duidelijk dat het vaak belangrijk is om resultaten netjes te verwerken. Dat kan met een grafiek. Bespreek hoe je een goede schaal voor de grafiek kunt kiezen. Bij leerlingen die meer aankunnen kan nog nagepraat worden over:

- het waarnemen, het weergeven en het interpreteren van meetresultaten.
- waarom de punten niet zonder meer met elkaar verbonden mogen worden.
- dat een vloeiende kromme lijn moet worden getrokken.
- meetfouten.

Suggesties voor vervolg

In een volgende les kan nader worden ingegaan op warmtegeleiding, soortelijke warmte, straling, warmtetransport of warmte-isolatie.

Er zijn veel mogelijkheden deze les in te bouwen in een lessenserie. Hieronder volgen mogelijkheden die gerangschikt zijn van eenvoudig naar complex.

Buiten het domein *Verbranden en Verwarmen* om, kan verder gegaan worden met verschillen tussen zuivere stoffen en mengsels: een vaste zuivere stof heeft een scherp smeltpunt, een niet zuivere stof een smelttraject. Stoffen waarbij dit kan worden nagegaan zijn kaarsvet (diverse soorten) en boter.

3

Smelten en stollen

- 1 We gaan grafieken maken van de proef. Dan snappen we beter wat er aan de hand is.
 - Neem twee vellen ruitjespapier.
 - Zet de tijd horizontaal en de temperatuur verticaal uit.
 - Op het ene vel komen de resultaten van het eerste deel van de proef (het opwarmen)
Gebruik een verschillende kleur voor
 - de temperatuur van salol en
 - de temperatuur van het water
 - Geef met een pijltje aan
 - wanneer salol begon te smelten en
 - wanneer salol helemaal gesmolten was.
 - Op het andere vel komen de resultaten van het tweede deel van de proef (het afkoelen).
Gebruik ook hier weer twee kleuren.
 - Geef opnieuw met een pijltje aan
 - wanneer salol begon te stollen en
 - wanneer salol helemaal gestold was.

- 2 Kijk goed naar de grafieken.
Vergelijk de grafieken van salol en water met elkaar.
 - a Waarin verschillen die?

 - b Hoe verklaar je dit?

- 3 Uit de resultaten kun je het smeltpunt van salol aflezen. Dat is de temperatuur waarbij salol vloeibaar wordt.
 - a Hoe hoog is het smeltpunt van salol?

 - Je kunt uit de resultaten ook het stolpunt van salol aflezen.
 - b Hoe hoog is dat?

- 4 Stel dat je de proef opnieuw doet. Maar je neemt nu 2x zo veel salol. Verder is alles hetzelfde. Hoe zouden de grafieken er dan uitzien?

- 5 Voordat je de proef deed heb je vragen gemaakt over warmte en temperatuur. Kijk nog eens naar de antwoorden die je toen opschreef. Denk je er nog hetzelfde over?

De les kan ingepast worden in een serie lessen over warmtegeleiding die elders in het leerboek staan. Het is bijvoorbeeld mogelijk om een deel van de leerlingen in groepjes te laten werken aan de experimenten op pagina 86/87 van 'Nu voor Straks', 1MHV en een ander deel in groepjes aan salol. In de volgende les kan leerlingen gevraagd worden te presenteren wat ze geleerd hebben. Vraag in dat geval meer dan een kaal antwoord. Laat leerlingen aan de klas uitleggen wat ze ontdekt hebben en hoe dat ging. Het verwoorden van wat ze geleerd hebben en wat het nut ervan is, dwingt tot zorgvuldiger denken. Bovendien is het oefenen in presenteren waardevol.

Voor leerlingen die het aankunnen is het waardevol meer vrijheid in te bouwen. Deze leerlingen zouden de opdracht kunnen krijgen om na te gaan hoe je warmte het beste door te isoleren kunt vasthouden. Geef ze bijvoorbeeld een paar stukken tempex, een rol aluminium folie, een prop watten of een stuk steenwol, wat zaagsel of turfmolm, een stuk van een wollen deken, een lap bitumen, eventueel wat hout en andere materialen die interessant en/of voorradig zijn en geef ze de opdracht om met een combinatie van twee materialen een constructie te maken waardoor bijvoorbeeld de temperatuur van een kop koffie zolang mogelijk boven de 45 °C blijft. Een competitie tussen groepjes werkt hier stimulerend! Ook kan gewezen worden op isolatiewaarden van allerlei bouwmaterialen. Voor gegevens kan bijvoorbeeld Binas, tabellen 99A en 99B gebruikt worden. Overigens een leuke tabel om een les rond te bouwen!

Als vervolg hierop kan aandacht besteed worden aan isolatie van woonhuizen en andere energiebesparende maatregelen. Dit zou opgezet kunnen worden als een klein project, waarbij leerlingen buurtonderzoek doen om na te gaan welke besparende maatregelen in de directe omgeving zijn genomen. Ze moeten daartoe tevoren vragenlijsten maken om mensen te kunnen interviewen. Een project in deze zin vraagt veel van de leerling, maar zou zeker bijdragen aan het ontwikkelen van allerlei vaardigheden. Belangrijk hierbij is ook de eigen meningsvorming en standpuntbepaling van de leerling. In een project als dit, gaat het niet zozeer over goed of fout, maar over gemaakte keuzes die waarschijnlijk afhangen van een samenspel van allerlei factoren.

6.4

Les 2: Verwarmen of verbranden?

Verbranden en verwarmen is de titel van domein D. Twee woorden die wel één en ander met elkaar te maken hebben. Maar wat zijn de verschillen? Als je hout sterk verhit, verbrandt het dan? En kaarsvet? In deze les gaan de leerlingen op zoek naar het antwoord op deze vragen. Kennis waarvan de leerling dacht dat hij goed was, wordt aan het wankelen gebracht en de ontknoping is soms verrassend.

Het gaat in deze les om het ontwikkelen van de begrippen verbranden en verwarmen. Daarover worden vragen opgeworpen en in eerste instantie zullen leerlingen misschien verward raken over zaken die ze eerst heel gewoon vonden. Zo gaat het vaak voordat het echte leren begint!

In deze les wordt ervan uitgegaan dat de leerlingen het verbrandingsproces en de voorwaarden voor verbranding kennen. Verwarming is een begrip uit het dagelijks leven. Maar als we praten over het verwarmen van stoffen, treedt al snel verwarring op met verbranding. Als we aardappelen in de koekenpan verhitten en ze worden bruin, dan heten ze 'gebakken'. Verhitten we ze te lang, dan worden ze zwart en heten ze 'aangebrand', 'verkoold' of 'verbrand'. Zijn de aardappelen nu verwarmd, verbrand of wat anders? En hoe zit dat met andere stoffen?

Verder sluit de les aan bij de in kerndoel 1 genoemde vaardigheden: experimenten voorbereiden, uitvoeren en de resultaten ervan verwerken.

Lesschema: Verwarmen of verbranden

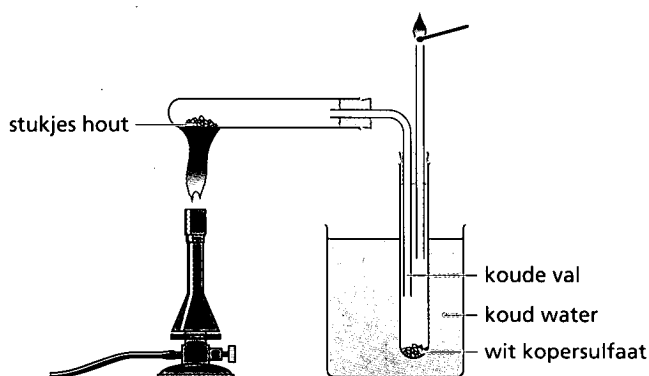
tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
15'	– associëren – vragen beantwoorden – waarnemingen doen bij demo – aantekeningen maken	– kennis activeren – onderzoeken welke denkbeelden leerlingen hebben – demo uitvoeren – onderzoeksvraag geven	– woordenkring – practicum-materiaal
20'	– onderzoek doen		– practicum-materiaal – werkblad
10'	– verwoorden wat ze gevonden hebben	– helpen met formuleren – vragen naar argumenten – discussie leiden	
5'	– tekenen		– huiswerk-opdracht



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

Demonstratieproef:

opstelling om houtspaanders (bijvoorbeeld satehprikkers) te thermolysen en de produkten te onderzoeken (zie tekening).



Per tweetal leerlingen:

- kaars in een kandelaar, klem of houder
- doosje lucifers
- hardglazen buisje (diameter ongeveer 8 mm, lengte ongeveer 8 cm)
- stukje wit karton (ongeveer 5×20 cm)
- tandenstoker, stukje touw of borduurgaren
- spiraaltje van koperdraad (ongeveer 30 cm lang, doorsnee 2 mm) om een potlood wikkelen
- stukje aluminiumfolie van ongeveer 30×30 cm

i Bij verwarming of verhitting van stoffen zijn er verschillende processen mogelijk: de stof kan slechts in temperatuur stijgen of eventueel van fase veranderen (zie ook les 1), de stof kan verbranden of de stof kan ontleden.

De hieronder beschreven les wordt gedaan op een moment dat de klas verbranding al bestudeerd heeft en weet dat verbranding een chemische reactie met zuurstof is. De klas kent dan ook de condities waaronder verbranding kan plaats vinden (dat wil zeggen brandstof, zuurstof en voldoende hoge temperatuur zijn nodig).

De leerlingen zien in deze les dat stukjes hout zwart worden. Ook zien ze de vlam van de brander en rookontwikkeling. Weliswaar zitten de stukjes hout in een gesloten reageerbuis, toch zal een groot deel van de klas spreken over verbranding. Je ziet het hout 'zwart worden', 'verkolen', 'verbranden'.

Als de docent herinnert aan de condities van verbranding, zien de leerlingen in, dat het geen verbranding kan zijn: het ontbrak immers aan zuurstof! Er is hier sprake van een voor de leerlingen nieuw chemisch proces. Het hout wordt omgezet in (onder andere): houtskool, water en een brandbaar gas. In ieder geval moet duidelijk zijn dat we hier niet te maken hebben met een verbranding! Door deze ervaring zijn de leerlingen voorzichtiger als je vraagt hoe het zit bij de verbranding van kaarsvet. Dat gaat nader onderzocht worden.

Lesverloop

START Begin de les met te vertellen dat 'verbranden' en 'verwarmen' het nieuwe onderwerp is. Beide woorden zijn heel gewoon en de leerlingen hebben ze al vaker gebruikt. Maar er is verschil in betekenis! Over verbranden bestaan veel misverstanden. Om daar achter te komen wordt de volgende opdracht gegeven:
Bedenk een zin met het woord 'verbranden' erin en een andere zin met 'verwarmen' erin. Schrijf die zinnen op.

De docent voert vervolgens de proef uit waarbij hout heel sterk verhit wordt. Bij de materialen die voor de les nodig zijn staat de opstelling aangegeven, die hiervoor nodig is. Er blijken nu brandbare gassen te ontstaan. Het hout wordt dus niet 'verbrand'. Er gebeurt iets anders. Of u dit een 'ontleding' wilt noemen hangt af van de voorkennis van de leerlingen. In ieder geval is het begrip ontledingsreactie niet echt nodig. De bedoeling van de proef is om te testen of de leerlingen vinden dat het hout wel/niet verbrandt. Laat de leerlingen alles noteren wat ze tijdens de demo belangrijk vinden en stel na afloop de vraag: 'is dit een verbranding of niet?' Houd hier een klasgesprek over en probeer daar in mee te nemen wat de leerlingen hebben opgeschreven. Laat eventueel voorlezen. Het helpt ook om te vragen wat je ziet als je om een kampvuur zit. Als je een vuurtje stookt en dan naar de vlammen kijkt dan lijken de vlammen te dansen op het hout. De vlam begint pas een stukje boven het hout!



Dit ervaringsfeit helpt de leerlingen te zien, dat het niet het hout is dat brandt. Het hout wordt omgezet in andere stoffen. Er ontstaan gassen die vervolgens branden. Het is belangrijk dat alle leerlingen goed in de gaten hebben wat er gebeurt in een haardvuur. Om te zien of één en ander goed begrepen is kan de volgende probleemstelling dienen:

Over het branden van hout zei Marco van B.:

...'In hout zit een brandbaar gas. Als het hout heel heet wordt, komt dat gas eruit en vliegt het in de fik'.

Bettine V. zei erover:

...'Als hout heel heet gemaakt wordt, dan verandert het hout in een soort verkoold hout en een gas. Dat gas gaat daarna branden.'

Wie vind je dat de beste opmerking maakte, Marco of Bettine? Waarom vind je dat?

Verbranden?

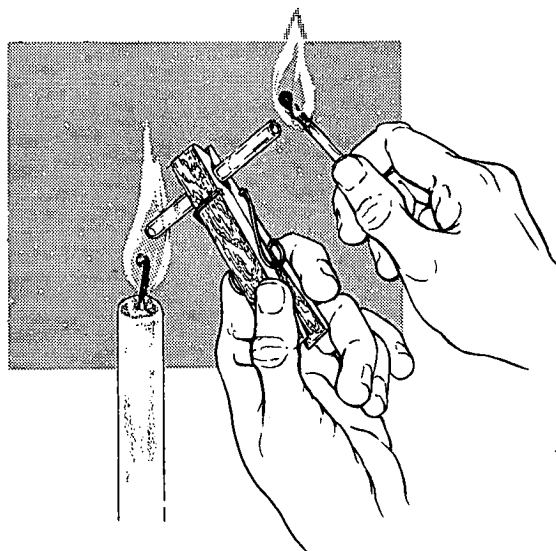
Hout kan branden, maar kaarsvet ook. Wat gebeurt er dan?

- Brandt het vloeibare kaarsvet?
- Of verdampt het kaarsvet eerst en brandt het daarna?
- Of ontstaat er een ander gas dat gaat branden?

Om hier meer over te weten te komen gaan we een aantal proeven doen.

Proeven:

- 1 a Neem een klein glazen buisje. Houd het ene eind met een knijper midden in de vlam van een brandende kaars. Houdt bij het andere eind een brandende lucifer.



Wat neem je waar?

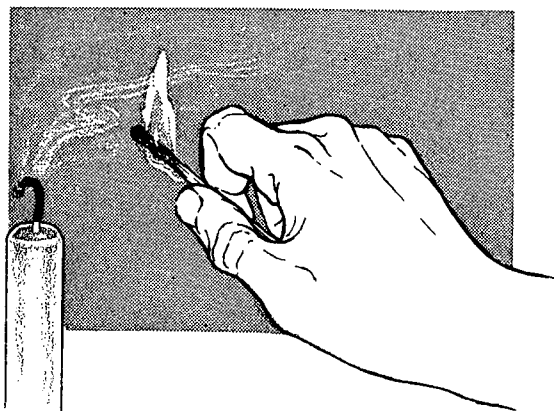
- b Houd het glazen buisje nu boven in de vlam.

Wat neem je waar? Is er verschil?

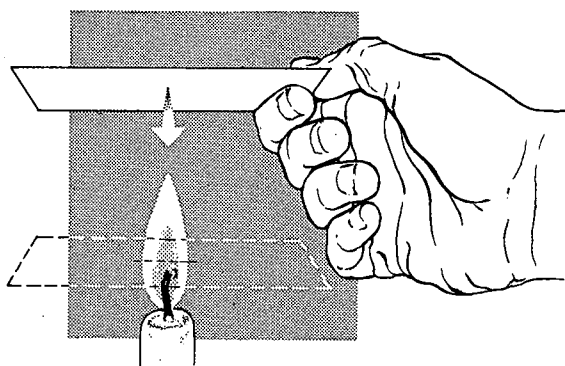
- 2 Steek een kaars aan. Wacht een minuut.

Steek een lucifer aan, blaas de kaars uit en breng de brandende lucifer snel in de rook, die van de lont afkomt (niet bij de lont zelf!).

Wat neem je waar?

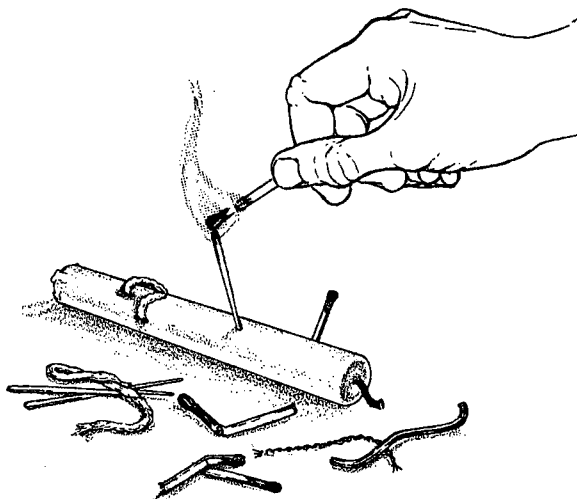


- 3 Neem een stukje wit karton. Breng dit snel in de vlam van een kaars. Let op de bovenkant van het karton. Haal het weg als je het bruin ziet worden en het nog net niet in brand staat (zie figuur).

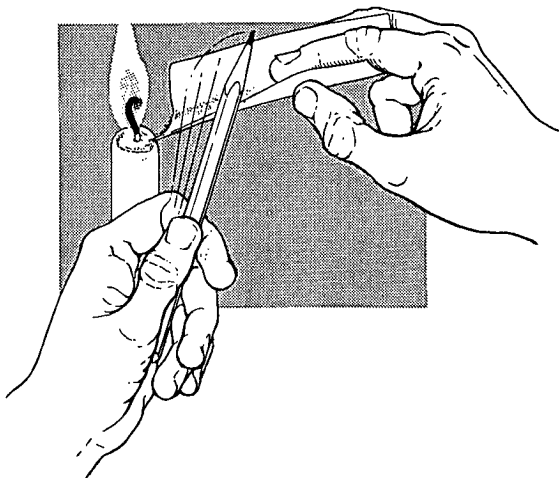


Bekijk de onderkant. Wat valt je op? Maak er een tekening van.

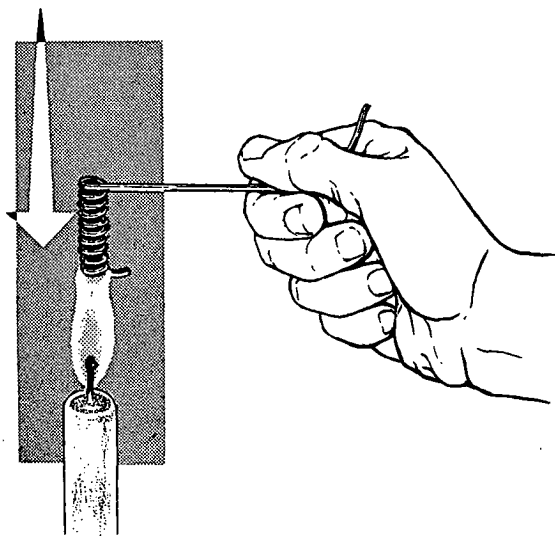
- 4 Probeer een kaars zonder lont aan te steken.
 Neem een stukje lont zonder kaarsvet. Probeer die lont aan te steken.
 Probeer een kaars aan te steken met een ander lontmateriaal: bijvoorbeeld een tandenstoker, een stukje touw, borduurgaren of een afgebrande lucifer.
 Waarmee lukt het het beste?
 Welke eigenschappen moet een goede lont hebben?



- 5 Krab wat roet van het glazen buisje (zie proef 1)
Laat dit vallen op het gesmolten kaarsvet van een brandende kaars.
Hoe bewegen de roetdeeltjes?

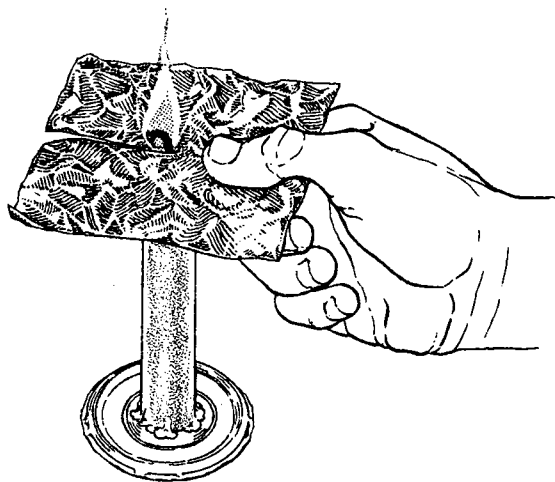


- 6 Neem een koperen spiraaltje. Houd dit in de vlam van een kaars (zie tekening)



Wat neem je waar?

- 7 Neem een stukje aluminiumfolie. Scheur het tot de helft in. Schuif de folie om de lont (onder de vlam, maar boven het gesmolten kaarsvet).
Houd dit zo een tijdje vast. Wat neem je waar?



8 Neem een injectiespuitje. Laat een druppel water vallen in het kaarsvet van een brandende kaars (niet op de lont). Wat gebeurt er?

Vragen:

Wat gebeurt er volgens jou in de vlam van een kaars?

Waarom denk je dat?

Welke proef heeft jou belangrijk 'bewijsmateriaal' geleverd

Schrijf in 10 minuten een kort opstel. De titel is 'De kaars'. Probeer in je opstel antwoorden te geven op de volgende vragen.

Waarom is de vlam onderaan blauw, donker in het midden en verder geel?

- Kan een kaars branden zonder lont?
- Hoe komt het dat je de vlam van een kaars uit kan blazen?
- Hoe komt de vlam aan zijn vorm?

VOORTGANG Vervolgens wordt als onderzoeksvraag geformuleerd: wat gebeurt er bij het branden van een kaars? Om daar meer over te weten te komen gaan de leerlingen een aantal proeven doen. Daarvoor zijn werkbladen beschikbaar.

VERWERKING Als (bijna) iedereen iets heeft opgeschreven over 'de kaars', wordt er kort nabesproken. Nodig de leerlingen uit te vertellen wat ze gezien hebben en welke conclusie ze trekken uit de proeven. Vraag naar de argumenten (waarom vind je dat?) en lok discussie uit met klasgenoten.

Het kan zo zijn, dat de tijd te kort is om de verwerking in de les af te ronden. Dan moet de verwerking verplaatst worden naar de volgende les.

Belangrijk in de verwerking is, dat leerlingen hun eigen waarnemingen vertrouwen en dat ze kritisch zijn op hun eigen redeneringen. In de discussie kunnen ze bij klasgenoten steun vragen voor hun eigen gedachten.

Als afronding licht de docent de huiswerkopdracht toe: tekeningen maken. Dit helpt om de nieuwe kennis te onthouden.

6.3 Helpen onthouden: betekenis geven aan een begrip

Als een leerling nieuwe dingen moet leren, moet de docent meer doen dan alleen maar zeggen dat het geleerd moet worden. Een docent helpt de leerling te leren.

In de eerste plaats is het belangrijk hoe de leerling in contact komt met het nieuwe: direct, door iets zelf mee te maken of zelf iets te doen of indirect, via uitleg, (voor)lezen, film of demonstratie. Directe ervaringen maken veel meer indruk dan indirecte. Praat dus minder, geef minder aantekeningen, laat het de leerlingen meer zelf ervaren.

Ten tweede moet de leerling de gelegenheid krijgen het te begrijpen. Help daarbij door vragen te stellen, door een analogie op te (laten) stellen, door leerlingen te laten samenvatten, door ze tijd te geven, elkaar te laten helpen en aan te sporen om te vragen als ze iets niet snappen.

Ten derde moet de docent voorkomen dat nieuwe kennis als los zand in de hoofden zit. Diagrammen, pictogrammen of andere grafische voorstellingen kunnen leerlingen helpen hun kennis in verband te brengen met andere dingen die ze weten.

Tenslotte moet de docent helpen om nieuwe kennis ook te onthouden. Leerlingen onthouden dingen waarvan ze plaatjes in hun hoofd hebben, dingen die ze echt met hun zintuigen hebben waargenomen of dingen die emoties teweeg brachten. Laat ze dus fantaseren, schakel hun emoties in.

Huiswerkopdracht:

Maak thuis met kleurpotloden een tekening van het bovenste stukje van een brandende kaars: het topje, de lont en de vlam. Neem een vel van A4-formaat en zorg ervoor dat het hele vel gebruikt wordt voor de tekening.

Maak ook zo'n tekening van een brandend stuk hout in een haardvuur.

6.5

Les 3: Welke energiebron is het best?

In het onderwijs is de keuze tussen kolen, olie, gas, kernenergie of alternatieve energie een populair onderwerp. Het wordt in veel leerboeken besproken. Ook op basisscholen worden projecten op dit terrein gedaan. Een serieuze behandeling van dit onderwerp vraagt veel meer dan één lesuur.

De hierna beschreven les gaat ervan uit dat de leerlingen de energiebronnen kennen. Deze les staat stil bij de moeilijke beslissing: welke energiebron kun je het beste gebruiken? Een lastige keuze, omdat de factoren die tegen elkaar afgewogen moeten worden zeer verschillend van aard zijn. Een uitstekende gelegenheid om te oefenen in het geven van een beargumenteerde mening in een keuze-situatie.

In deze les gaat het om kerndoel 8.3: 'aangeven welke milieu- en gezondheidseffecten verbranding van brandstoffen heeft en aangeven dat deze effecten ook elders en in de toekomst merkbaar zijn'. Bovendien is kerndoel 9 aan de orde:

- aangeven dat elektrische energie wordt opgewekt in elektriciteitscentrales en vervolgens wordt gedistribueerd naar industrie en huishouden.
- voor- en nadelen aangeven van het gebruik van verschillende energiebronnen.

Een belangrijke rol in deze les spelen de vaardigheden:

- uit gegevens informatie selecteren, daarbij onderscheid maken tussen feiten en meningen, en gegevens uit tabellen weergeven in diagrammen (kerndoel 1.1).
- in keuze-situaties een beargumenteerde mening weergeven (kerndoel 1.5).
- praktische toepassingen van natuurkunde en scheikunde herkennen in verschillende maatschappelijke situaties (kerndoel 1.7).

Lesschema: Welke energiebron is het best?

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
	– informatie verzamelen.	– onderwerp inleiden.	– samenvatting. – bieb.
	– voor- en nadelen van energiebronnen vergelijken. – opdrachten uitvoeren in groepjes.	– energiespel uitleggen. – groepswork begeiden.	– energiespel. – scoreformulier.
	– een beargumenteerde mening geven.	– begeleiden.	– opdrachten.
	– verslag uitbrengen.	– discussie leiden.	

Opm.: De kolom tijd is niet ingevuld. Natuurlijk heeft de docent wel een tijdsplanning bij deze wat meer open werkvormen. Het is weinig zinvol dat hier in algemene zin te doen. De totaal benodigde tijd is in de orde van een blokuur.



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

Per leerling:

- samenvatting van voor- en nadelen van het gebruik van verschillende energiesoorten

Per groepje:

- energiespel
- scoreformulieren



Er is bij de vakken natuurkunde en scheikunde weinig traditie om in lesverband aandacht te besteden aan meningsvorming. Feiten worden belangrijker gevonden dan meningen: iets is goed of iets is fout. Met de invoering van de basisvorming is dit aan het veranderen. Toepassingen van het vak en beslissingen nemen over de maatschappelijke relevantie daarvan moeten meer aandacht krijgen. Daarmee wordt het schoolvak veel breder dan alleen de vakinhoud. Ook overwegingen van economische en sociale aard moeten meegenomen worden evenals effecten op het milieu. Het is de bedoeling dat leerlingen in staat zijn zich in eenvoudige situaties een mening te vormen, die gebaseerd is op feiten. Het beargumenteren van een mening en het verdedigen daarvan kan ook in de klas geoefend worden. Geschikte werkvormen zijn: groepsdiscussie, debat, groepsgesprek, forumdiscussie en rollenspel. De hier beschreven les is een discussiespel.

Lesverloop

START De les begint met het op een rijtje zetten van gegevens die van belang zijn om een keuze te kunnen maken uit energiebronnen. Dat kan bijvoorbeeld door van iedere energiebron de voor- en nadelen de revue te laten passeren en de leerlingen er een samenvatting van te geven.

Het is aan te bevelen de leerlingen hier actief bij te betrekken. Wat is er al eerder op school behandeld? Wat is er geleerd bij andere vakken? Verstrek bijvoorbeeld vooraf een opdracht om in de bieb informatie op te zoeken.

VOORTGANG Vervolgens spelen de leerlingen een energiespel. Zo gaan ze nadenken over de voor- en nadelen. Het spel wordt in groepjes van 4 of 5 gespeeld. Het doel van het spel is om vast te stellen welke energiebron voor welke toepassing het meest geschikt is. Alle gegevens en materialen die voor het spel nodig zijn, zijn te vinden in DBK-na van Malmberg, 1e druk 1989.

Het spel speelt zich af op een eiland ergens in de Stille Zuidzee. Op het eiland wonen zo'n 100.000 mensen. Hun totale energiegebruik is gegeven.

Op het speelbord staat aangegeven hoe dit energiegebruik is verdeeld over vier groepen van toepassingen: particulier gebruik voor verwarming, gebruik voor elektriciteit door particulieren en industrieën, industrieel gebruik voor produktie, gebruik voor transport en verkeer.

Het spel beperkt zich tot vijf energie-soorten: zonne-energie, kern-energie, windenergie, energie uit aardolie/aardgas en energie uit steenkool.

Op het speelbord staat door middel van pijlen aangegeven welke energiesoorten te gebruiken zijn voor de verschillende groepen.

Het is de bedoeling om uit te zoeken welke energiesoort voor iedere groep het meest geschikt is. Aan elke energiebron worden kwaliteitscores gegeven die afhangen van de toepassing.

Het spel wordt afgerond met een aantal opdrachten. Bijvoorbeeld:

- 1 Kies een energiesoort. Bespreek de voor- en nadelen.
Ga na wat die energiesoort voor eigenschappen (kenmerken) heeft. (Je docent heeft een lijstje voor je).
Geef voor iedere eigenschap een cijfer.
Een groot nadeel is een 1, een groot voordeel is een 5. Een 3 ligt er precies tussenin: geen voordeel en geen nadeel.
Tel de punten voor iedere energiesoort op.
- 2 Let op de verbindingspijlen op het speelbord. Noteer voor iedere pijl het aantal punten (gebruik de tabel).
- 3 Bereken voor iedere energiesoort de kostprijs.
Voorbeeld: voor groep A is $4,5 \times 10^{15}$ J nodig per jaar. Als we hiervoor zonne-energie gebruiken, dan kost dat $4,5 \times 8$ miljoen = 36 miljoen gulden.

- 4 a) Er zijn verschillende gebruikers. Welke?
Welke energiesoort kan ieder het beste gebruiken.
Maak hiervoor een keuze met je groepje.
- b) Schrijf op waarom jullie dat vinden.

VERWERKING Als verwerking van het spel en de antwoorden van de opdrachten worden afspraken gemaakt over presentaties door de leerlingen. Ze zijn actief met de energiesoorten bezig geweest. Ze hebben bepaald welke energiebron het beste is. Toch zullen nog niet alle argumenten duidelijk zijn. Mogelijk zijn afwegingen een beetje op het gevoel gemaakt. Om dit te verduidelijken kan een presentatie van ieder groepje nuttig zijn. Een geschikte opdracht is:

5. Breng verslag uit aan de andere groepen. Leg uit welke keuzen jullie gemaakt hebben. Laat goed zien, waarom je voor een bepaalde energiesoort gekozen hebt: noem de redenen.

Moedig de leerlingen aan hun werk aantrekkelijk te presenteren. Spreek met de klas af dat er goed geluisterd wordt naar elkaar. Geef ruimte aan alternatieve meningen, prijs kritische afwegingen en stel extra vragen aan groepjes met een al te snelle oppervlakkige presentatie. Goed luisteren kan gestimuleerd worden door ook de klas tijdens de presentatie een opdracht mee te geven. Bijvoorbeeld: tel het aantal argumenten (redenen) of maak een lijstje van argumenten (redenen), die genoemd worden. Als leerlingen wat meer aankunnen mag de opdracht voor de luisteraars wat moeilijker worden. Bijvoorbeeld: noteer argumenten (redenen) waar je het wel mee eens bent en argumenten (redenen) waar je het niet mee eens bent. Doe dat in twee kolommen.

VERVOLG Wellicht is het zinvol om hierna over te gaan op domein C, elektrische energie in huis. Per slot van rekening hebben leerlingen in dit domein te maken gehad met elektriciteitscentrales en het transport van stroom naar de gebruiker. De PGEM levert een gebruiksvriendelijk computerprogramma waarmee gerekend kan worden aan effecten van isolatie op het energiegebruik.

Bronnen:

DBK-natuurkunde, Malmberg, 1e druk, 1989

Werkmap energie, NVON/INVRO

Energie, INVRO, Polemologisch Instituut RU Groningen, 3e druk, maart 1981

De opzet in deze les is anders dan de vorige. In les 1 en 2 stond de vakinhoud centraal. In les 3 was het geven van een beargumenteerde mening belangrijk. Nu staat toepassing en context voorop. De leerling moet in deze les een plan maken om thuis zoveel mogelijk gas te besparen.

In deze les gaat het om het maken van een actieplan om thuis 10% te besparen op het energiegebruik. Dit sluit aan bij kerndoel 8.2: het belang uitleggen van energiebesparing en voorbeelden noemen van energiebesparende maatregelen in verband met de verwarming van huizen. De volgende vaardigheden zijn in het geding:

- uit gegevens informatie selecteren, daarbij onderscheid maken tussen feiten en meningen, en gegevens uit tabellen weergeven in diagrammen (kerndoel 1.1).
- in keuze-situaties een beargumenteerde mening weergeven (kerndoel 1.5).
- een relatie leggen tussen natuurkundige en scheikundige kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen (kerndoel 1.6).
- praktische toepassingen van natuurkunde en scheikunde herkennen in verschillende maatschappelijke situaties (kerndoel 1.7).

Lesschema: Het energiegebruik thuis.

tijd	activiteit leerlingen	activiteit docent	leermiddelen
	– in groepjes van 2, 3 of 4 personen werken. – gesprekken voeren binnen het groepje. – raadplegen van informatiemateriaal. – opstellen van een energie besparingsplan voor thuis.	– rondlopen om leerlingen te helpen bij het werken aan de opdrachten. – fungeren als deskundige of als informatiebron. – verwijzen naar informatiebronnen. – huiswerkopdracht toelichten.	– boeken. – brochures. – folders.
	huiswerk: – uitvoeren van het plan.		

Opm. In het schema is afgezien van een tijdsindeling en een verdere structurering in verband met de werkwijze in deze les. Het is naar alle waarschijnlijkheid niet mogelijk de les af te ronden in 50 minuten. Dat is niet zo'n probleem, omdat een deel van de les thuis gedaan kan worden. Het allerlaatste stuk moet zelfs thuis gedaan worden.

6.4 Meningsvorming stimuleren

Met elkaar kunnen praten of door discussie een mening vormen is nieuw in de basisvorming. Om hier goed aan te kunnen werken moet de sfeer in de klas zodanig zijn, dat de leerlingen zich vrij voelen en een eigen mening durven te geven. De docent moet dus een klimaat scheppen waarin dit mogelijk is. Vragen of opdrachten moeten ook de ruimte voor meningsvorming geven. Het helpt om leerlingen in een klasgesprek te vragen waarom ze iets vinden en positief in te gaan op aangevoerde redenen, ook al zijn die niet altijd 100 % juist. Het moet voor leerlingen duidelijk worden dat niemand in de klas altijd alles al weet en op een rijtje heeft.

Het is moeilijk om met een mening naar buiten te komen als je nog niet alles op een rijtje hebt. Stimuleer dus elk begin van een antwoord. Vraag door, laat leerlingen hardop redeneren. Kap een antwoord niet af met: 'Fout!'. Door discussies en gesprekken in kleinere groepen worden leerlingen voorbereid op situaties waarin overleg en teamwork nodig is.

In het didactische werkvormen boek van Hoogeveen en Winkels staan veel ideeën om discussie als werkvorm te hanteren.

Literatuur: Piet Hoogeveen en Jos Winkels, *Het didactische werkvormen boek* Nijmegen, Dekker & v/d Vegt, derde herziene druk 1992



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

In enkelvoud:

- heel veel brochures, folders en boekjes over onderwerpen die te maken hebben met energiebesparing thuis. Het regionale energiebedrijf heeft veel waardevol materiaal.

Het zou heel mooi zijn als elk groepje over een eigen set van informatief materiaal kan beschikken.

Er zijn tal van instanties waar de docent gratis informatie in de vorm van boekjes, brochures en folders kan halen of aanvragen (zie ook de bronnen aan het eind van deze les).



Natuurkundige en scheikundige vakinhoud staat niet centraal in deze les. Er zijn wel allerlei vakmatige aanknopingspunten: warmtetransport, omzetting van de ene vorm van energie in de andere, wet van behoud van energie. Denk ook aan rendement, stroming en straling.

Probeer bij voorkeur consequent te spreken over energiegebruik in plaats van energieverbruik.

In de opdrachten van deze les zal veel vakkennis min of meer 'op het gevoel' worden toegepast. Zo gaat dat in de praktijk. Het beheersen van alle vakken die bij energiegebruik komt kijken is lastig. Gelukkig kan een consument verstandige beslissingen nemen over energiebesparende maatregelen, zonder alle vakinhoudelijke details te kennen!

Deze les richt zich op de gebruikerskant van het onderwerp: op de kritische consument, prijs- en milieubewust.

Om de leerlingen goed te kunnen helpen moet de docent natuurlijk wel over de nodige vakkennis en achtergrondinformatie beschikken. Het is met name

nuttig om goed de voor- en nadelen van allerlei energiebesparende maatregelen te kennen en wat in de praktijk aan maatregelen mogelijk is.

De les start met een bespreking van een afrekennota van het energiebedrijf. Er staan nogal wat afkortingen op zo'n nota. De betekenis daarvan is als volgt:

- BRANDSTH dat staat voor brandstofheffing op aardgas:
met dat geld wordt door de rijksoverheid werk gemaakt van
luchtverontreiniging
- RIOOLREC rioolrecht, een bedrag dat de gemeente vraagt voor het gebruik
van het riool:
met dat geld wordt de riolering aangelegd en onderhouden
- ELEKLAAG elektriciteit laag tarief
- ELEKHOOG elektriciteit normaal tarief.
Toelichting: Een dubbele elektriciteitsmeter (met aparte tellers
voor hoog tarief en voor laag tarief) meet het elektriciteitsge-
bruik in zowel de zogenoemde goedkope uren als in de uren
met normaal tarief. De gebruiker betaalt minder per kWh in
uren met laag tarief. Het vastrecht van een dubbele elektrici-
teitsmeter is echter hoger. De gebruiker is goedkoper uit als hij
bewust in de uren met laag tarief elektriciteit gebruikt.
- BR TOESL brandstoftoeslag elektriciteit
- REIN WON reinigingsrecht:
een geldbedrag dat geïnd wordt door de gemeente om het op-
halen en verwerken van huishoudelijk afval te bekostigen
- KORTAUTM korting op de afrekennota indien het energiebedrijf gemachtigd
is het bedrag van de nota automatisch van bank- of giro-
nummer af te schrijven.

In de kolom 'Meterstand' staat onder andere:

- VASTRECHT een bedrag dat aan huur betaald moet worden voor voorzie-
ningen als gas, water en elektriciteit. Dat bedrag ben je dus ook
kwijt als je helemaal niets gebruikt.

In deze les kan goed een relatie gelegd worden met de praktijk van verschil-
lende beroepen. Het valt te overwegen iemand met een passend beroep in de
les uit te nodigen. Bedenk dat een gast die interessante voorwerpen mee-
neemt uit de beroepspraktijk, een zeer welkome gast is voor de leerlingen!
Het is wel nodig zo'n bezoek voor te bereiden. Zowel de leerlingen als de
gast moeten weten wat er van hen verwacht wordt anders kan het uitlopen
op een teleurstelling. Maak daarom vooraf goede afspraken. Bereid inter-
viewvragen met de leerlingen voor en houd een voorgesprek met de gast, zo-
dat die op de hoogte is van het niveau en de belangstelling van de leerlingen.
Leerlingen zouden ook zelf op pad kunnen gaan. Geef bijvoorbeeld als huis-
werk de opdracht om naar mensen uit een bepaalde beroepsgroep toe te gaan
en daar een op school voorbereid gesprek mee te voeren. Dergelijke inter-
views zijn voor leerlingen moeilijk en spannend. In het begin moet de leerlin-
gen hulp geboden worden bij het structureren van de opdracht. Bijvoorbeeld
hulp bij: wie ga je vragen, hoe maak je een afspraak, welke vragen stel je en
hoe maak je een verslagje? In een latere fase kunnen leerlingen dan zelfstan-
diger te werk gaan.

Een derde mogelijkheid om aan beroepenoriëntatie te doen is de leerlingen

een opstel te laten schrijven met als titel 'Waarom ik wel zou willen worden' of 'Waarom ik nooit zou willen worden'. Op de plaats van de puntjes mag de leerling kiezen uit een aantal door de docent of de leerling gekozen beroepen, die passen bij het lesonderwerp.

Lesverloop

START

Aan het begin van de les wordt de leerlingen duidelijk gemaakt dat zij in groepjes van twee, drie of vier zullen werken. Schrijf bij voorkeur de titel van de les, de opdracht en de lesindeling op het bord. Laat merken dat het er bij deze les wat anders aan toe zal gaan. Er kan veel opgestoken worden, mits iedereen zich inzet.

6.5 Hoe motiveer je leerlingen?

De AVVV-methode van Keller is een bekende strategie om mensen te motiveren. De A staat voor Aandacht trekken. Zorg ervoor dat de aandacht van de leerlingen getrokken wordt. Dat kan op veel manieren, bijvoorbeeld door iets onverwachts te laten gebeuren of door iets te beweren dat duidelijk niet klopt. Er moet wel een verband zijn tussen de manier waarop de aandacht getrokken wordt en wat er in de les gedaan wordt.

Als de aandacht eenmaal getrokken is, laat de leerlingen dan Verlangen. Laat ze op het puntje van hun stoel zitten. Laat ze verzuchten: 'Dat wil ik ook kunnen'. Dat gaat natuurlijk beter, naarmate het onderwerp aantrekkelijker voor ze is. Zorg voor herkenbare en aansprekende toepassingen en contexten. Sluit aan bij hun belevingswereld.

Verlangen is niet genoeg. Leerlingen moeten ook Vertrouwen hebben, dat ze de taak aankunnen. De opdrachten en taken moeten tegelijkertijd uitdagend, aantrekkelijk en niet al te moeilijk zijn. Bovendien moet duidelijk zijn dat fouten mogen worden gemaakt. Docent en medeleerlingen zijn er om te helpen.

Tenslotte moet de taak Voldoening geven. Haalbaarheid, succesgarantie en beloning zijn essentieel. Stimuleer en bevestig het succes. Belonen van iets dat goed gaat helpt meer dan bestraffen van iets dat fout gaat. Het is interessant om te zien hoe de reclame de methode gebruikt: Aandacht trekken, Verlangen opwekken, Vertrouwen wekken en Voldoening beloven. Ook voor de lessen natuur- en scheikunde is AVVV een goed idee!

Literatuur: School 9, november 1991

In het begin van de les moeten de leerlingen zicht krijgen op het gebruik van energie in een gewoon gezin. Zowel het gebruiksdoel als de kosten zijn daarbij belangrijk.

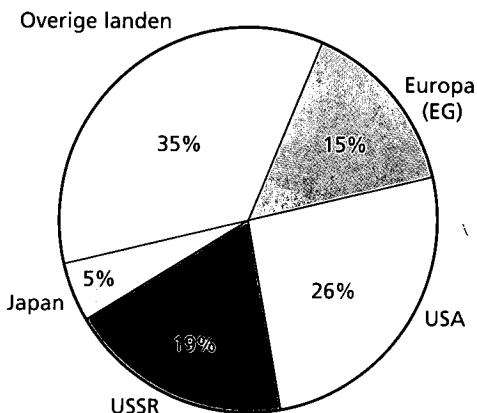
Als inleiding kan bijvoorbeeld gevraagd worden

1 Stel dat er geen elektriciteit meer zou zijn

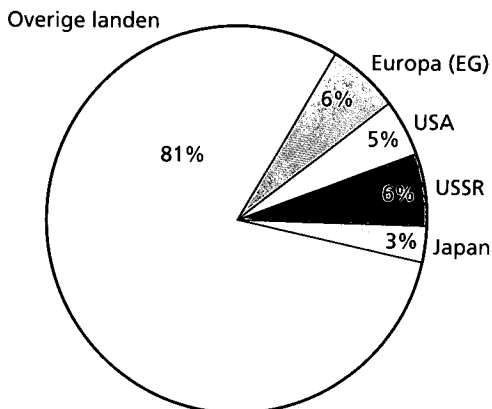
Noteer de drie dingen die je het meest zou missen.

Het energieverbruik in Nederland is hoog. De USA en de vroegere USSR gebruiken echter meer per hoofd van de bevolking. De volgende diagrammen kunnen eventueel gebruikt worden om de leerlingen een idee te geven van het wereldenergiegebruik:

Energiegebruik



Bevolking



VOORTGANG Na deze inleiding kan overgestapt worden naar het energiegebruik in een huishouden. Om de leerling daar een beeld van te geven, kan gebruik gemaakt worden van het werkblad op de volgende bladzijde:

De leerlingen hebben nu zicht op de kosten. Nu kan er worden ingegaan op mogelijkheden om het energiegebruik in huis te beperken. Uit alle folders en brochures zal duidelijk worden dat er maatregelen zijn die geld kosten en maatregelen die geen geld kosten, maar gedragsverandering eisen. Als een maatregel geld kost, is het nog niet zo, dat een duurder maatregel ook meer energie bespaart. Misschien wint het milieu er wel meer door. In de bespaarwijzer voor energie, milieu en geld van het ministerie van Economische Zaken, de energiebedrijven en de Consumentenbond staat daar veel informatie over. De titel van de bespaarwijzer is: 'Je bespaart meer dan energie alleen'.

Laat de leerlingen die lezen en kijken naar de 'groene bespaarlijst' en de 'gouden bespaarlijst'. Laat ze de woorden die ze niet kennen noteren. Geef de suggestie eerst op te schrijven wat ze denken dat die woorden zouden kunnen betekenen. Pas daarna worden ze opgezocht in een woordenboek.

Besparingsmaatregelen die geld kosten zijn niet voor iedereen onplezierig. Er zullen mensen zijn die er aan verdienen. Hier ligt een relatie met sommige beroepen: een installateur van CV-ketels, de eigenaar van een bedrijf dat zonnepanelen importeert, een werknemer bij een chemische industrie die isolatiemateriaal fabriceert, de bedrijfsleidster van een bouwmarkt. Stel bijvoorbeeld de volgende vragen:

- 2 Kan je nog een paar beroepen noemen van mensen die hun brood verdienen in de energievoorziening?
- 3 Wat moet een installateur van CV-ketels weten van de mogelijkheden om energie te besparen? En de bedrijfsleidster van een bouwmarkt?



N.V. ENERGIE- EN WATERVOORZIENING RIJNLAND
DISTRICT GROOT-LEIDEN

AFREKENNOTA

Voor Informatie: zie ommezijde

Datum: 15 MAART 1994

NOTA voor

PA STOKER
ZOUTKEETLAAN 4
2343 XN OEGSTGEEST

Aansluitnr: 038.27.400.69

Omschrijving	Afrekening over periode		Meterstand		Verbruik ①	Prijs per eenheid ①	Bedrag	BTW ①
	van	tot	begin	eind				
GAS	18-01-93	26-01-94	9677	11497	1820	39,241	714,19	17,50
GAS	18-01-93	26-01-94	VASTRECHT				97,95	17,50
BRANDSTH	18-01-93	26-01-94	9677	11497	1820	2,123	38,64	17,50
WATER	18-01-93	26-01-94	130	300	170	202,670	344,54	6,00
WATER	18-01-93	26-01-94	VASTRECHT				61,30	6,00
RIODLREC	18-01-93	26-01-94	130	300	170	134,000	227,80	0,00
ELEKLAAG	18-01-93	26-01-94	9354	11133	1779	3,220	57,28	17,50
ELEKLAAG	18-01-93	26-01-94	VASTRECHT				113,60	17,50
BR TOESL	18-01-93	26-01-94	9354	11133	1779	5,390	95,89	17,50
ELEKHOOG	18-01-93	26-01-94	9648	11785	2137	14,320	306,02	17,50
BR TOESL	18-01-93	26-01-94	9648	11785	2137	5,709	122,00	17,50
REIN WON	01-03-93	01-03-94					519,00	0,00
KORTAUTM							16,50	17,50

In de afrekennota staan eigenlijk vier dingen:

- de prijs van gas
- de prijs van water
- de prijs van elektriciteit
- de vaste kosten (vastrecht en reinigingsrechten) die betaald moeten worden.

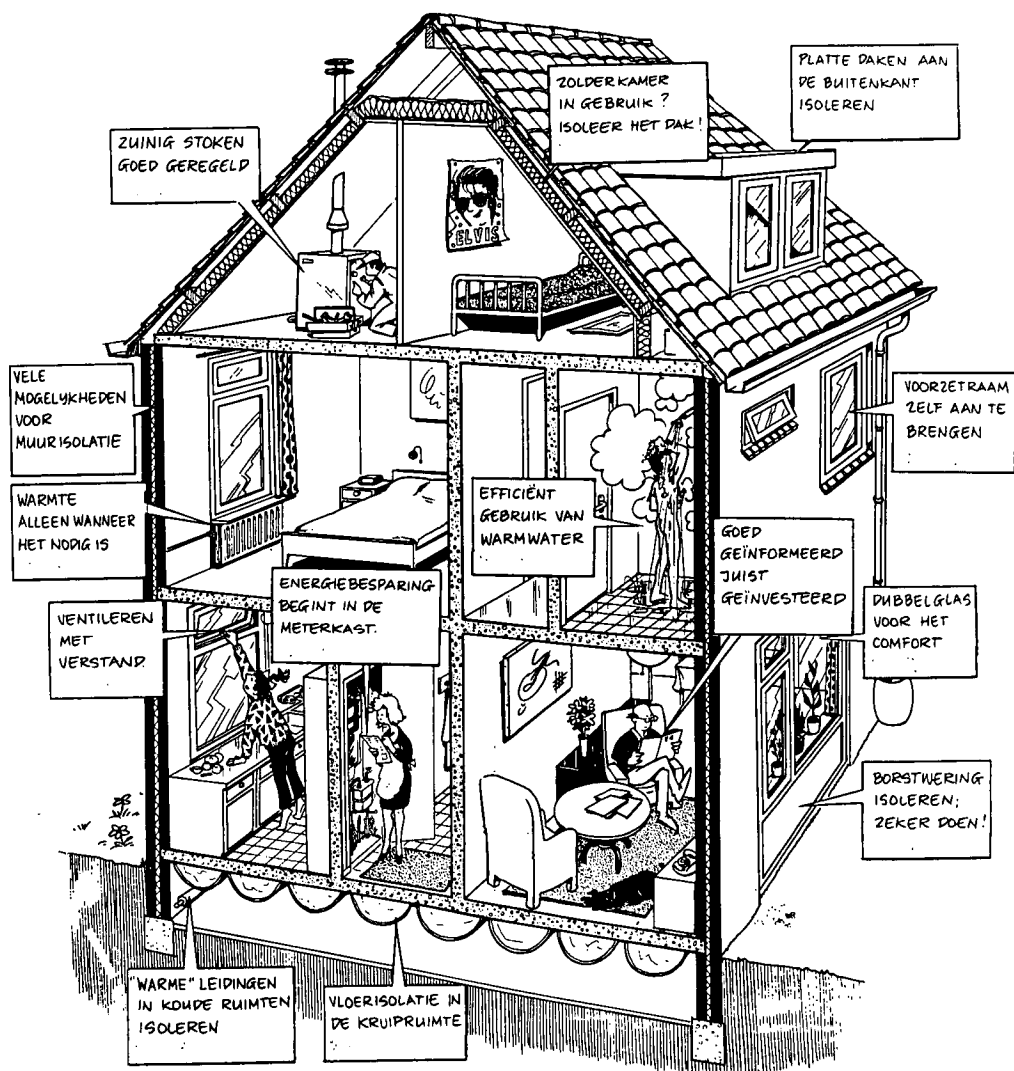
Bereken hoeveel geld Stoker per jaar betaalt

- voor het gas: _____
- voor het water: _____
- voor de elektriciteit: _____
- aan vaste kosten: _____

Om te komen tot een energiebesparingsplan in eigen huis is het verstandig om het aantal energiebronnen te beperken. Als alleen wordt stilgestaan bij het gasgebruik, kan de leerlingen gevraagd worden zoveel mogelijk manieren te bedenken om op het gasgebruik te besparen. De volgende tabel is daarbij handig:

waarvoor wordt gas gebruikt?	maatregelen die geld kosten	maatregelen die vragen om verandering in gedrag
verwarming van het huis		
warmwaterbereiding		
koken		

De moeilijkste beslissing is natuurlijk het maken van een keuze uit alle mogelijkheden. Welke maatregel is acceptabel?



VERWERKING Soms vindt iemand een maatregel helemaal niet de moeite waard. Misschien moet er wel teveel in huis veranderen om het allemaal voor elkaar te krijgen. Misschien wil de ene huisgenoot wel, maar de andere niet! Iets veranderen gaat alleen maar, als het iets oplevert dat de moeite waard is. Voor de één is dat geld, voor de ander gemak of comfort en voor de derde een schoner milieu. Help te kiezen met de volgende opdrachten.

4 Je wilt thuis besparen op energie.

Waarom zou je dat doen:

- voor het geld
- voor het comfort
- voor het milieu of
- voor iets anders?

Wat zeggen de anderen thuis ervan?

- 5 Kies twee maatregelen waarvan je verwacht dat ze bij jou thuis haalbaar zijn.
'Verkoop' het plan zo goed mogelijk aan de rest van je familie. Vertel de volgende keer op school of het gelukt is je plan te verkopen. Vertel ook wat er in jouw huis aan energiebesparing gaat gebeuren?

Reken er op dat de leerlingen dit best lastig zullen vinden omdat ze van alles tegen zullen komen waar ze niet vertrouwd mee zijn, te meer daar het niet over feiten gaat maar over meningen. Dat zal ze misschien onzeker maken. Een voordeel is dat ze graag aan elkaar zullen vragen wat de ander ervan vindt.

6.6 De relatie tussen school en thuis

Het is voor leerlingen erg belangrijk dat ze op school dingen leren die duidelijk nuttig voor ze zijn. Leerstof die ver af staat van wat ze thuis meemaken of die niet herkenbare toepassingen heeft is lastig. Lastig, omdat kennis zonder doel als ballast ervaren wordt. Maar ook lastig omdat kennis die niet verbonden is met andere dingen die je weet, heel moeilijk te onthouden is.

Het is waardevol als leerlingen op school dingen leren, die zo boeiend zijn, dat ze er thuis ook over willen vertellen. De betrokkenheid wordt dan vergroot en het is een heel natuurlijke vorm van herhalen en presenteren van de lesstof!

Suggesties voor vervolg

Deze les past goed bij een beschrijving van de werking van een CV-ketel. Voor- en nadelen kunnen vergeleken worden van de verschillende typen die bestaan (conventioneel, hoog rendement). Ook de combinatie met warmwatervoorziening kan worden bekeken (tapspiraal of boiler). Welke is zuiniger? Wat kost het? Hoe zit het met de uitstoot van schadelijke stoffen?

Deze vergelijking kan op consumentenbond-achtige wijze plaatsvinden. Wat is bepalend voor kwaliteit: veiligheid, zuinigheid, comfort, milieu, Hoe belangrijk is ieder van deze punten? Je kunt dit scoren en de totaalscore van diverse ketels vergelijken. Beste koop? Voordelige koop? Normen en waarden spelen ook mee. Wanneer is iets de beste koop?

Bronnen:

Diverse boekjes en brochures die gratis verkrijgbaar zijn bij het energiebedrijf:

- *Aardgas en wonen*, NV Nederlandse Gasunie, Vereniging van Exploitanten van Gasbedrijven in Nederland (VEGIN)
- *Comfortabel wonen met minder energie*, Energie Effectief, Leeuwenstraat 9-11, Postbus 21804, 3001 AV Rotterdam, 010 - 4047010
- *Je bespaart meer dan energie alleen*, (folder van het ministerie van Economische Zaken, de energiebedrijven en de Consumentenbond). Ministerie van Economische Zaken, afdeling Bedrijfs- en Publieksinformatie, Postbus 20101, 2500 - EC Den Haag, 070 - 3798820
- *DBK-na*, Malmberg, 1989, 1e druk
- *SLO, Natuurwetenschap in de consumentengids*.

7

Licht en Beeld



De in dit hoofdstuk beschreven lessen gaan over domein E: *Licht en beeld*. In de lessen is een grote variatie aan werkvormen te vinden. De werkvormen onderwijsleergesprek, practicum, groepswork en het maken van een poster komen in de beschreven lessen aan bod. Bij iedere werkvorm is de rol van de docent en de rol van de leerling weer anders. De eerste les gaat over schaduw en kleur. Bij het binnenkomen in het lokaal worden ze al geconfronteerd met bijzondere effecten. In de tweede les gaan leerlingen zelf fotogrammen maken en in de derde les is het klaslokaal de binnenkant van een gaatjescamera! In les 4 over het fototoestel worden proeven gedaan met lenzen. Het is te hopen dat de eerste drie lessen in een goed verduisterbaar lokaal kunnen plaats vinden; de leerlingen zullen enthousiast zijn! In paragraaf 1 worden enkele aandachtspunten ten aanzien van werkvormen besproken. De samenhang tussen centrale begrippen die verband houden met 'licht en beeld' wordt in paragraaf 2 behandeld. In 7.3 t/m 7.6 staan lesvoorbeelden met didactische 'uitstapjes'.

7.1

Motiverende werkvormen

Er zijn allerlei verschillende werkvormen. Helaas wordt de doceerles te vaak gehanteerd. Regelmatig wisselen van werkvorm is belangrijk omdat er verschillen tussen leerlingen bestaan. De ene leerling is meer gebaat met een doe-activiteit als start van een leer-

proces. De ander luistert liever eerst naar een overzicht over de theorie. In hoofdstuk 8 komen de verschillende leerstijlen uit de cyclus van Kolb verder aan bod.

Ook werkt het geheugen bij het opnemen van informatie niet bij alle mensen even effectief als de informatie wordt aangeboden in de vorm van gesproken woord. Sommigen nemen beter op als ze de informatie kunnen lezen, anderen zouden er voorwerpen, afbeeldingen of gebeurtenissen bij moeten zien. Tenslotte geldt voor velen dat informatie beter wordt vastgehouden als die werkelijk kan worden aangeraakt en 'vastgehouden'. Let ook eens op de woorden begrijpen of bevatten; ze hebben met grijpen en vatten te maken. Het meest optimaal wordt informatie overgedragen als zowel gelezen, geluisterd, gekeken en gedaan kan worden.

Zeker is dat het gebruik van verschillende werkvormen de motivatie van de leerlingen bevordert. Werkvormen waarbij de leerlingen overzichtelijke taken uitvoeren, het liefst met een concreet product, zijn daarbij het meest efficiënt. We spreken dan van een *doe-taak-motivatie*.

Ook de kerndoelen nodigen uit om verschillende werkvormen te hanteren. In een doceerles kun je leerlingen niet leren samen te werken, proeven te doen, de computer te gebruiken, een beargumenteerde keuze te maken, etc.

Het kiezen van een meest geschikte werkvorm is niet gemakkelijk. De keuze hangt onder andere af van de doelen die je nastreeft. De keuze wordt makkelijker als je de doelen voor jezelf en je leerlingen duidelijk maakt. Dat kan door te beschrijven welke veranderingen in kennis, vaardigheid of attitude je bij de leerlingen verwacht. Bijvoorbeeld: 'de leerlingen kunnen na deze les met behulp van een positieve lens een beeld van de omgeving op een scherm produceren' of: 'de leerlingen weten dat wit licht is opgebouwd uit alle kleuren van de regenboog' of: 'de leerlingen lopen elkaar niet in de weg tijdens het practicum'. Op grond van de beschreven doelen vallen sommige werkvormen al af en wordt de keuze gemakkelijker.

Van invloed op de keuze van een werkvorm zijn ook het beginniveau en leertype van de leerlingen, de vaardigheden en de onderwijsstijl van de docent en andere randvoorwaarden zoals aanwezige media, grootte van het klaslokaal en beschikbare tijd.

Het is erg stimulerend om 'nieuwe' werkvormen samen met vakcollega's uit te proberen. Je kunt je ervaringen uitwisselen en de werkvormen aanpassen aan de specifieke situatie.

We kunnen drie groepen werkvormen onderscheiden. De eerste groep bestaat uit *instructievormen* zoals een doceerles, een vertelles en een demonstratie. Hierbij is vooral de docent actief, creatief en inventief. De tweede groep zijn *interactievormen*. De docent en leerlingen zijn beide actief als gesprekspartners. Voorbeelden zijn diverse discussievormen en het onderwijsleergesprek. De derde groep zijn de *opdrachts- en samenwerkingsvormen*. Hierbij staat het zelfstandig uitvoeren van taken door de leerling centraal. Bijvoorbeeld: het opzoeken van documentatie, het schrijven van een tekst

of het houden van een interview of enquête, een presentatie voorbereiden, proeven doen, een onderzoek opzetten. Ook projectonderwijs hoort in deze groep thuis.

De rol van de docent is bij elke werkvorm een andere. Natuurlijk ook die van de leerling. De leerlingen leren het meest van werkvormen waarbij ze actief zijn en vaak inzichten en ervaringen moeten verwoorden met elkaar of met de docent. Een mooi verhaal of een verrassende demonstratie kan de motivatie van de leerlingen om zich verder te verdiepen vergroten.

7.1 De rol van de docent en de rol van de leerling

Bij het voorbereiden van een les denkt een docent na over de onderwijstaken die uitgevoerd moeten worden: iets vertellen, iets uitleggen, iets voordoen op het bord, een tekening maken, een proef doen, rondlopen enzovoorts.

Het is belangrijk om ook te kijken naar de activiteiten die de leerlingen uitvoeren. In het voorbeeld van zojuist is dat: luisteren, luisteren, iets nadoen, natekenen, kijken, zitten enzovoorts. Het valt op dat deze docent vooral actief is en de leerling meer passief. Het lesuur is boeiend en gevarieerd voor de docent en wat saaier voor de leerling. Je zou kunnen zeggen: de docent maakt zich te druk en de leerlingen doen te weinig. Het was beter als de leerlingen iets zouden vertellen en uitleggen, iets zouden voordoen op het bord, een tekening zouden maken, een proef zouden doen enzovoorts. Immers de leerlingen moeten leren en daarvoor moeten ze de activiteiten uitvoeren die geleerd moeten worden.

Een betere voorbereiding van de les ontstaat als de docent begint met het organiseren van de activiteiten van de leerling. Deze leeractiviteiten kunnen worden ontleend aan de lesdoelen. De leeractiviteiten kunnen worden uitgelokt doordat de docent een rol op zich neemt. Hiermee wordt automatisch de leerling in een rol geplaatst. Er is dan een onderwijsleerproces ontstaan met een bepaald effect. Bijvoorbeeld:

Rol van de docent	Rol van de leerling	Effect
Instructeur	Luisteraar	Overdracht
Vraag-steller	Antwoord-gever	Aandacht
Antwoord-gever	Vraag-steller	Interesse
Gids	Avonturier	Motivatie
Voorbeeldrol	Imitatie rol	Overdracht
Compagnon	Compagnon	Verantwoordelijkheid
Controleur	Volgeling	Gehoorzaamheid

Bronnen:

Dekker, H., *Didactische werkvormen, een basisboek*, Culemborg, 1980.

Hoogeveen, P. en Winkels, J., *Het didactische werkvormenboek, variatie en differentiatie in de praktijk*, Assen, 1992.

Begrippennetwerk rond 'zien'

Centrale begrippen die in de lessen een rol spelen zijn: het zien van voorwerpen, lampen, schaduw, het rechtdoor gaan van licht (lichtbundel, lichtstraal), reflecteren, absorberen, het uiteenvallen van wit licht, breking en beeldvorming.

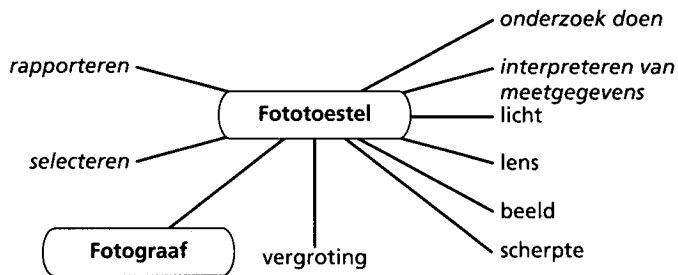
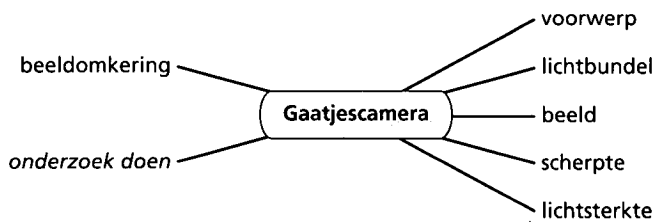
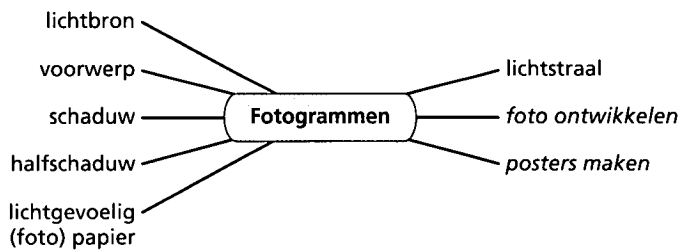
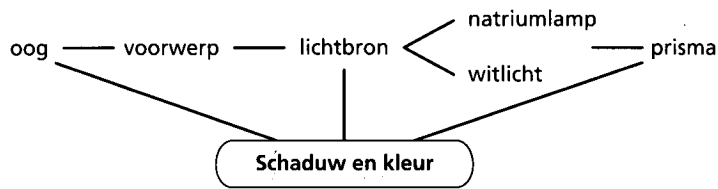
Bekend is dat leerlingen met een aantal van deze begrippen uit de optica problemen hebben.

Een eerste probleem dat leerlingen hebben met de natuurkundige opvattingen over licht en zien, is het 'zichtconcept'. Voor natuurwetenschappers is zien alleen mogelijk als er licht in het oog komt. De leerlingen weten dat er licht moet zijn om iets te zien. Dat licht moet dan op het voorwerp vallen. Het hoeft dus niet in je oog terecht te komen. Het is het oog dat iets ziet, een actieve rol voor het oog dus. In het spraakgebruik kom je dat dan ook tegen: 'een blik werpen op iets', 'ik zie de letters in dit boek'.

Een hiermee samenhangend begripsprobleem bestaat er rond de rechte lijnige uitbreiding van licht. Voor veel leerlingen is licht er gewoon of het ontstaat met een oneindig grote snelheid. Licht kan voor hen ook om een hoek buigen. Weerkaatsen van licht is iets dat alleen bij spiegels optreedt, gewone voorwerpen doen dat niet. Het zien wordt hiermee dan ook niet vanzelfsprekend verklaard. De beeldvorming blijkt voor veel leerlingen heel moeilijk en verwarrend. De beeldvorming bij vlakke spiegels gaat zo mogelijk met nog meer 'onbegrip' gepaard als de beeldvorming met lenzen. Stappen we zelf trouwens ook niet vanzelfsprekend naar achteren als we ons helemaal in een spiegel willen zien? Bij lenzen stellen leerlingen zich veelal een reizend beeld voor, waarbij het voorwerp als het ware verplaatst wordt door de lens. Dit beeld dat op reis is haalt vreemde capriolen uit. Het wordt kleiner, keert zich om, wordt weer groter en hecht zich tenslotte op het scherm. De vorm van het beeld zal dan ook veranderen wanneer er een deel van de lens wordt afgedekt. De leerlingen denken dat door het afdekken van de helft van de lens ook het beeld zal halveren. Kleur wordt gezien als een eigenschap van het voorwerp en niet van het opvallende licht. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat er voor leerlingen twee gescheiden kennisgebieden zijn met eigen ervaringen en voorstellingen. Het ene gebied betreft het licht met z'n fysische eigenschappen als breking, spiegeling e.d. Terwijl het andere gebied de waarneming met het oog betreft, waarbij het gaat om kleuren zien, licht en donker zien en het zien van spiegelbeelden. Die twee gebieden zijn voor leerlingen niet gekoppeld en werken niet verklarend voor elkaar.

Daarom is het goed als het optica-onderwijs gestart wordt vanuit het 'zichtconcept'. De formulering van kerndoel 10 sluit daarop aan. Daarbij krijgen leerlingen zicht op de weg die het licht aflegt. De lichtbron zendt licht uit. Het voorwerp weerkaatst, diffuus of spiegelend, een deel van dat licht. Het deel van het weerkaatste licht dat in het oog terecht komt zorgt voor beeldvorming op het

netvlies. Bij de behandeling van allerlei toepassingen is het verstandig steeds aan de orde te laten komen op welke wijze de waarneming door het oog tot stand komt. Tekeningen met lichtbundels kunnen dat illustreren.



In de eerste les rond het domein 'Licht en Beeld' worden ervaringen van leerlingen met schaduw en kleur opgeroepen. In een onderwijsleergesprek naar aanleiding van een inleidende 'proefje' worden de belangrijkste begrippen besproken. In het tweede deel van de les worden de besproken aspecten verdiept en verankerd door demonstratieproeven.

7.2 Het onderwijsleergesprek

Om leerlingen iets te leren kun je het beste aansluiten bij wat de leerlingen al weten. Maar hoe maak je die kennis zichtbaar en hoe kun je deze gebruiken in de les? Eén van de mogelijkheden is een onderwijsleergesprek. In een onderwijsleergesprek zorgt de docent ervoor dat de leerlingen stapsgewijs en geleidelijk kennis opdoen en tot inzichten komen. De docent leidt het gesprek. Dat kan door gerichte vragen te stellen of situaties te beschrijven die leerlingen dwingen tot nadenken. Zulke vragen hebben vaak betrekking op de actualiteit en de persoonlijke betrokkenheid. Ze zullen de nieuwsgierigheid van de leerlingen prikkelen. Zo'n onderwijsleergesprek is dan ook alleen mogelijk als leerlingen al enige kennis over het onderwerp hebben. Het is belangrijk dat de sfeer van het gesprek zo is dat de leerlingen hun eigen mening naar voren durven brengen en bereid zijn hun eigen mening te herzien. De docent is dus niet degene die 'het allemaal al weet'. Omdat de leerlingenparticipatie groot is moet het gesprek niet te lang duren, maximaal 20 minuten.

Het is best moeilijk om alle leerlingen actief te laten deelnemen aan het gesprek. Je kunt dat bijvoorbeeld bereiken door vragen te stellen aan de hele klas. Pas na een kleine denkpauze wordt een leerling uitgenodigd te antwoorden. Ook het doorspelen van de antwoorden, zowel goede als foute, naar de rest van de klas bevordert de deelname aan het gesprek door iedereen. In plaats van het afwijzen van foute antwoorden is het beter de goede elementen erin aan te grijpen om door te vragen of door te spelen. Dit voorkomt het demotiveren van leerlingen.

In het begin van het gesprek mogen de antwoorden nog allerlei kanten op gaan. De leerlingen krijgen aandacht en ruimte. De antwoorden mogen divergeren. Er zullen vragen voorkomen als:

'Wie van jullie heeft wel eens ...?'

In de loop van het gesprek staat het bieden van denkhulp centraal:

'Kun je het wat preciezer omschrijven?'

'Welke aspecten spelen een belangrijke rol?'

Meer naar het einde van het gesprek komen vragen aan bod, die de aandacht richten op een bepaald punt; het zijn meer focuserende vragen:

'Wat is nu hetzelfde in alle situaties?' of

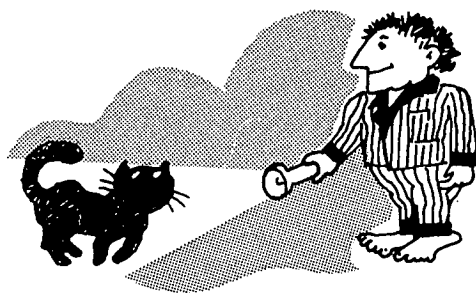
'Kun je in een woord aangeven wat hiermee wordt bedoeld?' of

'Kun je nu voorspellen wat er gebeurt als?'

Elk onderwijsleergesprek levert de docent weer een nieuwe scala aan mogelijke vragen op, waardoor het volgende gesprek nog beter loopt.

In deze les gaat het erom dat leerlingen nadenken over het 'zien'. Ze leren dat ze een voorwerp zien wanneer er licht van dat voorwerp in hun oog komt. Het voorwerp zal dan zelf licht uitzenden of licht weerkaatsen in de richting van het oog. Daarbij maken de leerlingen gebruik van het feit dat licht zich rechtlijnig voortplant. Ze leren dat de kleur van een voorwerp wordt bepaald door het gereflecteerde deel van het licht dat op het voorwerp valt. Ze ontdekken dan ook dat het licht van verschillende lichtbronnen niet altijd dezelfde verzameling van kleuren is.

In de les ligt het zwaartepunt bij kerndoel 10.1: 'beschrijven hoe bij het zien licht van een lichtbron in het oog komt'. Ook worden bijdragen geleverd aan kerndoel 10.3: 'met een prisma wit licht uiteen laten vallen in de kleuren van het spectrum' en 10.4: 'het zien van gekleurde voorwerpen verklaren'.



Lesschema: Schaduw en kleur

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	- binnenkomen in verduisterd lokaal met een felle bundel natriumlicht. - lopen door de bundel licht naar de zitplaats.	- luisteren naar de reacties van de leerlingen bij binnenkomst. - opmerkingen noteren die te maken hebben met schaduw en kleur.	- verduisterd lokaal. - felle bundel natriumlicht.
15'	- deelnemen aan onderwijsleergesprek.	- houden van onderwijsleergesprek.	
20'	- voorspellen wat er met de schaduw gebeurt bij verandering van de opstelling. - kleuren raden bij diverse lichtbronnen.	- situatie scheppen waarbij leerlingen voorspellingen kunnen doen.	- diverse lichtbronnen. - voorwerpen om schaduwen te maken. - gekleurde tekenvellen. - prisma.
05'	- samenvatten. - opschrijven. - huiswerk noteren.	- samenvatten. - huiswerk opgeven.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

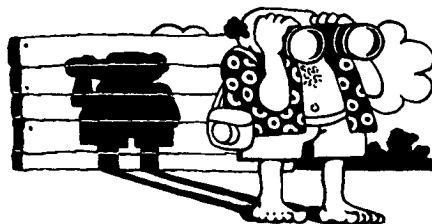
- verduisterbaar lokaal.
- afgeschermd natriumlamp voor bundel geel licht
- gloeilamp, gekleurde spots en diverse gasontladingsbuizen.
- diverse gekleurde tekenvellen (genummerd).
- koker met spleet die om gasontladingsbuizen en natriumlamp past voor het maken van een mooie lichtbundel.
- prisma om in de bundel te plaatsen.
- projectiescherm of groot vel wit papier om 'spectrum' op te laten zien.

De proef met de natriumlamp is buitengewoon indrukwekkend met een natrium-sraatlantaarn. Soms lukt het scholen om via de nutsbedrijven aan een afgedankt exemplaar te komen. Zet een dergelijke lamp vijf minuten voor de les al aan, want het aanwezige vaste natrium moet eerst verdampen.



Het mengen van kleuren is goed waarneembaar bij een kleurentelevisie. Het beeldscherm is opgebouwd uit stippen. Die stippen lichten op als de elektrodenstraal erop gericht is. Ze zijn in drietallen gegroepeerd met de kleuren rood, blauw en groen. Dichtbij het beeldscherm staand is het stippenpatroon waar te nemen; gebruik eventueel een loep. Leuk is om, met het testbeeld op het scherm, te kijken welke stippen in de verschillende witte, grijze en gekleurde vlakken geactiveerd worden.

Een demonstratieproef die vaak op scholen wordt uitgevoerd is het roteren van de kleurenschijf. Een bont gekleurde schijf draait zo hard rond dat de kleuren mengen tot wit. In de praktijk kom je echter nooit verder dan grijs. Dat noemen we dan zwak wit. Hoe feller de schijf wordt verlicht met wit licht, des te sterker wordt de wit-indruk ervan.



Lesverloop

START

De les start als de leerlingen binnenkomen in een verduisterd lokaal, waar alleen een felle natriumlamp brandt. Ze moeten door de lichtbundel binnenkomen en onder andere hun eigen schaduw kunnen waarnemen. De leerlingen die binnen zijn kunnen de veranderde kleur van bijvoorbeeld kleding bij medeleerlingen waarnemen. De docent zit al in de klas en noteert voor zichzelf (bijvoorbeeld op sheet) de opmerkingen die de leerlingen maken m.b.t. schaduw en kleur.

VOORTGANG

Vervolgens – als alle leerlingen binnen zijn – sluit de docent de deur en doet het gewone licht aan. Hij legt uit dat de bedoeling van de les is te achterhalen welke factoren bij zien een rol spelen.

De eerste opdracht die wordt gegeven is: 'schrijf minstens twee dingen op die je zijn opgevallen bij binnenkomst in het lokaal en die te maken hebben met 'zien'.' Ieder doet dat voor zich. Na een ogenblik stilte kan de docent enkele van de opgeschreven observaties laten voorlezen. De onderdelen die te maken hebben met schaduw (rechtlijnige voortplanting van licht) en zien (o.a. de kleurwaarneming) worden op het bord genoteerd. In het gesprek dat volgt komen vragen aan bod als:

- kun je voorspellen waar de grenzen van licht en schaduw op de muur komen?
- op welke eigenschap van licht is die voorspelling gebaseerd?
- hoe verandert de schaduw bij het naar achteren schuiven van de lichtbron?
- hoe verandert de schaduw bij het verplaatsen van het voorwerp in een bepaalde richting?
- wat voor kleur had de (rode) trui van bij het binnenkomen in het lokaal?
- de kleur is nu anders; waar kan dat aan liggen?
- welke kleur zou je gezien hebben als ik een rode lamp had gebruikt in plaats van een gele?
- welke kleur heeft de maan?
- wat zou er gebeuren met de kleur van de maan als de zon 'op groen zou springen'?

Na het gesprek volgt een samenvatting. De docent kan dat zelf doen, maar mooier is dat samen met de leerlingen te doen.

7.3 Kijkmeetkunde

In het wiskunde-onderwijs komt het onderdeel kijkmeetkunde aan bod. In het kader van de samenhang tussen de vakken in de basisvorming is het verstandig hier aandacht aan te besteden. In de kijkmeetkunde wordt de waarneming *van-uit* het oog benaderd. Het oog is dan het hoekpunt (vertrekpunt) van je blikveld. In aanvulling hierop is het goed de leerlingen zich te laten realiseren, dat er dus van de voorwerpen binnen het gehele blikveld lichtstralen *naar* je ogen kunnen komen.



- VERWERKING** Als verwerking van het geleerde tijdens het onderwijsleergesprek wordt de kennis op een speelse manier toegepast. Voor een spel rond schaduwen bestaan vele mogelijkheden:
- ontwerp een schaduw van een ring met een doorsnee van bijvoorbeeld 10 cm op een scherm. Laat de leerlingen voorspellen waar ze een ronde schijf met een doorsnee van bijvoorbeeld 5 cm moeten houden zodat de schaduw ervan de ring geheel vult. Herhaal met een schijf met doorsnede 20 cm.
 - doof de lichtbron. Plaats er een willekeurig gevormd voorwerp voor en laat de leerlingen aan jou als docent instructies geven om met potlood alvast de contouren van de schaduw te laten tekenen. Laat hand- en spandiensten door leerlingen verrichten.
 - een mug en een olifant. Van beide dieren een kartonnen afbeelding uitknippen, die ongeveer even groot is. Waar moet je ze in een lichtbundel houden om de schaduwen in de juiste grootte-verhouding te zien.
 - een schimmenspel door de leerlingen. Ze kunnen experimenteren met schaduwbeelden die groter en kleiner worden. Ook kunnen met meerdere gekleurde lampen boeiende kleureffecten op het scherm worden gemaakt.
 - houd genummerde gekleurde vellen papier in het licht van een gekleurde lamp en laat de leerlingen opschrijven welke kleur ze zien en welke kleur ze zouden zien bij wit licht. Wie heeft de meeste goed? Is de waarneming voor ieder hetzelfde geweest?
 - laat leerlingen bij wit licht verschillend gekleurde en genummerde vellen papier zien en laat de kleur voorspellen bij bijvoorbeeld een blauwe lamp.
 - laat zien dat de verschillende lampen een verschillende kleursamenstelling hebben met een prisma of een zakspectroscop. Betrek hierbij gasontladingslampen, gloeilampen, TL-lampen met verschillende fluorescentiepoeders, spaarlampen, halogeenlampen en het licht van een kaars of gasbrander. Strooi ook eens wat keukenzout in de vlam van de gasbrander.
 - wie is kleurenblind?

7.4 We zien niet alleen met onze ogen!

Onze ogen zijn optisch gezien hele slechte fototoestellen. Onze visuele waarneming is toch heel goed door de verwerking van de optische beelden in de hersenen. Hierdoor zijn er juist ook interessante vormen van waarnemingsbedrog. Als je iets verwacht te zien, dan zie je het ook sneller, ook al is het er niet. In de beschreven kleurwaarnemingsproef ziet de leerling dat de lamp gekleurd licht geeft en corrigeert als het ware de waarneming automatisch. Een wit vel papier is in rood licht nog steeds 'wit', omdat het al het rode licht goed weerkaatst. Om de leerlingen hiervan bewust te maken is het goed de leerling de waarneming én de voorspelde waarneming bij wit licht te laten noteren.

Als afronding van de les wordt met de leerlingen gesproken over de huiswerктаak. Ze schrijven de conclusies uit de proeven in eigen woorden op. Laat ze aan het einde van de les alvast een conclusie opschrijven. De docent ziet dan of het iedereen duidelijk is wat er thuis nog moet gebeuren. In de volgende les kunnen de leerlingen in groepjes hun conclusies uitwisselen en aanvullen. Tevens kan alvast gevraagd worden aan de leerlingen om de volgende les een leuk of interessant negatief van een foto mee te nemen en voorwerpen met interessante schaduwen, zoals een sieraad, een bloem of een blad, een stukje horrengaas of vitrage.

Suggesties voor vervolg

In een volgende les kan met behulp van drie lichtbronnen (rood, groen en blauw) wit licht worden gemaakt. Uitbouw naar de werking van een kleurentelevisie is dan mogelijk.

Een vervolg op 'schaduw' is ook het 'gezichtsveld'. Gedacht kan worden aan het voorspellen van wat je vanuit een bepaalde positie in een maquette of plattegrond wel of niet kan zien.

Een mooie toepassing van schaduwen is het maken van fotogrammen. Dit voorbeeld wordt in les 2 nader uitgewerkt.

Bronnen:

Prof. Dr. M. Minnaert, *De natuurkunde van 't vrije veld*, deel 1, Thieme, Zutphen.

7.4

Les 2: Fotogrammen

Leerlingen gaan in groepjes aan de slag om schaduwbeelden te maken. Deze worden vastgelegd op fotografisch papier. De les is gericht op het maken van creatieve produkten. Ze kunnen mooie en originele fotogrammen maken. Ook wordt er gewerkt aan de presentatie van de produkten. Daarbij beschrijven en tekenen ze ook hoe het fotogram is gemaakt.

Het gaat in deze les om het toepassen van het geleerde over schaduwvorming uit les 1. Tevens oefenen ze in het ontwikkelen en fixeren van fotomateriaal. Tot slot maken ze een informatieve poster. Dat zorgt voor een actieve werksfeer in de klas. Leerlingen kunnen elkaars werk zien en becommentariëren.

Lesschema: Fotogrammen

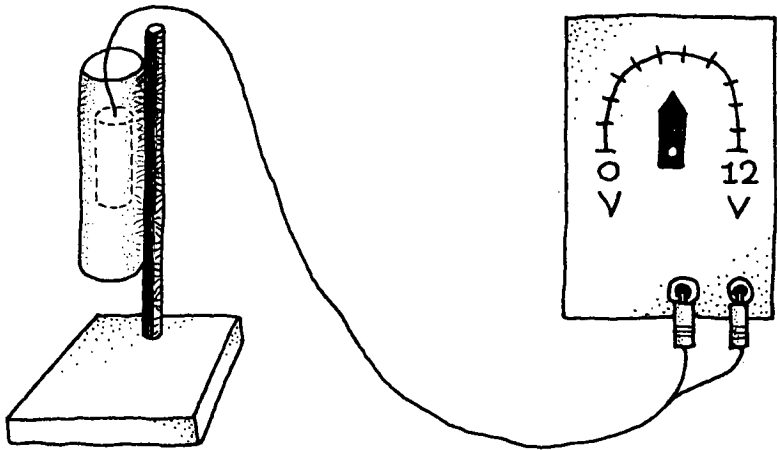
tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– luisteren en noteren.	– alles klaar zetten. – uitleggen hoe je een fotogram maakt.	– Een schema op het bord of een instructie-papier.
20'	– maken en ontwikkelen van enkele fotogrammen (in groepjes).	– coördineren van de werkzaamheden van de leerlingen. – helpen.	– verduisterbaar lokaal. – fietslampjes in kokertje. – enkele doka-lampen. – voldoende bakken voor ontwikkelaar en fixeer. – föhn, zeem, waslijntje.
15'	– maken van een poster. (Dit kan ook geheel als huiswerk worden gedaan)		– flappen. – viltstiften. – fotolijm.
05'		– huiswerk opgeven.	– instructieblad voor het maken van een gaatjescamera.



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

In enkelvoud:

- verduisterbaar lokaal
- waslijn met wasknijpers, föhn, zeem.



Per groepje:

- fietslampjes in kokertje of een aantal zaklantaarns in statief.
- voedingen of batterijen voor de lampjes.
- doka-lampen.
- een aantal doka-bakken met ontwikkelaar, water en fixeer.
- een papiertang voor in de ontwikkelaar.
- een papiertang voor in de fixeer.

- PE-fotopapier.
- glasplaatjes als ‘press-papier’ voor het maken van contact-afdrukken.
- viltstiften.
- fotolijm.

Opmerkingen:

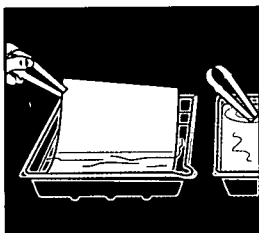
Bij materiaalgebrek kunnen meerdere groepjes met dezelfde spullen werken.

In plaats van de geel-groene dokalampen kunnen ook de TL-lampen in het lokaal met oranje crêpe-papier worden bedekt.

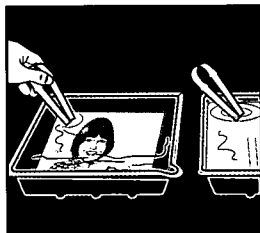
Voor de doka-bakken kunnen ook frites-bakjes worden gebruikt.

In plaats van papiertangen kunnen ook plastic wasknijpers worden gebruikt.

- i** Geschikt fotopapier is PE-papier, zoals Ilfospeed en Agfa-Gevaert Brovi-raspeed. Deze vereisen korte spoeltijden en kunnen snel gedroogd worden. De belichtingstijden liggen in de orde van 10 tot 100 seconden.



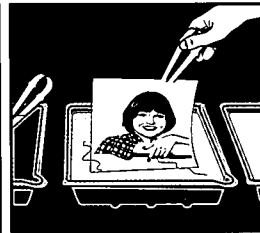
Dompel het papier met een tang snel onder het oppervlak van het ontwikkelbad



Gebruik de papiertang om de vloeistof in beweging te brengen totdat het beeld is uitontwikkeld. Dit duurt ongeveer een minuut



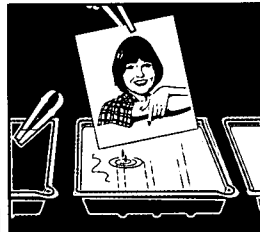
Neem de foto met de tang uit de ontwikkelaar en laat deze uitdruppelen



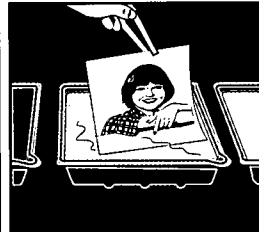
Breng de foto met een schone tang over in het water



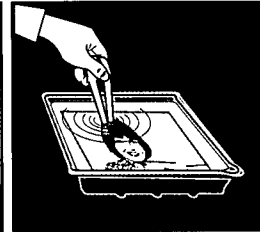
Beweeg de vloeistof nogmaals met de tang gedurende ongeveer 1 minuut



Gebruik de tang om de foto beet te pakken en laat deze weer uitdruppelen



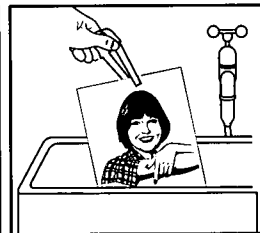
Dompel de foto met een schone tang in het fixeerbak



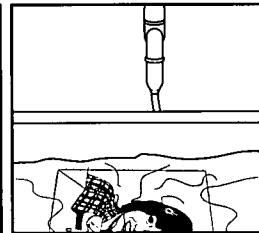
Beweeg de vloeistof. Na twee minuten mag het witte licht aan



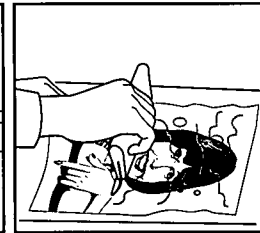
Bekijk bij het witte licht de foto



Als de foto goed is kun je hem naar de spoelbak overbrengen



Spoel de foto in stromend water gedurende enkele minuten



Neem de foto uit de spoelbak, laat hem uitdruppelen en verwijder het overtollig water met een zeem of laat hem drogen

Voor het ontwikkelen geldt de volgende algemene procedure:

- ontwikkel gedurende ongeveer 1 minuut in ontwikkelaar van 20 °C.
- haal het papier met de tang of wasknijper uit de ontwikkelaar en laat het in het water vallen.
- na een halve minuut het papier uit het water halen en overbrengen naar het fixeerbak.
- fixeer de foto gedurende enkele minuten.
- spoel de foto vervolgens enkele minuten in stromend water.
- droog de foto met een zeem af. Vervolgens even met de föhn of aan een waslijntje.

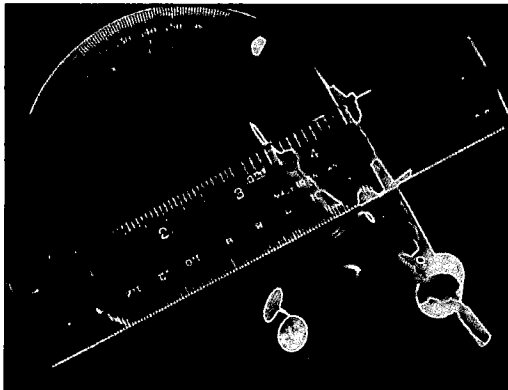
Contact met de huid van de baden moet worden vermeden. Gebruik daarom de papiertang of wasknijper.

Knoei geen fixeer in de ontwikkelaar. Laat elke tang in de eigen vloeistof.

Lesverloop

START De les start met een instructie over de gang van zaken bij het belichten en ontwikkelen van fotopapier. Het is handig als de leerlingen ook in het doka-licht de volgorde belichten, ontwikkelen, kort spoelen, fixeren en spoelen nog kunnen lezen. Bij de verschillende baden hoort te staan wat erin zit. Zet bijvoorbeeld met watervaste stift een O, F of W op de bodem van de bak.

Daarna volgt de opdracht aan groepjes van 2 tot 4 leerlingen om een fotogram te maken, waarop meerdere voorwerpen te zien zijn. Er mag ook een contact-afdruk van meegenomen negatieven gemaakt worden. Daag ze uit om creatieve produkten te maken. Zeg bijvoorbeeld: 'de kwaliteit van een fotogram is goed als het boeiend is om naar te kijken, bijvoorbeeld als er iets onverwachts is te zien.' Maak ook reeds duidelijk wat daarna gaat gebeuren. Elk groepje maakt een poster waarop het mooiste fotogram geplakt zit. Op de poster moet ook een situatieschets zijn gemaakt van de gebruikte opstelling. Die moet zo zijn dat de andere leerlingen, zonder verdere uitleg, maar met de gebruikte voorwerpen, zo'n zelfde fotogram kunnen maken.



VOORTGANG Vervolgens maken de groepje een aantal fotogrammen. Voorwerpen als handen, sieraden en kammen doen het goed. Halfdoor-schijnende voorwerpen, takjes of bladeren geven aardige resulta-

ten. De taken binnen de groep kunnen rouleren, bv. ieder houdt de zaklantaarn een keer vast, bouwt een opstelling en zorgt voor het ontwikkelen van z'n eigen fotogram-idee. De leerlingactiviteiten in dit deel van de les lopen over in die van het volgende onderdeel, de verwerking van het produkt.

VERWERKING

Als verwerking wordt de poster gemaakt. Ook al is het gewone licht nog niet aan, het maken van de poster kan gestart worden. Schrijf de instructie voor het maken van de poster op papier of op een sheet. Zet er ook de criteria bij voor de beoordeling. Het gaat om de presentatie van de fotogrammen. Bij de beoordeling kijken we naar de kwaliteit van de fotogrammen en de beschrijving van de opstelling.

De ene leerling droogt de foto, de ander ruimt nog wat spullen op. Sommigen beginnen aan de poster. Ze denken na over het maken van een situatieschets, die anderen zonder nadere uitleg begrijpen. In de situatieschets moet rekening gehouden worden met de rechte lijnige voortplanting van licht, een van de leerdoelen van de voorgaande les. Na overleg over de indeling van de poster kan het schrijven, tekenen en plakken uitgevoerd worden. De groepjes zullen zich in deze fase echt niet alleen met hun eigen produkt bezighouden. Het commentaar van de groepjes op elkaar stimuleert tot het maken van een nog beter produkt.

De verwerking van de fotogrammen op een poster kan ook geheel als huiswerkopdracht worden gedaan. Er is dan een kwartier langer beschikbaar voor het maken van de fotogrammen.

7.5 Groepswerk

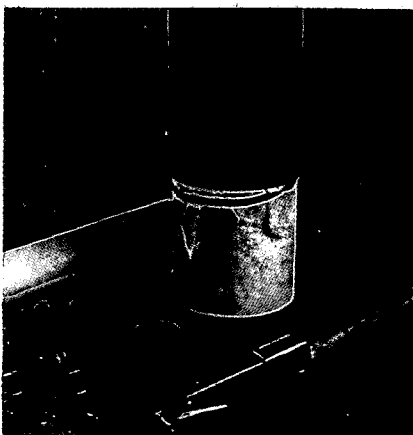
Bij groepswerk hoort een ongedwongen sfeer. Er is geroezemoes omdat de leerlingen overleggen. Bij practicum komen de leerlingen zelfs regelmatig van hun stoel om spullen te halen of weg te brengen. Veel docenten zijn daarom huiverig voor het uitvoeren van groepswerk.

De positieve effecten van groepswerk worden dan wel eens vergeten. De leerlingen leren samen verantwoordelijkheid te dragen, samen te werken, rekening met elkaar te houden, initiatieven te nemen. De leerlingen zijn bij groepswerk vaak actiever ingeschakeld en ze vergeten de les vaak wat minder snel!

Groepswerk is ook een geschikte manier om te differentiëren.

Docenten die nog nooit aan groepswerk gedaan hebben doen er verstandig aan in het klein te beginnen. Werk niet in te grote groepjes, maar eerst in tweetallen. Dat kunnen gewoon de naast elkaar zittende leerlingen zijn zodat er geen tafels verschoven hoeven worden. Laat ze vrij gesloten opdrachten uitvoeren, bijvoorbeeld elkaar overhoren, elkaar een opgave uitleggen, elkaar aangeven wat de hoofdzaken van een stuk leerstof zijn, een eenvoudig proefje samen doen. Niet alleen voor de docent, maar ook voor de klas is een geleidelijke opbouw van het groepswerk te bepleiten. De leerlingen krijgen meer eigen verantwoordelijkheden en die worden bij stukje en beetje overgedragen.

In de afronding kunnen de leerlingen elkaars werk bekijken.
Logisch dat er dan, zelfs buiten de les, over gepraat wordt.
Als huiswerk voor de volgende les wordt *het maken van een gaatjes-camera* opgegeven. 'Je kunt er echte foto's mee maken!'
Als de *verwerking van de fotogrammen op een poster* als huiswerk wordt gegeven, kan het maken van een gaatjescamera daar niet bij. Er moet dan misschien een extra les worden ingelast, tussen de hier beschreven lessen.



Suggesties voor vervolg

In een volgende les zou nader gekeken kunnen worden naar de fotografische technieken. Een les over de werking van foto-chemicaliën zou hier kunnen passen. Het is een goede mogelijkheid voor integratie van de vakken natuur- en scheikunde.

Verder vormen de volgende twee beschreven lessen, over de gaatjescamera en de kwalitatieve werking van een lens, een logisch vervolg.

Bronnen:

Natuurkunde in thema's, deel 2a, Thieme, 1988.

Anneke de Leeuw, *Zien*, Beroepenoriënterende lessenreeks, NVON, 1989.

7.5

Les 3: Gaatjescamera

De les begint met een demonstratie van de gaatjescamera in het groot. Het klaslokaal is de camera. Daartoe moet het goed verduisterd kunnen worden en er moet een kleine opening te maken zijn. Tegenover deze opening moet zich een witte wand bevinden. Zijn de muren en het plafond erg donker, stel dan een wit scherm op. Na de klassikale introductie gaan de leerlingen aan de slag met hun zelfgemaakte gaatjescamera. Ze bekijken de invloed van het veranderen van de grootte en de vorm van het gaatje. Ook het effect van het plaatsen van een lens voor de opening komt aan bod.

In deze les gaat het erom via een goede demonstratie de leerlingen bewust te maken van de gevolgen van de rechtlijnige voortplanting van licht. Het beeld van een camera staat op zijn kop. Links en rechts zijn niet verwisseld op de muur, omdat je je moet om-draaien om deze te bekijken. Je staat als het ware in de camera. Bekijk je het beeld op het transparant van de gaatjescamera, dus van buiten de camera, dan zijn links en rechts wel verwisseld. In het tweede deel van de les staat het samenwerken van de leerlingen centraal om een goed onderzoek te doen.

lesschema: Gaatjescamera

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
20'	– luisteren en meedenken.	– demonstreren van de gaatjescamera in het groot.	– verduisterbaar lokaal. – kleine opening in de verduistering. – kartonnetjes om voor de opening te houden met verschillende vormen gaten.

10'	– formuleren van onderzoeksvragen die met behulp van de eigen camera te beantwoorden zijn.	– opdracht geven om onderzoeksvragen te maken. – beoordelen en goedkeuren van de plannen.	
15'	– uitvoeren van het onderzoek.	– coördineren. – helpen.	– felle lampen – voorwerpen om voor camera te plaatsen. – positieve lenzen van verschillende sterktes.
15'	– opruimen. – huiswerk noteren.	– zorgen dat er opgeruimd wordt. – huiswerk opgeven.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

In enkelvoud:

- verduisterbaar lokaal
- opening in de verduistering
- kartonnetjes met diverse vormen opening

Per groepje:

- positieve lenzen van verschillende sterktes
- enkele felle lampen om voorwerpen te verlichten
- karton, schaar, lijm,
- de zelf-gemaakte gaatjescamera's

Het beeld dat met de gaatjescamera wordt gemaakt kan goed bekeken worden als een directe lichtbron wordt gebruikt als voorwerp. Zeer geschikt zijn daarvoor kooldraadlampen, die in elektriciteitszaken als sfeerverlichting te koop zijn.



Zorg dat de leerlingen in de voorgaande les goed hebben begrepen dat ze geen onderzoek kunnen doen als ze geen camera hebben. Toch is het goed enkele gaatjescamera's in voorraad te hebben. Probeer zelf van tevoren uit of de verlichting in het lokaal fel genoeg is om redelijke beelden op het doorschijnende papier te krijgen. Is dat niet het geval, dan extra lichtbronnen inzetten die de voorwerpen fel genoeg verlichten of zelf als voorwerp kunnen dienen.

Lesverloop

START

De les start als alle leerlingen binnen zijn en het licht wordt uitgedaan. Wie iets over het licht wil weten, zal het eerst donker moeten maken! Op de wanden in het lokaal en op het plafond gaan de leerlingen langzaam maar zeker beelden zien. Door het gaatje in de verduistering ontstaan beelden van de buitenwereld in het lokaal. Wel moet de tijd genomen worden om de ogen te laten aanpassen aan de duisternis. Pas na enige minuten zullen de leerlingen details en kleur in het beeld gaan waarnemen. Laat de leerlingen het beeld omschrijven. Daarna kan aandacht besteed worden aan het ontstaan van het beeld. Laat de leerlingen ontdekken dat het beeld wel op zijn kop staat, maar dat links en rechts niet verwisseld zijn. Hoe kan dat?

Laat vervolgens zien dat de vorm van de opening er niet veel toe doet, maar dat de grootte ervan invloed heeft op scherpte en intensiteit. Koppel daar de belichtingstijd voor het maken van een foto aan, die afhankelijk is van het diafragma.

Een alternatief voor het lokaal als gaatjescamera is de volgende demonstratieproef.

Zet een dia met een asymmetrische figuur erop, bijvoorbeeld de letter F (de F doorzichtig en de achtergrond zwart gaat het best) in een diaprojector. Schroef de projectielens er uit en richt de projector op een wit scherm. Zorg voor een goede verduistering. Je ziet dan een wit vlak zonder beeld van de dia. Neem een ondoorzichtige plaat met een gaatje van ongeveer 5 mm diameter. Houd de plaat in de lichtbundel, ergens halfweg de projector en het scherm. Je ziet dan wel een (onscherp) beeld van de dia. Met een gaatje kun je dus een voorwerp afbeelden. Je kunt nu de leerlingen vragen te voorspellen wat er gebeurt als je: de plaat dicht bij het scherm houdt, de plaat dicht bij de projector houdt, de plaat draait. De vorm van het gaatje kan ook veranderd worden.

Erg leuk is om een tweede plaat te pakken met veel gaatjes erin en ook deze te draaien. Wat gebeurt er met de beelden?

7.6 Demonstratieproeven (1)

Hieronder volgen enkele tips voor het uitvoeren van demonstratieproeven.

– Iedereen moet het kunnen zien!

Gebruik een demonstratietafel of plaats de opstelling op een verhoging. Het scherm van een o.h.p. of diaprojector is voor ieder te zien. Gebruik videocamera met monitor; verhoog het contrast met stukken wit of zwart karton als achtergrond of neem een extra lamp voor de verlichting. Bekijk zelf vooraf vanaf de achterste bank of het te zien is.

– Een demonstratieproef moet lukken!

Voor sommige proeven zijn speciale omstandigheden nodig. Bijvoorbeeld de beeldvorming m.b.v. lens op een scherm lukt niet zo goed bij een regenachtige, wat duistere, dag. Zorg dat je een sterke lamp bij de hand hebt om een voorwerp te belichten dat dan wel afgebeeld kan worden.

Zorg voor voldoende reservelampen voor diaprojector, o.h.p., natriumlamp, etc. Ze gaan altijd op een ongelegen moment stuk.

– Bouw met de proef een spanningsboog op!

Leraren hebben soms de neiging om, alvorens de proef wordt uitgevoerd, te vertellen wat ze gaan doen, waarom, hoe, wat er dan gebeurt en hoe dat komt. Soms komt zelfs het eventueel niet lukken aan bod. Dat is nergens voor nodig: de opstelling en de handelingen moeten voor zich spreken. Het moet boeiend zijn om het te volgen.

– Aansluiten bij de belevingswereld!

Vervang in een proefopstelling bewust onderdelen door huis-, tuin- en keukenspullen. Soms zijn een schoteltje, een jampot, een zaklamp veel sprekender voor kinderen dan een petrischaal, een erlenmeyer en een lichtstralen-kastje.

Gebruik eens een (oude) bril als lens. Via een verstelbare spiegel kan de zon prima als lichtbron dienen.

VOORTGANG Vervolgens kunnen de leerlingen zelf in groepjes onderzoeksvragen formuleren die te maken hebben met de werking van hun eigen gaatjescamera. In de onderzoeksvragen komen de te variëren grootheden aan bod die in meerdere of mindere mate invloed hebben op de beeldvorming in de camera. Voorbeelden van onderzoeksvragen zijn:

Hoe verandert het beeld als ik het gaatje groter/kleiner maak, de verlichting van het voorwerp sterker/zwakker maak, de afstand tussen camera en voorwerp vergroot/verklein, de afstand tussen gaatje en doorschijnend papier verander, een lens voor het gaatje plaats, etc.

Voordat de leerlingen verder gaan met het beantwoorden van de onderzoeksvragen laten ze deze eerst controleren door de docent. Deze let met name op praktische uitvoerbaarheid van het onderzoek en de eerlijkheid ervan. Er mag maar één variabele tegelijk veranderd worden.

VERWERKING Als verwerking gaan de leerlingen in groepjes aan het werk met het beantwoorden van de onderzoeksvragen. Eerst moet het object gekozen worden waar een beeld van geprojecteerd wordt op het doorschijnende papier. Afhankelijk van de gewoonten in school kan dat binnen of buiten het lokaal zijn. Het kunnen variëren van de te onderzoeken grootte speelt daarbij een rol. Er moet in ieder geval wel voldoende licht zijn.

Zorg er in ieder geval voor dat de leerlingen het effect van het gebruik van een positieve lens hebben gezien. Dat is handig voor de volgende les.

In de afronding wordt de huiswerктаak besproken. Het huiswerk voor de leerlingen bestaat uit het overzichtelijk opschrijven van de onderzochte onderzoeksvragen en de antwoorden erop. In de volgende les wordt met deze antwoorden verder gewerkt. Voor de leerlingen moet duidelijk zijn dat het niet maken van het huiswerk ze in de problemen brengt.



Suggesties voor vervolg

In een volgende les kunnen ook echte foto's worden gemaakt met de gaatjescamera. Daarvoor zijn wel lange belichtingstijden nodig om een acceptabel resultaat te krijgen. De foto's die zo gemaakt worden, zijn negatief. Van de negatieve foto's kan een positief ge-

maakt worden door een contactafdruk. Daarbij moeten de 'beeld-zijden' naar elkaar gelegd worden en met een sterke lamp doorlicht.

In les 4 wordt de werking van een positieve lens besproken.

7.7 Demonstratieproeven (2)

Hieronder volgen nog meer tips voor het uitvoeren van demonstratieproeven.

– *Laat de proef spreken!*

Ga niet als een voetbalverslaggever alles wat er te zien is verbaliseren en van commentaar voorzien. Een demonstratieproef uitgevoerd door een docent die zwijgt is veel indrukwekkender.

– *Maak er iets bijzonders van!*

'Ik ga je nu iets heel moois laten zien.', of 'Je kunt hier iets zien, dat nog maar pas is uitgevonden.', 'Als je goed naar deze proef kijkt kun je uitvinder worden.' Dergelijke zinnen dagen de klas uit. Het toont ook je eigen enthousiasme. Het is net alsof je het zelf weer voor het eerst ziet. Als je dat doet dan geven de leerlingen dit enthousiasme weer terug.

– *Denk aan de leerlingactiviteiten!*

Een demonstratieproef doen is leuk voor de leraar. Voor de leerlingen wordt een proef ook leuker als ze weten wat er na de proef van ze verwacht wordt. Bijvoorbeeld: 'Als de proef is afgelopen, schrijf je ongeveer tien dingen op die je gezien hebt.', of 'Je moet in je schrift een tekening maken van de opstelling.', of 'Na de proef ga ik vragen of je een toepassing zou weten te bedenken, van wat je te zien krijgt.'

– *Veiligheid gaat voor leereffect!*

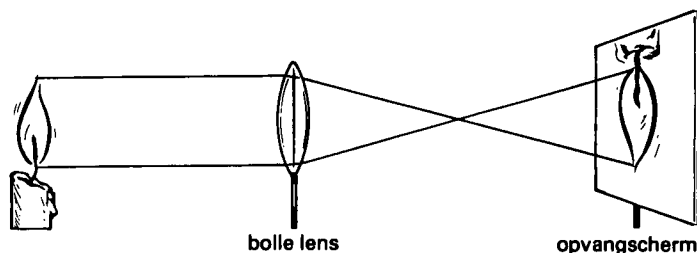
Doe nooit proeven die gevaarlijk zijn. Anders gezegd: tref maatregelen tegen alle eventualiteiten. Gebruik zonodig veiligheidsbrillen of veiligheidsschermen. Zorg dat je dingen die je doet ook goed begrijpt. Laat leerlingen ook merken dat bij jou veiligheid altijd voor gaat. Dit staat in schril contrast met het streven van sommige docenten indruk te maken, door nonchalance en bravoure op momenten dat het spannend wordt.

– *Werk aan een eigen boekhouding!*

Als je eenmaal hebt uitgezocht hoe een demonstratieproef het beste kan worden uitgevoerd, maak dan notities (hangmappen, map met tab-bladen per hoofdstuk of computer). Zonder veel moeite kun je dan later profiteren van de investering.

Bronnen:

Natuurkunde in thema's, deel 1a, *Een eerste verkenning*, Thieme Zutphen, 1988.



De leerlingen bespreken in groepjes de onderzoeksresultaten van de vorige les. Daarna onderzoeken ze het afbeelden van lichtgevend en lichtreflecterende voorwerpen op een scherm. Belangrijk is dat het scherpe beeld steeds maar op één plaats gevormd wordt. Net als bij het maken van fotogrammen en het onderzoek aan de gaatjescamera moeten leerlingen weten dat licht zich rechtlijnig voortplant. Tot slot krijgen de leerlingen zicht op de rol van een lens in een fototoestel.

In deze les gaat het om het hanteren van een geschikte werkvorm voor het geven van commentaar op elkaars werk door de leerlingen. Verder komt het geven van instructies voor een onderzoekspracticum aan bod.

Lesschema: Het fototoestel.

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
15'	– geven in groepjes commentaar op de gedane onderzoeken.	– instructie geven over wijze van commentaar geven.	
05'	– luisteren.	– leggen van de koppeling tussen resultaten van de onderzoeken en de bouw van een fototoestel.	
25'	– uitvoeren van het lenzen-practicum.	– instructie geven voor het lenzen-practicum.	– materialen voor het lenzenpracticum.
05'	– noteren huiswerk.	– huiswerk opgeven.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

Per groepje:

- twee positieve lenzen met verschillend brandpunt (bijvoorbeeld: 10 en 30 cm brandpuntsafstand)
- lenshouder

- scherm
- lichtbron
- voorwerp om af te beelden

De lichtbron en het voorwerp zijn nodig om een goed verlicht object als voorwerp te hebben om af te beelden.

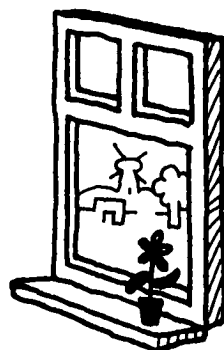
i Het af te beelden voorwerp hoeft geen lichtbron te zijn, maar moet wel voldoende licht reflecteren. Leerlingen vinden het interessant om bijvoorbeeld een beeld van de eigen duim te maken, een stukje zelfgeschreven tekst of een poppetje. In dat geval is een flinke lichtbron nodig om het voorwerp voldoende te verlichten. Zeer goede resultaten krijg je als je het voorwerp verlicht met een halogeenspotje in een houder.

Hoewel het heel goed werkt is het minder verstandig om de spiraal van een gloeilampje als voorwerp te gebruiken. De leerlingen zouden kunnen denken dat alleen lampen licht afgeven om een afbeelding te maken.

Lesverloop

START De les start met het verdelen van de klas in groepjes van vier leerlingen, die uit verschillende onderzoeksgroepjes komen van de vorige les. De door de leerlingen opgeschreven onderzoeksresultaten gaan in het groepje rond. Er wordt een leeg blaadje meegestuurd, waarop elke leerling twee opmerkingen schrijft over de onderzoeksresultaten. Deze opmerkingen moeten gaan over de mogelijkheden tot het verbeteren van het beeld op het doorschijnende papier. Als de blaadjes weer bij de eigenaren terug zijn worden de opmerkingen door de leerlingen geïnventariseerd. De vier leerlingen moeten vervolgens de aandachtspunten voor het krijgen van een zo helder en scherp mogelijk beeld in volgorde van belangrijkheid zetten. Als afsluiting vraagt de docent aan één persoon uit elk groepje om de belangrijkste aandachtspunten te noemen.

VOORTGANG Vervolgens wordt verteld over het gebruik van lenzen vroeger en nu; in beroepen en in de vrije tijd. Leg het verband met de beeldvorming bij de gebruikte gaatjescamera's. Lenzen kunnen zorgen voor een scherp beeld.



7.8 Denken, delen en uitwisselen

Denken-delen-uitwisselen is een werkvorm die er op gericht is alle leerlingen actief bij de les te betrekken. We kennen allemaal het probleem dat het vaak dezelfde leerlingen zijn die antwoorden geven en vragen stellen. Anderen hoor je nooit. Sommigen ervaren het als bedreigend om voor de hele groep wat te moeten zeggen. In een klassikaal vraag- en antwoord- spel kunnen leerlingen zich verschuilen achter elkaar.

Het stramien van de werkvorm 'denken-delen-uitwisselen' wordt door de benaming al goed verwoord. De eerste fase, het *denken*, is een korte individuele activiteit. Iedere leerling bedenkt voor zichzelf zoveel mogelijk antwoorden op een probleem en schrijft deze op. Zo kan een leerling zich niet onttrekken aan de opdracht.

Na het individuele denken komt het *delen*. Datgene wat bedacht is wordt in kleine groepjes (twee tot vier leerlingen) besproken. Het verdient aanbeveling hier een nadere opdracht bij te verstrekken. Bijvoorbeeld: 'kies met elkaar de twee beste oplossingen die bedacht zijn'. Zeg van tevoren dat je aan één van de leerlingen zal vragen te rapporteren aan de hele klas. Je zegt van tevoren niet wie dat is. Tot slot geeft de docent bij het *uitwisselen* aan één leerling per groepje het woord.

Een belangrijk effect van deze werkvorm is, dat alle leerlingen nadenken en praten over de vraag. Ook wordt er veiligheid gecreëerd door ze eerst in een kleine groep te laten praten en daarna het antwoord van hun groep te laten geven. Niet onbelangrijk is ook het effect dat leerlingen mogen praten in de les. Ze doen dat in de regel graag, maar in een klassikale docerles is dat heel storend.

Zeker wanneer leerlingen en docent nog niet goed gewend zijn aan deze werkvorm, is een strakke regie noodzakelijk. Zeg bijvoorbeeld: 'tijdens het 'denken' is het stil'; bij het 'delen' praat je 5 minuten met elkaar; bij het uitwisselen zeg ik wie het woord krijgt.' Bewaak de tijd, geef ze echt twee minuten om zelf na te denken. Vraag ook na de afgesproken 5 minuten om antwoorden van de groep als geheel.

APS-project: *Alle leerlingen bij de les*

Hierna geeft de docent enkele opdrachten aan de leerlingen, die in tweetallen worden uitgevoerd: 'Onderzoek de werking van een tweetal lenzen. Het is de bedoeling dat je iedere keer een scherp beeld op je scherm krijgt. Schrijf iedere keer de belangrijkste kenmerken van het beeld dat je ziet op. Noteer tevens welke lens je gebruikte, de grootte van het beeld, de afstand van het scherm tot de lens, de afstand van het voorwerp tot de lens en de grootte van het voorwerp. Doe dat bij elke lens minstens vijf keer.' Schrijf de te meten grootheden voor alle duidelijkheid op het bord. Leerlingen mogen bij het doen van proeven ook best afkijken en van elkaar leren. Als één groepje een aardige vergroting weet te realiseren, dan volgen er al snel meer.

VERWERKING

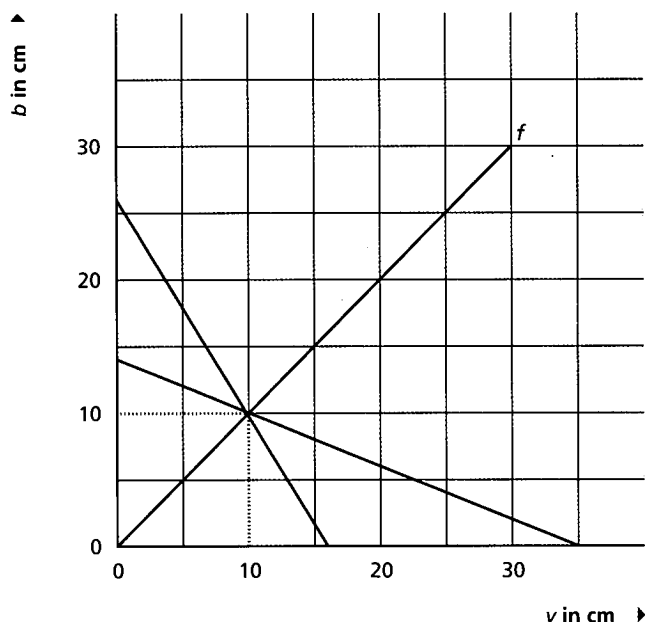
In de afronding wordt de huiswerктаak besproken. De leerlingen schrijven een verslagje waarin drie dingen aan bod komen.

Ten eerste moeten ze de twee lenzen met elkaar vergelijken. De opdracht is met opzet zo open. Er zijn veel aspecten aan de lenzen te beleven: dikte van de lens zelf, scherpste van het beeld, maximale vergroting, vertekening aan de randen van het beeld, kleurverschijnselen die verschillen, verschillen bij 'er doorheen kijken'. Ten tweede moeten de leerlingen proberen een regelmaat te ontdekken in de vier gemeten grootheden per meting. Niet alle leerlingen zullen deze opdracht kunnen uitvoeren, maar daar zijn de volgende lessen ook voor. Bij de bespreking van de tweede opdracht dient de rechtlijnige voortplanting van licht weer aan bod te komen en de koppeling van de regelmaat in de metingen aan de gelijkvormigheid van de bijbehorende driehoeken (samenhang met wiskunde).

Tot slot moeten ze beschrijven wat er met de lens van een fototoestel gebeurt als er scherp gesteld wordt.

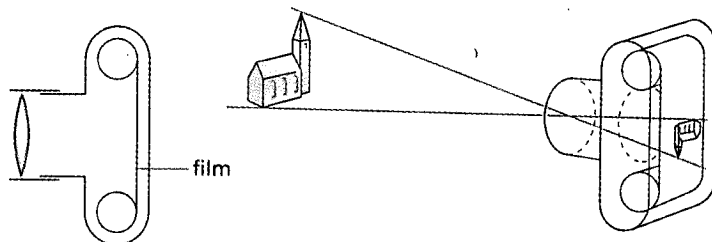
Suggesties voor vervolg

In een volgende les kan worden ingegaan op het verband tussen de brandpuntsafstand van de lens, de voorwerpsafstand en de beeldafstand. Misschien dat hierbij een nomogram een goede visualiserende rol kan spelen.



Bijgaand voorbeeld komt uit NVOX, 19-de jrg nr 7 blz 326 van september 94. Verticaal staat b , horizontaal v en de deellijn door O geeft f . De beide geschetste lijnen komen overeen met $b=26$, $v=16$ en $b=14$, $v=35$ bij eenzelfde lens met $f=10$. Het kan ook anders: laat de leerlingen vanuit een hoekpunt drie assen tekenen onder hoeken van 60° . De middelste as is voor f ; de andere voor v en b . Elke as krijgt dezelfde schaalverdeling. Een rechte lijn die de drie assen snijdt toont een drietal passende waarden voor v , b en f .

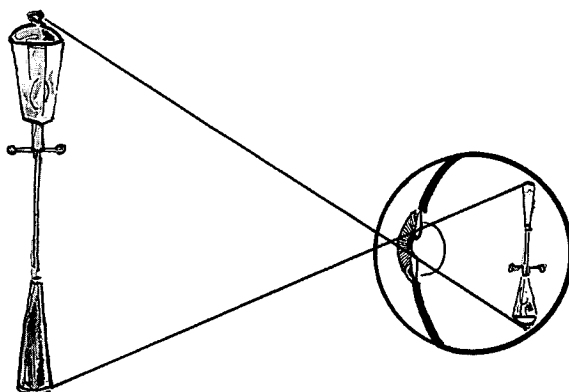
In een volgende les kan ook de samenhang tussen voorwerps- en beeldafstand met de vergroting aan bod komen.



Een andere mogelijkheid is het bestuderen van de werking van een echt fototoestel: diafragma, sluitertijden, scherp stellen, telelenzen, kleurenfilters, etc.

Lessen waarbij verder ingegaan wordt op het afdrukken van foto's met behulp van negatieven en een vergrotingsapparaat vormen een goede aansluiting.

Verder kunnen de leerlingen de verworven kennis toepassen op eenvoudige afbeeldingsinstrumenten (o.h.p, diaprojector) en op de afbeelding in het oog.



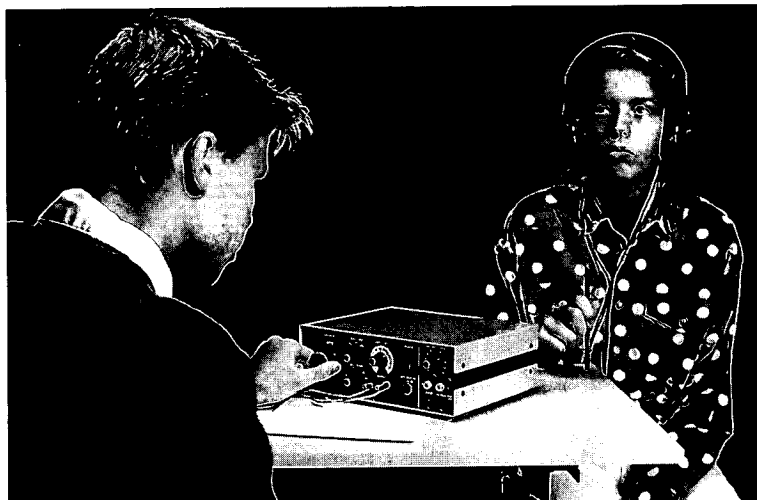
Voor een begrip van de afbeelding in het oog, moeten leerlingen bekend zijn met de opbouw en werking van het oog.

Bronnen:

Jos van Rooijen / Sebo Ebbens, *Het onderwijsleergesprek*, APS-project: *Alle leerlingen bij de les*, Amsterdam, 1989.

8

Geluid horen en maken



Domein F, *Geluid horen en maken* sluit als vanzelf aan op de beleavingswereld van leerlingen. Herkenbare voorbeelden en toepassingen liggen voor het oprapen. Daarentegen is een puur natuurkundige behandeling snel te moeilijk. Minder aantrekkelijk is, dat een praktische uitwerking van het onderwerp gauw zoveel lawaai maakt, zelfs bij de bespreking van het onderwerp geluidshinder kan dat storend zijn!

Voor het domein wordt in het leerplan een aantal contexten aangegeven. Voor de lesvoorbeelden van dit hoofdstuk is de context geluidshinder gekozen. De vier lessen in dit hoofdstuk hebben als thema 'Geluid en lawaai'. De lessen zijn gesitueerd in klas 3 en er wordt voortgebouwd op voorkennis aangeleerd in klas 2. De eerste les heet 'Geluiden horen' en gaat over de grenzen van het gehoor en over lawaai. De tweede les 'Het beschadigde gehoor' behandelt de effecten van gehoorbeschadigingen en de normen voor geluidsoverlast. De voortplanting van geluid en geluidsisolatie staan centraal in de derde les 'Geluid isoleren'. Toepassing van het geleerde in de eerste drie lessen gebeurt in les vier 'Geluidsoverlast'.

Bij de lessen wordt geprobeerd rekening te houden met de verschillen in stijl waarin leerlingen leren.

8.1

Leren in verschillende stijlen

Uit allerlei onderzoek is gebleken dat er betrekkelijk stabiele verschillen bestaan tussen mensen in de manier waarop ze leren. Er zijn verschillen in voorkeur voor leeractiviteiten en ook in de aan-

pak van leeropdrachten. We spreken dan van verschillen in leerstijl. Dit geldt voor het schoolse leren maar ook voor buitenschoolse leerprocessen. Hoe gaat u te werk om de pas gekochte video-recorder of computer aan de praat te krijgen? Sommige mensen lezen eerst de gebruiksaanwijzing, anderen beginnen daarentegen met het apparaat aan te zetten en proberen alle knoppen uit. Duidelijk is dat mensen in leersituaties heel verschillend te werk gaan. Er blijkt ook niet één beste manier te zijn, leren kan op heel verschillende manieren.

Er zijn verschillende theorieën die resulteren in verschillende naast elkaar staande categorieën van leerstijlen. Zo is een bekende categorie, de opdeling naar voorkeur voor de manier van informatie opnemen: de visuele, de auditieve en de haptische (handelen-de) leerstijl. Deze verschillen in leerstijl pleiten voor een gevarieerd gebruik van media en werkvormen als bord, overhead-projector naast mondelinge instructie en practicum.

Een andere categorie van leerstijlen beschrijft de eerder genoemde verschillen tussen mensen in hun aanpak van leertaken zoals bijvoorbeeld het bedienen van apparatuur (video-recorder en computer). Deze categorie van leerstijlen wordt genoemd naar de Amerikaanse psycholoog Kolb, die de theorie erachter ontwikkeld heeft. In dit hoofdstuk bekijken we dit type van leerstijlen en we geven suggesties hoe daarmee in een les kan worden omgegaan. Daarvoor is het nodig eerst iets te weten van de leertheorie van Kolb. Essentieel in deze leertheorie is de rol van ervaringen bij het leren van begrippen en theorieën. Zonder concrete zintuiglijke ervaringen wordt geen echt begrip ontwikkeld. Dit geldt voor het leren van begrippen als kracht en druk en voor het ontwikkelen van kennis van theorieën als de wet van Ohm of de relatie tussen toonhoogte en snaarlengte. Kolb ziet leren als een cyclisch proces van vier elkaar opvolgende fasen: *concreet ervaren*, *observeren*, *theorieën vormen* en *actief experimenteren*. Voor een effectief leerproces dienen alle vier de fasen doorlopen te worden.

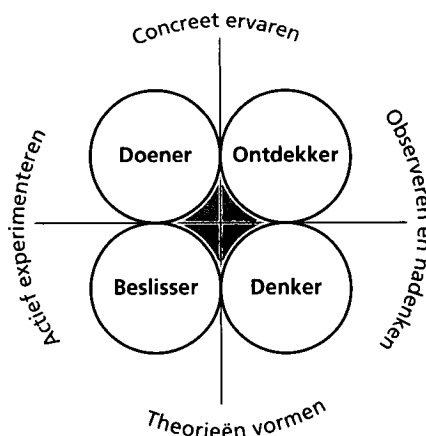
Het idee van de leercyclus kan met een beknopte beschrijving van het leren van het verband tussen de lengte van een snaar en de toonhoogte van het geluid toegelicht worden.

In een klasgesprek worden verschillende snaarinstrumenten van een orkest besproken en gedemonstreerd. Leerling horen en zien dat een bas lagere tonen geeft dan een banjo of een viool, dit zijn concrete ervaringen. Ze observeren dit verschijnsel en kunnen zich in een klasgesprek afvragen of het formaat van instrumenten te maken heeft met de hoogte van tonen die ze horen. De docent vat de discussie samen in de theorie 'hoe langer de snaar hoe lager de toon'. De leerlingen proberen deze theorie uit op verschillende instrumenten of maken een model van een gitaar en experimenteren met de toonhoogte van dit model.

Natuurlijk kan een docent ook kiezen voor een andere lesopzet. Bijvoorbeeld eerst de theorie over snaarlengte en toonhoogte vertellen, daarna de leerlingen een voorspelling laten doen bij een proef over de toonhoogten bij verschillende snaarlengten en dan de proef uitvoeren. Daarna kunnen de leerlingen het verband tus-

sen snaarlengte en toonhoogte bij verschillende snaarinstrumenten onderzoeken en ontdekken.

Het blijkt dat leerlingen voorkeuren hebben voor bepaalde fasen in de leercyclus. Er zijn leerlingen die eerst een uitleg willen van de docent voordat ze gaan oefenen en toepassen. Andere leerlingen willen eerst zelf wat proberen en vragen daarover later uitleg. We spreken van *ontdekkers*, *denkers*, *beslissers* en *doeners*. In het schema hieronder staat de cyclus afgebeeld met daarin de vier onderscheiden leertypen.



Essentieel voor effectief leren is dat de leercyclus rond komt. Ervaringen opdoen, experimenteren, theorie vormen en nadenken maken te zamen een leerproces compleet. De theorie van Kolb geeft een ondersteuning van de keuze voor toepassing, vaardigheden en samenhang als karakteristieken van de basisvorming. Het laat ook zien dat deze nieuwe elementen in het onderwijs geïntegreerd moeten worden. Experimenteren, onderzoek doen en praten over (buitenschoolse) ervaringen zijn onmisbare vaardigheden in een compleet leerproces.

Als we nu weten dat deze verschillen tussen leerlingen er zijn, hoe houden we daar dan rekening mee? In een klassikale les kan dit door te variëren in werkvormen en door verschillende startactiviteiten te hanteren. In de lesvoorbeelden in de volgende paragrafen worden hiervan voorbeelden gegeven. Aansluitend bij de vier leerstijlen onderscheiden we vier verschillende aanpakken van een les of een lessenserie: *de reflectie-aanpak*, *zelfstudie-aanpak*, *de instructie-aanpak* en *de oefen-aanpak*.

De reflectie-aanpak komt tegemoet aan de ontdekkers. Zo'n les kan starten met een demonstratie waardoor een verschijnsel direct te ervaren is. Vanuit deze ervaringen wordt er nieuwe kennis ontwikkeld. Een klasgesprek is daarbij een geschikte werkvorm. Voor de denkers is een zelfstudie-aanpak meer geschikt. Een les volgens deze aanpak zou kunnen starten met video-presentatie of een leestekst. Door de informatie hieruit met vragen en opdrachten te verwerken wordt een theorie ontwikkeld.

De beslissers vragen om een instructie-aanpak. De les start dan met een instructie door de docent, de kennis wordt daarbij op het

bord of in een demonstratie gepresenteerd. In oefeningen kunnen leerlingen zich die vervolgens eigen maken. De oefen-aanpak is voor de doeners. Zo'n les zou kunnen starten met een open practicum waarin leerlingen een verschijnsel of een theorie uitproberen. De ervaringen die ze daarbij opdoen geven aanleiding tot verdieping of uitbreiding van die theorie.

Onderwijs dat rekening houdt met verschillen tussen leerlingen is veelvormig en gevarieerd. Door de start en de werkvormen te wisselen worden leerlingen op verschillende leerstijl aangesproken. Door verschillende leeractiviteiten aan te bieden is een rijk en compleet leerproces te realiseren.

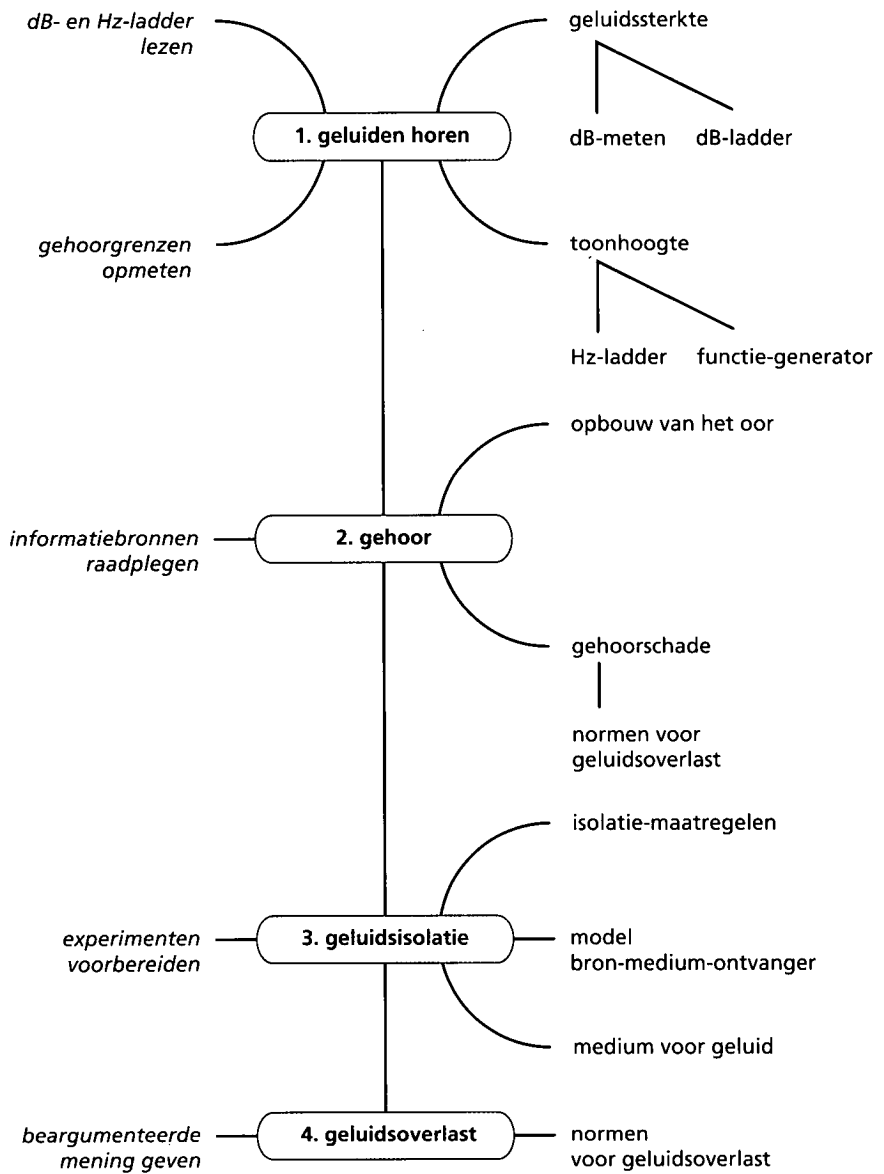
8.2

Het begrippennetwerk rond geluid

Bij het onderwerp Geluid zijn een groot aantal begrippen te onderscheiden, die zeer verschillend van aard zijn. Toonhoogte is van een heel andere orde als geluidsoverlast. Om al die begrippen te beschrijven kan gekeken worden naar eigenschappen. Je kunt geluid horen, het heeft een sterkte en een hoogte, het veroorzaakt trillingen. De begrippen zijn ook verbonden met ervaringen. Je kunt genieten van de muziek van Guns n' Roses, je hoort iemand je naam roepen, je hebt geluidshinder van een verkeersweg langs je huis. Een derde manier om begrippen te beschrijven is, door ze te definiëren met hogere begrippen: geluid is een *trilling* en geluid is een snelle verandering van de *luchtdruk*. Deze laatste manier van begripsomschrijving is wetenschappelijk beter verantwoord dan de andere twee manieren. Maar de hogere begrippen moeten daarvoor bekend en vertrouwd zijn en in samenhang kunnen worden gezien. Er moet een functionerend netwerk van begrippen bestaan. Voor leerlingen van klas drie is dat begrippennetwerk echter nog heel beperkt.

In de lesvoorbeelden in paragraaf 3 is gekozen voor de eerste twee benaderingen. De eigenschappen van begrippen worden besproken en er wordt geprobeerd de ervaringen van leerlingen met deze begrippen uit te breiden.

In het schema hieronder staan de belangrijkste begrippen uit het onderwerp geluid in hun onderlinge relaties en met hun karakteristieke eigenschappen geordend. De centrale begrippen zijn horen, gehoor, geluidsisolatie en geluidsoverlast. De vier begrippen staan om beurten centraal in één van de vier lessen. In deze rij van begrippen zit een zekere ontwikkeling. Het begrip geluidsoverlast verlangt kennis en ervaring van de andere begrippen.



De eerste les heeft een oriënterend karakter. De leerlingen krijgen een beeld van de inhoud en de aanpak van het onderwerp. De voorkennis wordt opgehaald.

De ervaringen van leerlingen met geluid zijn voor deze les het uitgangspunt. Daarmee is gekozen voor de insteek bij concrete ervaringen uit de leercyclus van Kolb en wordt *de ontdekker* in de leerlingen geactiveerd. In een klassediscussie wordt de leerlingen gevraagd hun ervaringen te verwoorden. Dit roept tegelijkertijd nieuwe vragen op, die voor een deel inzet kunnen zijn van de lessencyclus rond het onderwerp Geluid en Lawaai.

In deze les gaat het om de vraag wanneer geluid lawaai is. Daarvoor worden de eigenschappen geluidssterkte en toonhoogte besproken en wordt onderzocht wat de grenzen zijn voor het horen van geluiden.

De ervaringen die leerlingen met geluiden hebben, worden in deze les geïnventariseerd en geordend. Verwondering over de capaciteiten van het gehoor is een belangrijk nevendoeel: 'hoe kan zo'n klein kwetsbaar orgaan zo'n veelheid van geluiden onderscheiden?' Aan de orde komt kerndoel 12.4: 'globaal het frequentiebereik van het menselijk gehoor aangeven'.

Lesschema: Geluiden horen

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– geluiden-quiz. – kennis nemen van het lesprogramma. – huiswerk noteren.	– startopdracht: 'geluiden-quiz'. – lesprogramma presenteren met huiswerkopdracht.	– bandje met 'geluiden-quiz.'
20'	– kennis en ervaringen met betrekking tot geluid verwoorden. – kennis nemen van dB- en Hz-ladder.	– klasgesprek leiden over ervaringen met geluid. – uitleggen hoe de Hz- en dB-ladder in elkaar zitten.	– toongenerator en luidspreker. – dB-meter. – poster met dB- en Hz-ladder.
15'	– oefenen met Hz- en dB-ladder.	– verwerkingsopdrachten geven. – begeleiden bij het maken van de opdrachten.	
5'	– luisteren naar samenvatting.	– samenvatten: 'Wat is lawaai?' – huiswerkopdracht toelichten.	



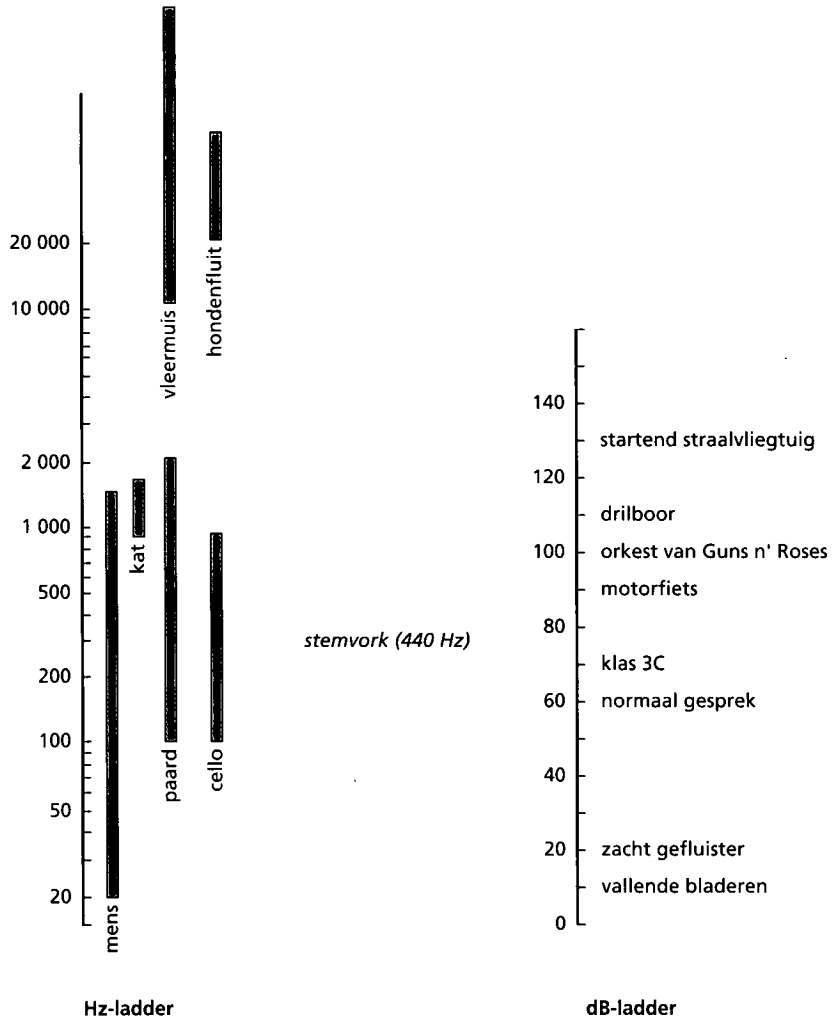
De volgende materialen zijn nodig in deze les.

In enkelvoud:

- bandje met uiteenlopende geluiden geschikt voor de 'geluiden-quiz'
- toongenerator, luidspreker, dB-meter, oscilloscoop
- poster met dB- en Hz-ladder
- flap met vragen van leerlingen over geluid.

Zo'n bandje is heel goed zelf samen te stellen, wanneer er een cassette-recorder met microfoon beschikbaar is. De inhoud kan dan ook aan de groep aangepast worden.

Maak de poster met ladders zo dat er in de loop van de lessen geluiden bij geschreven kunnen worden.



- i** Het onderwerp geluid gaat vaak over zuivere tonen. Dat zijn geluiden met één frequentie. Als we geluid opmeten met een oscilloscoop en bespreken als een trilling, is dat een bruikbare beperking. Er zijn daarbuiten echter veel meer soorten geluid. Geluiden die voor leerlingen herkenbaar zijn;
- lawaai: hard, hinderlijk geluid;
 - muziek: harmonieus, ritmisch geluid; een combinatie van tonen;
 - spraak: geluid van mensen bedoeld voor communicatie;
 - geruis: onbestemd geluid met een breed spectrum van tonen;
 - knal: kort, sterk geluid.

Al die geluiden kunnen we zien als samengesteld uit enkelvoudige tonen. Voor een goede begripsvorming hiervan is het nodig dat er op de oscilloscoop niet alleen enkelvoudige tonen te zien zijn. Het is beter als enkelvoudige tonen naast andere soorten geluid gezet worden. In de basisvorming volstaat het de verschillende soorten geluid van elkaar te onderscheiden, met de eigenschappen *toonhoogte* en *geluidssterkte*. Het lijkt niet zo verstandig geluid hier al te bespreken als een trilling. Trilling is voor leerlingen een algemener, breder en ook onduidelijker begrip. Pas wanneer de begrippen geluid en toon met hun eigenschappen vertrouwd zijn, kan het begrip trilling als een hoger begrip geïntroduceerd worden. Vanuit persoonlijke ervaringen van leerlingen zijn geluid en toon in te vullen. De eigenschappen toonhoogte en geluidssterkte zijn te verduidelijken door de gehoorgrenzen van het oor te meten. Hieraan worden de grootheden en eenheden frequentie (Hz) en geluidssterkte (dB) gekoppeld.

Bij het ontwikkelen van deze begrippen bij leerlingen kan gebruik gemaakt worden van de 'dB-ladder' en 'Hz-ladder'. Dit zijn twee (logaritmische) schalen waarop geluiden uitgezet worden. Ze helpen leerlingen om de grootheden en eenheden te concretiseren. In de 'frequentie-karakteristiek' (geluidssterkte in dB uitgezet tegen frequentie in Hz) kunnen in een vervolg deze schalen worden samengevoegd.

Lesverloop

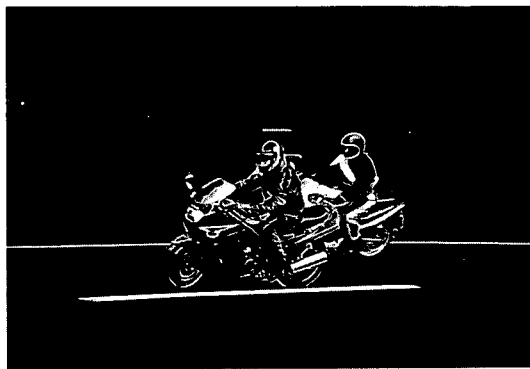
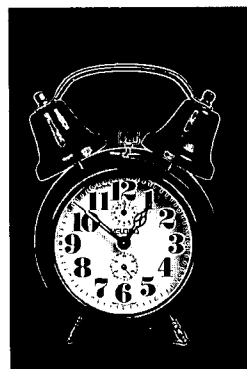
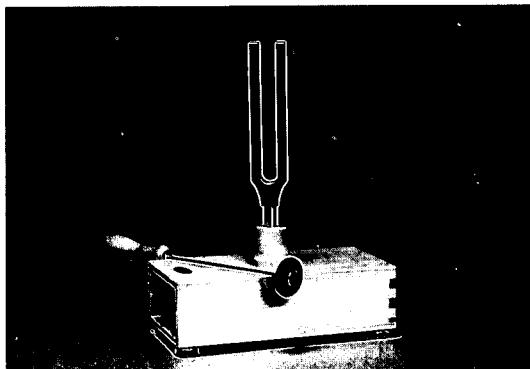
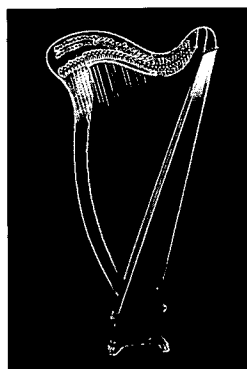
START De les wordt gestart met een korte start-opdracht ter introductie, de 'geluiden-quiz'. Het lesprogramma wordt daarna gepresenteerd en de huiswerkopdracht voor de volgende les wordt opgegeven. Met een korte notitie op het bord blijft het programma als geheugensteun de hele les aanwezig.

8.1 Startopdrachten

Een les moet gestart worden. Leerlingen moeten bij de les getrokken worden, los van de overhoring Frans, de discussie over de klasseavond of de ruzie met klas 3B in de pauze. Met een startopdracht wordt het onderwerp van deze les concreet en direct neergezet. Het moet de leerlingen helpen hun aandacht te richten op de les en zich daarvoor te motiveren.

Startopdrachten zijn kort maar krachtig, ze zijn duidelijk en blijven een les lang hangen. Demonstraties kunnen heel geschikt zijn als startopdracht, maar ook een uitdagende vraag of een actueel voorval. Ervaren docenten hebben een arsenaal aan opdrachten opgebouwd die werken in hun lessen. In de uitgewerkte lessen staan voorbeelden van startopdrachten.

De klas luistert naar een serie geluiden met de opdracht de geluiden te benoemen. De leerlingen hebben daarvoor een invulblad waarop ze hun antwoorden kunnen invullen. De resultaten worden in een schema op het bord geïnventariseerd.



De geluiden-quiz

geluid no.	
1.	gitaarmuziek van Guns n' Roses
2.	het gefluit van een vogel met verkeersgeluid op de achtergrond
3.	geruis van bladeren in de wind (40 dB), niet voor iedereen hoorbaar
4.	stenvork 440 Hz
5.	hoge fluittoon (20 kHz), die niet iedereen kan horen
6.	vliegtuiggebulder (100 dB)
7.	viool uit 'Vier jaargetijden'
8.	knal van een ballon die kapot klappt
9.	geroezemoes van een klas leerlingen, onverstaanbaar gepraat
10.	bastoon van cello

Op het linker bord kan de volgende notitie staan:

Wat gaan we doen:

1. praten over wat we weten van geluid
2. gehoorgrenzen onderzoeken
3. geluidenladder maken

Huiswerkopdrachten:

1. De paragraaf nalezen en de opgesomde vragen maken.
2. Lees het uitgereikte artikelje over geluidshinder in discotheken en beantwoord de volgende twee vragen:
 - a. Welke schade kan disco-muziek veroorzaken aan je gehoor?
 - b. Welke maatregelen zouden er getroffen moeten worden om de schade te beperken?

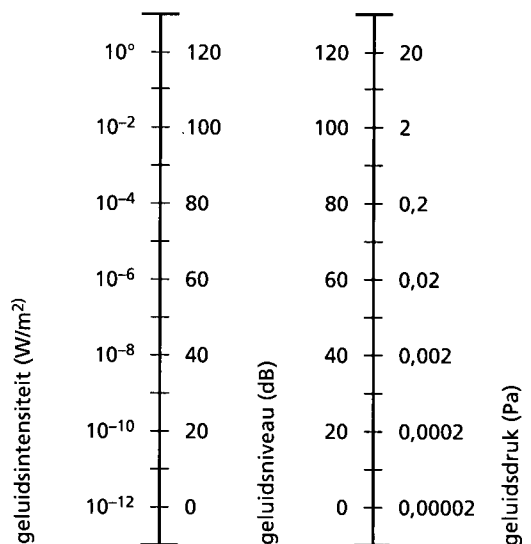
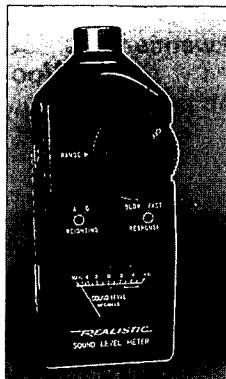
Een geschikte artikel voor deze vraag is te vinden in het tijdschrift *Archimedes*; jaargang '94, no 4/5.

VOORTGANG

Vervolgens worden in een onderwijsleergesprek de ervaringen van leerlingen met de begrippen geluid, lawaai, gehoor, geluidsterkte en toonhoogte geïnventariseerd en expliciet gemaakt. De dB- en Hz-ladders worden geïntroduceerd als middel om geluiden te beschrijven.

Mogelijke discussievragen en -opdrachten zijn:

1. Noem 4 tegenstellingen bij geluid. Een voorbeeld is: hard – zacht.
 2. Wat zijn de hoogste en laagste geluiden die je nog kunt horen en wat de hardste en zachtste?
 3. Plaats de geluiden van de band in de ladders.
 4. Orden de geluiden in de geluiden-quiz in verschillende soorten.
- Bij vraag twee kan een klassikale meting met behulp van een toongenerator, luidspreker en dB-meter de discussie ondersteunen. Gebruik hier de dB- en Hz-ladders om een overzicht te maken. Vergelijkingen met gegevens over dieren en apparaten kan het begrip verdiepen.



Al pratend zijn de grootheden toonhoogte en geluidssterkte met de eenheden Hz en dB gevallen. Voor veel leerlingen zijn dit nieuwe begrippen. We kiezen hier voor een geleidelijke invoering van nieuwe begrippen met voorbeelden en waarnemingen. Definities komen later.

Wanneer deze grootheden en eenheden tot de voorkennis behoren dan is het mogelijk om een stap verder te gaan en de frequentie-karakteristiek van het gehoor te introduceren. De begrippen gehoordrempel en pijngrens komen daarbij aan de orde.

8.2 Nieuwe grootheden en eenheden leren

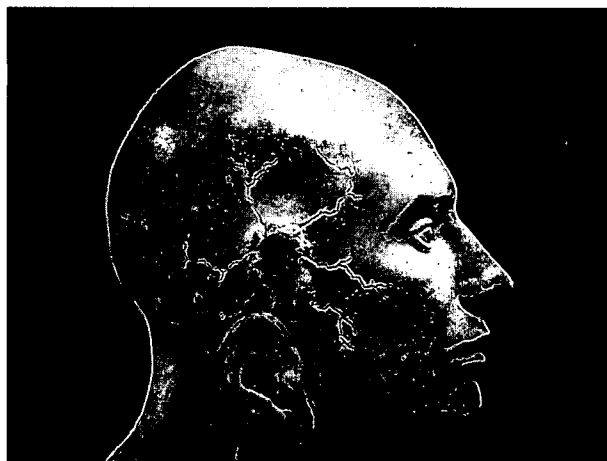
Het invoeren van een nieuwe grootheid als de geluidssterkte is lastig. Een precieze en correcte definitie zegt leerlingen in de regel niets. En de benodigde wiskunde is voor derde klassers zeker te moeilijk. Leerlingen kunnen daarbij echter te werk gaan zoals ze ook grootheden als afstand en tijd geleerd hebben. Ze moeten er om te beginnen directe zintuiglijke ervaringen mee opdoen. Dat kan door geluiden van verschillende sterkte te horen en daarbij te zien wat de waarde is van de geluidssterkte in dB.

De tweede stap is, leerlingen deze ervaringen te laten verwoorden. Experimenten zijn hier heel geschikt, bijvoorbeeld het meten van geluidssterkte in dB met de bekende 'geluidssterketladder' die in veel boeken staat. Zo wordt het begrip geluidssterkte langzaam betekenisvol voor leerlingen. Het begrip vult zich met ervaringen, waarnemingen en beelden.

Verder kunnen we met dit begrip niet gaan. Formele relaties en definities zijn niet toegankelijk op dit niveau. Wat zo bereikt wordt moet echter niet onderschat worden, leerlingen hebben echt iets geleerd.

Maak bijvoorbeeld een poster van een dB-meter als wandversiering in het lokaal. De dB- en de Hz-ladder kunnen ook op posterformaat aan de muur hangen.

- VERWERKING** Als verwerking maken de leerlingen individueel of in tweetallen de volgende opdrachten:
1. Plaats de volgende geluiden op de geluidsladders: een muis, een contrabas en je eigen stem.
 2. Wanneer noem je geluid lawaai?
 3. Schrijf twee vragen op die je de komende lessen bij het onderwerp geluid beantwoord wilt hebben. Schrijf deze vragen op de flap aan de muur. De flap blijft hangen zolang het onderwerp geluid loopt.
- In de afronding kunnen de resultaten van de eerste twee verwerkingsopdrachten goed als samenvatting en afsluiting dienen. Daarbij kan ook aangegeven worden wat er de volgende lessen gaat gebeuren. Met een overheadsheat van het lessenschema uit de inleiding van dit hoofdstuk kan dat duidelijk gemaakt worden. De huiswerkopdrachten worden kort toegelicht. Het belang van opdracht 2 (artikelje lezen) wordt extra benadrukt als voorbereiding op de volgende les.



In les 2 wordt de bespreking van het gehoor uit les 1 voortgezet. In les 1 zijn de gehoorgrenzen onderzocht, nu gaat het meer om de overbelasting van het gehoororgaan.

In deze les is gekozen voor een lesopzet waarbij het observeren en nadenken over de aangeboden informatie het vertrekpunt vormen in de leercyclus van Kolb. De denker in de leerling wordt geactiveerd, de aangeboden informatie te ordenen in een meer theoretisch kader. Op verschillende manieren verwerken leerlingen in groepjes informatie over geluidsoverlast.

Kerdoel 13 staat in deze les centraal: 'bronnen van geluidshinder aangeven op grond van metingen, de mogelijke gezondheidsschade in verband brengen met de geluidsterkte en suggesties doen voor maatregelen'. De contexten daarvoor zijn beroepssituaties waarin geluidsoverlast op kan treden. De kern van de les wordt gevormd door de 'harde feiten' over geluid. Leerlingen leren wanneer geluid schadelijk wordt en wat daarvan dan de effecten zijn voor het gehoor. Door leerlingen zelf informatie uit teksten en andere bronnen te laten halen wordt mede gewerkt aan kerndoel 1.1: 'uit gegevens informatie selecteren, daarbij onderscheid maken tussen feiten en meningen'.

Lesschema: het beschadigde gehoor

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– rapporteren over huiswerkopdracht. – luisteren naar demo-bandje. – kennis nemen van lesprogramma en huiswerk noteren.	– resultaten van huiswerkopdrachten inventariseren. – startopdracht 'Gehoor beschadigd, hoe hoort dat?' – lesprogramma presenteren met huiswerkopdracht.	– demo-bandje.
15'	– videoles bekijken en kijkvraag beantwoorden.	– videoles introduceren met kijkvraag. – videoband afspelen.	– videoband. – recorder.
20'	– informatie verzamelen. – verwerkingsvragen beantwoorden.	– verwerkingsopdracht opgeven. – groepen begeleiden.	– boeken, folders, wandkaart, oormodel etc. als bron van informatie.
5'	– groepsresultaten rapporteren.	– groepsresultaten inventariseren.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les.

In enkelvoud:

- 3-dimensionaal model van het oor of wandkaart
- bandje met speciale effecten, geluiden die een gehoorgestoorde hoort
- cassette-recorder en video-recorder
- videoband met informatie over ARBO-wet geluidshinder

Per groepje:

- folder van Arbeidsinspectie over geluidshinder
- informatiebronnen naast het boek over lawaai en gehoorschade

De geluidsband en de videoband zijn beiden te koop. In de paragraaf met bronnen staan de besteladressen genoemd. De geluidsband is voor het doel van deze les te lang. Er moet een klein stukje van gedraaid worden. Het is misschien het makkelijkst om de interessante stukjes te kopiëren.



Vanaf 1991 geldt voor bedrijven en voor scholen de nieuwe ARBO-wet ten aanzien van geluid op de werkplek. In deze wet is geregeld wat de normen zijn voor geluidsoverlast en welke maatregelen getroffen moeten worden. In de paragraaf met bronnen staan adressen genoemd waar informatie te verkrijgen is.

Dit onderwerp sluit direct aan op de praktijk. Er zijn een aantal beroepen die heel goed in de les passen, zoals gemeentelijke milieudeskundige, logopedist, bouwkundige en politie. Er zijn ook risico's op gehoorschade in beroepen als vrachtwagenchauffeur of popmuzikant. Uitgebreide informatie is te vinden in de SLO-uitgave 'Beroepssituaties in natuur- en scheikunde'.

8.3 Videofragmenten in de les

Het is goed te zorgen voor afwisseling in de lessen. Video kan daar een rol in spelen. Met behulp van video kunnen bijzondere gebeurtenissen in beeld gebracht worden. Dat maakt het zo interessant. We denken dan aan zaken die in het echt onuitvoerbaar zijn omdat ze te gevaarlijk, te duur, te ingewikkeld of te ver weg zijn. Daarnaast maken speciale effecten het mogelijk om natuurwetenschappelijke verschijnselen te verduidelijken: vertraagde, versnelde beelden en animaties. Ook kan een beeld 'stop' gezet worden en kan makkelijk teruggespoeld worden om een bepaalde scène opnieuw te vertonen of mondeling toe te lichten.

Video vraagt enige technische voorbereiding. Alles moet liefst vooraf klaar staan en goed ingesteld zijn, zodat één druk op de knop voldoende is om te starten. Kijk vooraf of iedereen het goed kan zien ook achter in de klas.

Vermijd storende reflecties in het glas van het beeldscherm.

Maak van video geen vrijblijvende vertoning. Zorg altijd voor enkele vragen die achteraf gesteld worden aan de leerlingen. Moedig leerlingen ook aan om vragen te stellen over wat ze zien. Bij een korte band is het de moeite waard hem twee keer te vertonen zodat er meer gelegenheid is om op vragen van leerlingen in te gaan. Het verkrijgen van bruikbaar videomateriaal is geen probleem. Op de TV zijn regelmatig programma's te zien, die natuurwetenschappelijk interessant zijn. De basisvorming vereist dat ook toepassingen van natuur- en scheikunde in het dagelijks leven en in de praktijk van beroepen een belangrijke plaats in het onderwijs krijgen. Veel videobanden worden gratis beschikbaar gesteld door bedrijven en instellingen. De NOT laat in de serie Vakwerk voorbeelden zien van de beroepspraktijk en levert hier verwerkingsmateriaal bij.

Het vertonen van een geschikt videofragment verlevendigt niet alleen de les. Het brengt de praktijk in het leslokaal. Goed gekozen vragen en verwerkingsopdrachten waarborgen dat leerlingen de juiste informatie uit het fragment halen en verwerken. Let o.a. op schooltelevisie, Teleac, en de BBC en de aankondigingen in de programmabladen en NVOX. Bekende Instanties die videobanden leveren zijn het NIAM (070-3143500), TFC (085-693120) en de mediatheek van de Rijksvoorlichtingsdienst (070-3564201).

Lesverloop

START De les wordt begonnen met een korte startopdracht ter introductie. Hier wordt ook de relatie gelegd met de huiswerkopdrachten van de vorige les. Het lesprogramma wordt daarna gepresenteerd en de huiswerkopdracht voor de volgende les wordt opgegeven. Met een korte notitie op het linkerbord blijft het programma als geheugensteun de hele les aanwezig. Allereerst wordt aan een paar leerlingen gevraagd te rapporteren over hun antwoorden op de vragen over het artikel uit het huiswerk. Nu wordt een stukje van de geluidsband 'Hoor eens even' afgedraaid waarop een tekst gesproken wordt, maar dan zo dat het klinkt als door het oor van iemand met een gehoorbeschadiging.

Op het bord komt nu te staan:

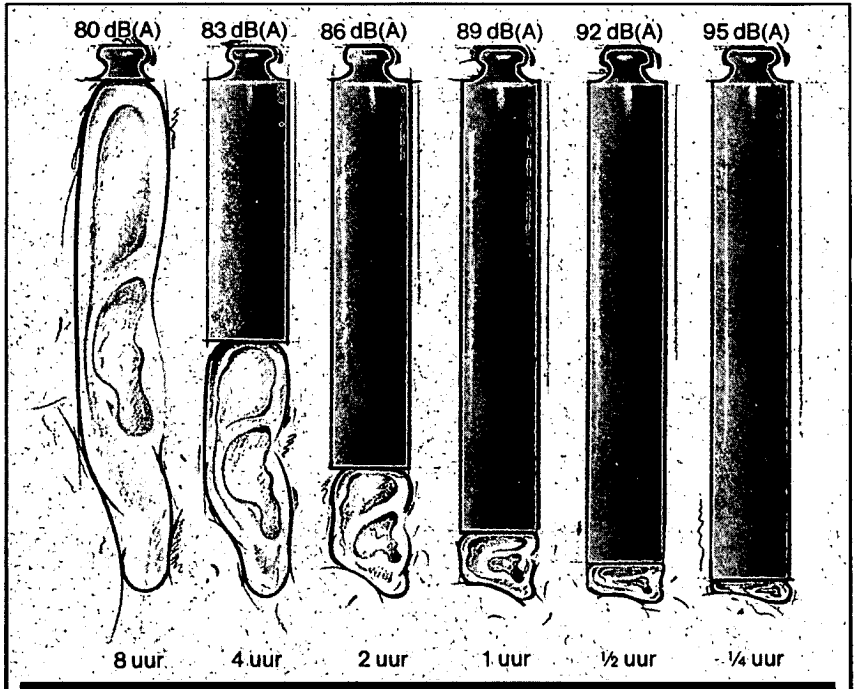
Wat gaan we doen:

1 – videoles over geluid op het werk

2 – informatie zoeken over gehoorschade

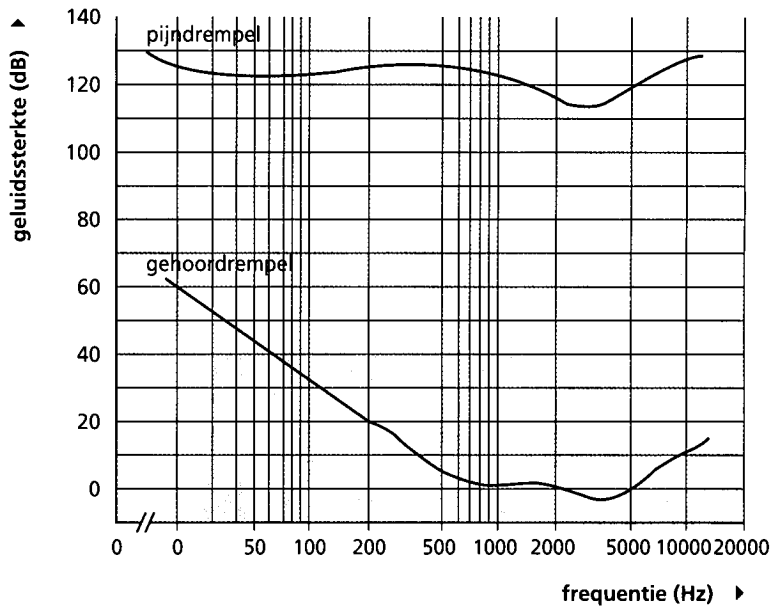
Huiswerkopdrachten:

1. Zoek bij jou in de buurt naar situaties waarbij de geluidsterkte boven de norm van 80 dB komt. Informeer ook bij je ouders of anderen naar beroepssituaties die gevaarlijk zijn voor het gehoor. Welke maatregelen worden daar getroffen.
2. Maak een lijstje met maatregelen om een huis te beschermen tegen verkeerslawaaï.



VOORTGANG Vervolgens vertonen we een video met informatie over gehoorschade. De informatie voor deze les is goed te vinden in een video-productie van de Arbeidsinspectie: 'De harde feiten over geluid'. De band duurt ca 12 minuten. De kijk-opdracht is: 'Wanneer ontstaat schade aan je gehoor'.

VERWERKING Als verwerking gaan de leerlingen in groepjes van vier aan het werk met schriftelijke informatiebronnen. Geef daarvoor de leerlingen een aantal vragen mee die ze met deze bronnen moeten kunnen beantwoorden. De informatiebronnen kunnen heel verschillend zijn en zullen elk maar een deel van het antwoord opleveren. Als mogelijke bronnen naast het leerboek zijn er een folder van de arbeidsinspectie, die op de videoband aansluit en artikelen uit de krant, die geschikte informatie verstrekken. Verder kan een audiogram, dat laat zien wat we wel/niet kunnen horen en wat de pijn-drempel is, goede diensten bewijzen.

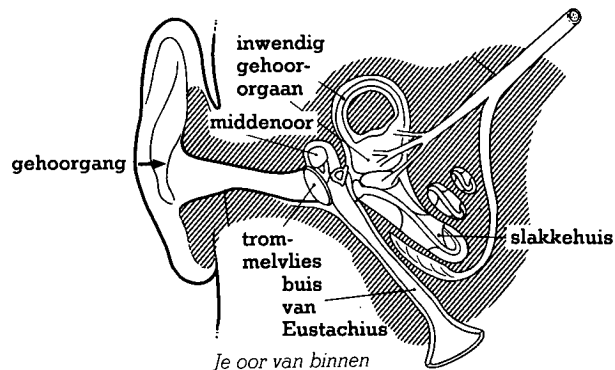


Tenslotte is een model van het oor, 3-dimensionaal of op een wandkaart, ook een geschikte informatiebron. Verdeel het informatiemateriaal onder de leerlingen. Ieder groepje werkt gezamenlijk aan de vragen en noteert de antwoorden.

Hieronder staan suggesties voor vragen.

- Welke schade kan geluid aanrichten in je oor?
- Hoeveel geluid kan je zonder risico hebben?
- Wat kan je doen tegen geluidsoverlast?
- Waarom merk je dat je gehoor beschadigd is?
- Maak een schatting van de geluidssterkte nu in het lokaal en van de geluidssterkte in de kantine als het pauze is?
- Maakt het voor de schadelijkheid uit, hoe hoog de toon van het geluid is?
- Hoe is het oor opgebouwd en wat zijn de kwetsbare onderdelen?

Laat ieder groepje er een stuk of vier beantwoorden.



8.4 Informatie uit (kranten-)artikelen

Toepassingen van natuur-/scheikunde moeten buiten het lokaal te vinden zijn, bijvoorbeeld in de krant. Je kan de krant ook als informatiebron laten gebruiken naast het schoolboek. Verschillende kranten hebben een technisch-wetenschappelijke bijlage. Maar ook in de gewone berichten vind je geregeld bruikbare informatie voor de les.

Het tijdschrift *Exaktueel* verzamelt voor het natuurkunde-onderwijs berichten uit dagbladen. In nummer 35 van oktober '93 staat een bruikbaar artikel over geluidsoverlast en gehoorbeschadigingen. De berichten worden door de redactie gerubriceerd en voorzien van vragen en opdrachten. Voor biologie en scheikunde bestaan vergelijkbare tijdschriften, te weten *Bio Aktueel* en *Chemie Aktueel*. Geen kranten, maar sterk aan te bevelen voor gebruik in de klas zijn de tijdschriften *KIJK* en *Archimedes*. Voor scheikunde bestaan er de 'Losse Flodders', met leuk aanvullend lesmateriaal.

Exaktueel en *Bio Aktueel* worden uitgegeven vanuit de Katholieke Universiteit Nijmegen, Toernooiveld 1 6525 ED Nijmegen. *Chemie Aktueel* en *Losse Flodder* vanuit het KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL Den Bosch.

In de afronding worden één of twee punten uit de informatie benadrukt. Een eerste suggestie is, aan de hand van het oormodel te benadrukken hoe kwetsbaar het oor is. Een heel andere mogelijkheid is met de frequentie-karakteristiek van het gehoor (op een sheet) de eigenschappen van het oor samen te vatten. Wijs op het belang van de twee huiswerkopdrachten voor de voorbereiding van les 3.

Suggesties voor vervolg

In een volgende les kunnen lesactiviteiten worden georganiseerd, die verder oriënteren op beroepssituaties. Kerndoel 1.6 krijgt dan meer aandacht: 'een relatie leggen tussen natuurkundige en scheikundige kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen'. Het uitnodigen in de klas van een beroepsbeoefenaar die in het werk veel met geluid doet kan zeer de moeite waard zijn.

Bronnen:

Voor deze les kan de vereniging FIDA een goede bron van informatie zijn; Fida, Boslaan 20, 1405 CC Bussum, telefoon 02159-31624. De geluidscassette 'Hoor eens even' over effecten van gehoorstoornissen is daar verkrijgbaar. Bij de cassette hoort een brochure.

De folder van Arbeidsinspectie over geluidshinder op het werk: 'Te veel lawaai op het werk maakt doof' is uitgegeven door het Ministerie van Sociale zaken en Werkgelegenheid, Centrale Directie Voorlichting, Bibliotheek en Documentatie, Zeestraat 73, 2518 AA Den Haag.

De video-band over wettelijke regeling over geluidshinder op het werk: 'De harde feiten over geluid' (12 minuten) is voor f 80,- te koop bij de Rijksvoorlichtingsdienst, Postbus 20006, 2500 EA Den Haag.

De frequentie-karakteristieken zijn onder andere te vinden in het BINAS-tabelboek.

Deze les begint met de uitleg van belangrijke begrippen en theorieën bij het onderwerp geluid. De werkvormen van deze les zijn doceren en demonstreren door de docent en de verwerking door de leerlingen. Hiermee wordt *de beslisser* in de leerling geactiveerd en wordt tegemoet gekomen aan leerlingen die een voorkeur hebben voor deze leerstijl uit de theorie van Kolb. De theorie en informatie wordt door de docent aangeboden en door de leerlingen uitgetprobeerd in experimenten en oefeningen. Voor veel leerlingen is de informatie ook nieuw en misschien verrassend. De inhoud van de les leent zich daarvoor ook voor deze aanpak.

In deze les gaat het om kerndoel 12.3: 'de bronnen van geluidshinder aangeven op grond van metingen en suggesties doen voor maatregelen'. Leerlingen leren een model kennen voor de voortplanting van geluid: bron – medium – ontvanger. Zij leren dat geluid zich door verschillende stoffen kan voortplanten, en dat daarbij absorptie optreedt.

De les levert een bijdrage aan het leren voorbereiden van experimenten om zodoende een theorie te beproeven. Er wordt gevraagd om plannen te maken voor deze experimenten. Zo wordt gewerkt aan kerndoel 1.3: 'experimenten voorbereiden, uitvoeren en de resultaten ervan verwerken'.

Lesschema: Lawaai isoleren

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– rapporteren over huiswerkopdracht. – demonstratie bekijken. – kennis nemen van lesprogramma en huiswerk noteren.	– resultaten van huiswerkopdrachten inventariseren. – startopdracht 'Geluid door een draadje'. – lesprogramma presenteren met huiswerkopdracht.	– demonstratie: blikjes-telefoon, bel onder de vacuüm-klok.
15'	– luisteren en kijken naar uitleg van model.	– presenteren van model.	
20'	– experimenten voor isolatie-onderzoek voorbereiden. – waarnemingen noteren en verwerken.	– onderzoeks-experimenten uitvoeren. – groepen begeleiden.	– demonstratie: isolatie-onderzoek.
5'	– groepsresultaten rapporteren.	– groepsresultaten inventariseren.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les.

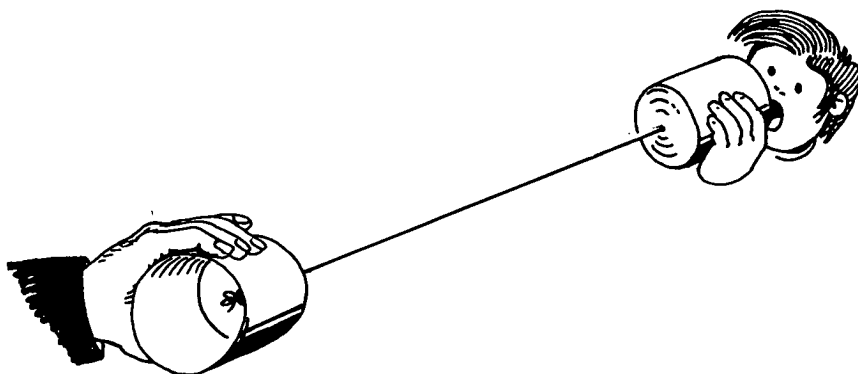
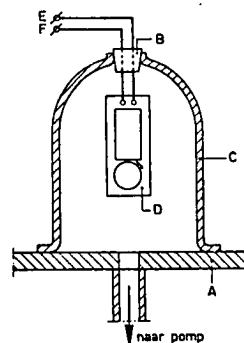
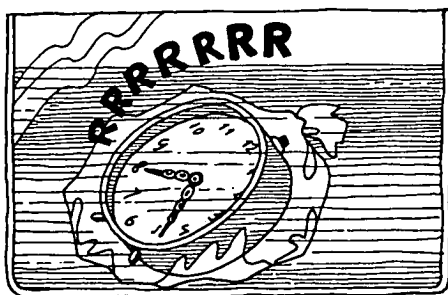
In enkelvoud:

- blikjestelefoon: twee blikjes verbonden met een lang touw
- wekker in een bak met water
- elektrische bel onder de vacuüm-klok
- verschillende materialen voor een isolatie-onderzoek: luidspreker met toongenerator, dB-meter, platen van verschillend materiaal en verschillende dikte.

Het isolatie-onderzoek moet zo open mogelijk uitgevoerd kunnen worden. Leerlingen moeten verschillende suggesties kunnen doen voor uitvoerbare experimenten. Daarom moeten er zoveel mogelijk verschillende materialen voor het grijpen staan.

Lesverloop

START De les start met drie korte demonstraties: de blikjestelefoon, de wekker onder water en de bel onder de vacuüm-klok. De experimenten moeten voor zich spreken en de leerlingen nieuwsgierig maken.



De antwoorden op de huiswerkopdrachten van les 2 worden geïnventariseerd. Verzamel de gevonden isolatie-maatregelen op het bord. In het vervolg van de les kunnen deze resultaten gebruikt worden.

Op het linkerbord komen weer het lesprogramma en de huiswerk-opdracht voor de volgende les te staan.

Wat gaan we doen:

1. uitleg over voortplanting van geluid
2. isolatiemaatregelen uitproberen

Huiswerk:

1. Lees paragraaf ... uit het boek na en maak de vragen ...

VOORTGANG Vervolgens worden de begrippen bron, medium, ontvanger, geluidssnelheid, absorptie en reflectie van geluid geïntroduceerd en toegelicht. De demonstratie-opstellingen uit de startopdracht worden gebruikt om een model op te bouwen voor de voortplanting van geluid door lucht: bron – medium – ontvanger.

Als verwerking van de theorie wordt met klassikale experimenten het model uitgetoetst. Leerlingen worden hierbij betrokken door voorstellen te doen voor experimenteelplannen. Ook maken ze verslag van de experimenten door waarnemingen en conclusies te noteren.

Afhankelijk van de beschikbare apparatuur zijn er verschillende experimenten mogelijk. In veel methoden worden hiervoor goed uitvoerbare proeven voorgesteld, sommige met gebruik van computers. We moeten hierbij bedenken dat leerlingen makkelijker in een experiment kunnen meedenken wanneer de opstelling overzichtelijk en eenvoudig is.

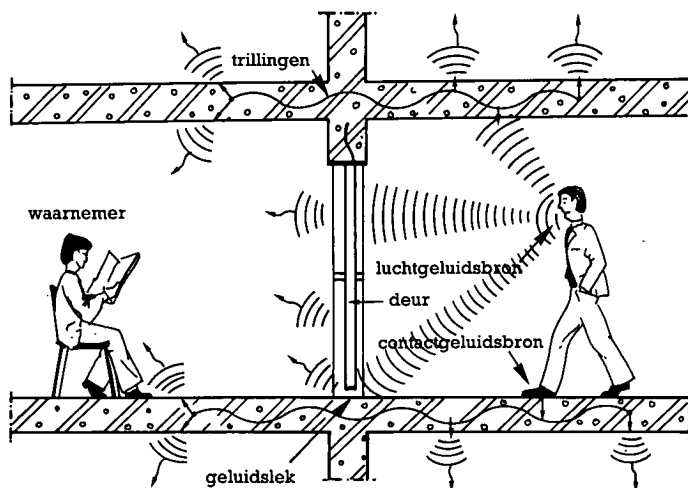
In het hier beschreven experiment gaat het vooral om de didactische aanpak. Gekozen is voor de werkvorm 'denken-delen-uitwisselen'. Het doel daarvan is alle leerlingen bij het experiment te betrekken en mee te laten denken. Het experiment wordt beschreven zoals het zich in een les zou kunnen afspelen.

Op de demonstratietafel staat een luidspreker aangesloten op een toongenerator. Op een korte afstand staat een dB-meter. De opdracht aan de klas luidt: 'Met deze opstelling gaan we de isolatiemaatregelen onderzoeken die jullie in de huiswerkopdracht bedacht hebben. De luidspreker is de bron, de dB-meter is de ontvanger. Ik heb een aantal opdrachten voor jullie, maar ik zal eerst uitleggen hoe we daarbij te werk gaan.'

'Ik geef je zo meteen een opdracht waarover je eerst zelf moet nadenken en iets moet opschrijven zonder te overleggen met anderen. Als ik daarvoor een sein geef overleg je met je buur over jullie antwoorden, zodat je samen één antwoord hebt. Hierna kan ik iedereen in de klas vragen een antwoord te geven.'

'De opdracht is maak een ontwerp van een proef waarmee ik de invloed van een isolatie-materiaal kan uitproberen. Schrijf daarvoor kort op hoe dat moet, met welke spullen, met welke opstelling en met welke metingen. Je krijgt daar twee minuten de tijd voor.'

Dit is de fase van het 'denken' uit de werkvorm *denken-delen-uitwisselen*. Het is belangrijk dat de leerlingen ook echt twee minuten alleen nadenken en wat noteren. De volgende fase is het 'delen'.



'Overleg nu met z'n tweeën en maak samen één plan. We voeren straks twee of drie van de opgestelde plannen uit, daarvoor vraag ik dan steeds een groepje om uit te leggen wat zij bedacht hebben. Jullie krijgen voor het overleg 5 minuten'
 Dan volgt de fase van het 'uitwisselen':
 'Jan, vertel jij welk plan jullie bedacht hebben. Doe het rustig dan kan ik het gelijk ook uitvoeren.'

VERWERKING

In de afronding wordt de les afgesloten door in het model aan te geven welke materialen goed isoleren voor geluid. Het lijstje met bruikbare isolatie-maatregelen wordt aan het model toegevoegd. Eventueel kan in de nabespreking ook een lijst worden gemaakt van voorwaarden, waaraan een goede proefopzet moet voldoen.

8.6

Les 4: Geluidsoverlast

Met les vier sluiten we het onderwerp geluid af. De opzet van deze les is toepassing van de eerder opgedane kennis in concrete situaties. Het is een les waarin de leerlingen actief experimenteren in nieuwe situaties. Hiermee wordt de vierde mogelijke start van het leren in de leercyclus gedemonstreerd. Het is een les voor *de doeners* uit de theorie van Kolb. Het is dus ook een les waarin vooral de leerling aan het woord is.

Deze les gaat over kerndoel 13: 'bronnen van geluidshinder aangeven op grond van metingen, de mogelijke gezondheidsschade in verband brengen met de geluidssterkte en suggesties doen voor maatregelen'. Gekozen is voor een herkenbare situatie, waarin de kennis van de voorgaande drie lessen kan worden toegepast. Er moet een oplossing voor een geluidsprobleem gevonden worden. Die oplossing is niet eenduidig, de meningen hierover kunnen verschillen.

De les levert een bijdrage aan het leren van de vaardigheid uit kern-doel 1.5: 'in keuzesituaties een beargumenteerde mening weergeven'

Lesschema: Geluidsoverlast

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– rapporteren over huiswerkopdracht. – kennis nemen van lesprogramma en huiswerk noteren. – kennis nemen van lesopdracht.	– resultaten van huiswerkopdrachten inventariseren. – lesprogramma presenteren met huiswerkopdracht. – startopdracht 'Denk aan de burenen'.	
5'	– luisteren naar de opdracht.	– opdracht toelichten en informatie verstrekken.	
25'	– informatie verzamelen. – argumenten verzamelen. – mening weergeven.	– informatie verstrekken. – leerlingen begeleiden en stimuleren.	– informatie-kaartjes. – flappen.
10'	– groepsresultaten rapporteren.	– groepsresultaten inventariseren.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les.

Per groepje:

- set kaartjes met informatie over de probleemsituatie. Verderop worden voorbeelden van deze kaartjes gegeven
- flappen waarop de leerlingen hun meningen verwoorden.

Lesverloop

START De les start met de opdracht 'Denk aan de burenen'. Aan de klas wordt een probleemsituatie voorgelegd. Bijvoorbeeld: Jan krijgt ruzie met z'n ouders over het lawaai van zijn muziek. Hij speelt elektrische gitaar en oefent geregeld met zijn vrienden op zijn kamer. De burenen klagen en ook zijn ouders hebben er last van.



In een kort onderwijsleergesprek worden er door de docent twee vragen gesteld. Is het terecht dat er geklaagd wordt over de muziek? En, wat kunnen Jan en zijn ouders doen om de burens minder last te bezorgen?

De opdracht voor de leerlingen in deze les zal zijn een advies op te stellen voor Jan zijn ouders.

Op het linkerbord wordt het lesprogramma genoteerd.

Wat gaan we doen:

1. in groepjes een advies opstellen.
2. de adviezen presenteren en verdedigen.

VOORTGANG Vervolgens vertelt de docent de spelregels tijdens de les. De leerlingen gaan in groepjes van vier aan het werk om de vragen te beantwoorden. De leerlingen merken dan wellicht dat ze te weinig informatie hebben. Ze weten bijvoorbeeld niets over de isolatie van de kamer en niet hoe vaak en hoe lang Jan speelt. Die informatie kunnen ze bij de docent halen door gerichte vragen te stellen. De vragen moeten schriftelijk geformuleerd worden. Steeds gaat één leerling naar de docent om de antwoorden te krijgen. De docent verstrekt de informatie zo veel mogelijk schriftelijk op kaartjes die van te voren gemaakt zijn. Voorbeelden hiervan zijn:

gegevens van de kamer:

- inhoud = 40 m^3 , vloeroppervlak = 16 m^2 , wandoppervlak = 40 m^2
- de vloeren zijn van harde materialen met een slechte geluidsabsorptie

De gemiddelde geluidsterkte in de kamer bedraagt 90 dB, wanneer er gespeeld wordt. Jan en zijn vrienden oefenen 2 keer per week 's avonds van 8 tot 10 uur en op zondagmiddag van 3 tot 6 uur.

normen voor geluidsisolatie in de bouw:

- isolatie van tussenwanden tussen huizen in een blok is gemiddeld 50 dB
- isolatie van tussenwanden in huis is gemiddeld 30 dB
- de buitengevel moet zo isoleren dat het geluidsniveau binnen maximaal 35 dB bedraagt (door geluid van buitenaf)

effecten van verschillende geluidsisolerende maatregelen in de kamer:

- | | |
|-----------------------------|--------|
| vloerbedekking aanbrengen: | – 8 dB |
| vezelplaat tegen de wanden: | –15 dB |

VERWERKING De groepen schrijven hun antwoorden en oplossingen met argumenten op een flap. In de afronding worden de argumenten op de flappen vergeleken. De klas kan een keuze maken voor de naar hun opvatting best beargumenteerde mening.

Suggesties voor vervolg

In een volgende les kan geluidshinder een uitgebreid vervolg krijgen waarin de verschillende aspecten verder uitgewerkt worden. Dit vervolg zou gericht kunnen zijn op een uitbreiding en verdieping van de kennis, op toepassingen en op het ontwikkelen van

specifieke vaardigheden. Hieronder worden een tweetal mogelijkheden genoemd.

– veldwerk-onderzoek naar geluidsoverlast

Leerlingen doen groepsgewijs onderzoek naar het voorkomen van geluidsoverlast in de omgeving van school- of huis of in een beroepssituatie. Ze kunnen interviews afnemen en geluidsmetingen doen met een dB-meter. In dit onderzoek kan ook aandacht besteed worden aan maatregelen tegen geluidsoverlast.

Op een soortgelijke manier kan een onderzoek uitgevoerd worden naar geluidsoverlast in een rond de school. In het NME-project zijn hiervoor een aantal opdrachten uitgewerkt. Deze opdrachten zijn te vinden in de publikatie: *'Natuur- en milieu-educatie in het vak natuur- en scheikunde in de basisvorming: blauwdrukken'* uitgegeven door CDβ- RUU/SLO, Utrecht/ Enschede 1991.

– onderzoek naar geluidsoverlast bij muziek

Er zijn verschillende publikaties over geluidsoverlast bij muziek, onder andere over popconcerten, walkman en symfonieorkesten. Met leesopdrachten kunnen de leerlingen deze informatie gebruiken om de kennis uit deze lessen te verdiepen en toe te passen. De huiswerkopdracht van les 1 is daar een voorbeeld van.

8.5 Affectieve doelen

Aan het kerndoel 'een beargumenteerde mening geven' zitten een aantal lastige aspecten. Eén daarvan is dat leerlingen moeten willen praten over de ideeën die ze hebben en moeten willen luisteren naar meningen van anderen. Dit heeft alles te maken met gevoelens, waarden en houdingen. We bevinden ons daarmee op het affectieve domein van het onderwijs.

Net als kennis en vaardigheden zijn houdingen in het onderwijs te ontwikkelen. Net als bij het ontwikkelen van kennis gaat dat niet vanzelf en gaat het in de regel met kleine stapjes.

Onderscheid maken in soorten affectief gedrag is nog moeilijker dan dit al is bij kennis. David Krathwohl (VS) onderscheidt een vijftal niveaus van affectief gedrag. Hierbij is er een opklimming naar 'verinnerlijking'. Dat wil zeggen dat de houding als het ware steeds dieper komt te zitten bij de leerling.

1. open staan voor
2. bereidheid tot
3. waardering voor
4. overtuigd zijn van
5. getypeerd worden door

Dit schema leert ons bescheiden te zijn in onze verwachtingen naar leerlingen.

Net als leerlingen niet direct een frequentiediagram kunnen lezen, hebben ze ook niet direct waardering voor discussies over geluidshinder.

Veiligheid is een belangrijke voorwaarde voor het ontwikkelen van affectieve doelen. Het klimaat in de klas en de houding van de docent zijn daarbij sterk bepalend. Ook de opdracht kan bijdragen aan het gevoel van veiligheid.

Vragen naar wat de ouders van Jan kunnen doen aan de geluidsoverlast, is voorzichtiger dan vragen wat Jan zelf moet doen.

9

Mechanica op straat

Het onderdeel *Verkeer en veiligheid* uit domein G, *Krachten en Veiligheid*, biedt de mogelijkheid leerlingen zelf in een herkenbare situatie proeven te laten doen. Het gebruik van contexten bij natuur- en scheikunde vereist dat alle leerlingen zich in de context kunnen inleven. Door als contexten bij dit domein te kiezen voor het rijden op de fiets en het deelnemen aan het verkeer is de betrokkenheid van leerlingen bij dit onderwerp vanzelf hoog. Door deze contexten en het buiten uitvoeren van een aantal experimenten, wordt een bijdrage geleverd aan verkeers- en vervoerseducatie.

Leerlingen beschikken ook over veel kennis en ervaring over verkeer en het rijden op de fiets. Lang niet altijd stemmen de theorieën die leerlingen zelf ontwikkeld hebben over de verschijnselen die bij het fietsen een rol spelen overeen met de theorieën uit de natuurwetenschappen. Vandaar dat in dit hoofdstuk ook aandacht wordt besteed aan denkbeelden van leerlingen.

De opbouw van dit hoofdstuk is als volgt. In paragraaf 1 wordt de rol van deze leerlingdenkbeelden bij het onderwijs besproken.

De begrippen en vaardigheden die een rol spelen bij *Krachten en Veiligheid* worden in paragraaf 2 aan de orde gesteld. Het begripennetwerk geeft ook de samenhang weer tussen de vier lesvoorbeelden in de volgende paragrafen.

Voor de lesvoorbeelden in de paragrafen 9.3 tot en met 9.7 is gekozen voor de context verkeer en veiligheid met de nadruk op het gebruik van de fiets. De eerste les 'Hoe sneller hoe beter?' gaat over het meten van snelheden en het gebruik van formules. In deze les komt de samenhang met wiskunde naar voren bij het probleem van het omrekenen van verschillende eenheden. In de tweede les 'snel reageren' komt de invloed van de reactietijd aan de orde, gekoppeld aan het leren stellen van werkvragen. In les drie 'De remtest' voeren leerlingen een remproef met een fiets uit. Deze les is een oefening in het doen van onderzoek binnen een beperkte probleemstelling. Les vier 'Veilig remmen' is een voorbeeld van een meer open onderzoek en een introductie van de variabelentabel. In deze les komt de samenhang tussen verschillende mechanische begrippen, als snelheid, remweg en kracht, aan de orde.

De vier voorbeeldlessen hoeven elkaar in de tijd niet op te volgen. Vaak zal de docent tussen de voorbeeldlessen door nog zaken willen verdiepen of laten oefenen. Het is immers niet mogelijk het hele domein in vier lessen te proppen. Waarschijnlijk is voor het domein '*Krachten en veiligheid*' een les of 15 nodig is.

Leerlingen, hun denkbeelden en hun leefwereld

Als leerlingen de school binnenkomen nemen ze ervaringen en ideeën uit hun dagelijks leven met zich mee. Ook op het gebied van natuur- en scheikunde hebben leerlingen allerlei intuïtieve ideeën, men spreekt dan over pre-concepten, straatbeelden of mini-theorieën. Vaak zijn deze pre-concepten wetenschappelijk gezien onjuist, vandaar dat ook vaak de term mis-concept gebruikt wordt.

Uit didactisch onderzoek blijkt dat deze ideeën zeer hardnekkig zijn en moeilijk te veranderen. Tijdens het leren moet de leerling steeds weer de nieuwe leerstof in overeenstemming brengen met de eigen denkbeelden. Dit is een proces van aanpassen, waarbij de leerling zelf steeds weer nieuwe kennis interpreteert en deze in de vorm van een netwerk in z'n hersenen opslaat. De lerende construeert als het ware zelf de kennis. Vandaar dat men deze opvatting over leren constructivisme noemt.

Het door de leerling opnieuw construeren van kennis in de hersenen gaat niet vanzelf. Soms betekent het voor de leerling zelfs een kleine crisis; vooral als de nieuwe kennis erg afwijkt van de oude kennis. Vaak blijft de oude kennis dan ook nog lang bestaan naast de nieuwe kennis.

Op de vraag: 'waardoor lukt het niet om een zware kist in beweging te brengen?', antwoorden leerlingen: 'de kist is te zwaar'.

Voor hen speelt wrijving hier geen rol. Wrijving is verbonden met beweging, met wrijven en met de warmte die daarbij ontstaat.

Wrijving wordt niet gezien als tegenwerkende kracht. Het is nog geen wrijvingskracht.

Als je met constante snelheid fietst is voor veel leerlingen de kracht van de fietser groter dan de tegenwerkende kracht. De fietser moet de tegenwerkende kracht immers overwinnen. Leerlingen redeneren vanuit hun ervaring, hun gevoel. Daarbij wordt kracht niet gezien als een bepaalde, meetbare natuurkundige grootheid, die een werking uitoefent op een voorwerp. Het is meer een kwaliteit van iets. Zo kost het optillen van een blad papier geen kracht, want het is niet zwaar. En bij een bodybuilder die gewichten tilt gaat het om de kracht van de gewichten of de kracht van de spieren in plaats van de kracht op de gewichten.

Ook bij het begrip snelheid speelt iets dergelijks: voor leerlingen heeft een langzaam voortgaande slak géén snelheid. In de dagelijkse leefwereld van leerlingen spelen veel natuurkundige begrippen een andere rol.

We weten dat slechts weinig leerlingen in staat zijn om zelf de ommezwaai te maken van kracht- en snelheidsgevoel naar de natuurkundige begrippen, die gebaseerd zijn op logische redenering. Door de leerstof binnen een bekende praktijksituatie of context aan te bieden worden abstracte begrippen voor meer leerlingen hanteerbaar. Hierbij wordt uitdrukkelijk gevraagd de eigen denk-

9.1 Taal en krachtbegrip

In de omgangstaal kent het woord *kracht* vele betekenissen, anders dan in de natuur- en scheikunde. Wilskracht, koopkracht, leerkracht, spierkracht en groei-kracht zijn daar voorbeelden van. Het is sterk geassocieerd met krachtig zijn of kracht hebben, met inspanning, actie en prestatie. Daarmee ligt kracht dichtbij het natuurkundige begrip vermogen. De geschiedenis van de natuurwetenschap leert dat deze associaties al heel lang gebruikelijk waren.

Zo zullen leerlingen bij het rijden van een auto eerder denken in termen van de kracht van de motor dan van de voortstuwende kracht van het wegdek. We kunnen het dan beter laten bij een formulering als: met het achterwiel van de fiets zet je je af tegen het wegdek. Ook het in kerndoel 16.3 gebruikte begrip 'nettokracht' als som van de werkende krachten, voorgesteld door een pijl met een bepaald aangrijpingspunt, is voor veel leerlingen geen vanzelfsprekendheid.

beelden te verwoorden of te verbeelden. Daarna worden ze geconfronteerd met nieuwe verschijnselen en wetenschappelijke begrippen. Tenslotte kunnen ze hun eigen denkbeelden vernieuwen of verbeteren. Steeds meer dringt het besef door dat het zomaar aanbrengen van nieuwe kennis, los van wat leerlingen al weten, weinig zinvol is.

9.2 Leerlingdenkbeelden

Dat aan begrippen uit de mechanica didactische moeilijkheden verbonden zijn, is uit de onderwijspraktijk al lang bekend. Welke associaties hebben leerlingen bijvoorbeeld bij het begrip *kracht*? Fietsen met grotere snelheid kost meer kracht. *Kracht* is iets actief.

- gewicht is *geen kracht*, want een gewicht doet niets,
- als je remt oefen je zelf een remkracht uit,
- zelf een bal wegschoppen betekent *kracht* uitoefenen, maar als je passief een bal op de voet krijgt oefen je *geen kracht* uit,
- met constante snelheid fietsen kost meer kracht dan de tegenwind uitoefent, je moet de tegenwind overwinnen door meer kracht te zetten,
- als je een bocht neemt werkt er een kracht naar buiten,
- alleen om iets zwaars op te tillen is *kracht* nodig,
- voor beweging is *kracht* nodig; is er geen beweging, dan is de uitgeoefende kracht kleiner dan de tegenwerkende krachten,
- gooi je iets omhoog dan blijft de kracht waarmee je gooit doorwerken.

In de leefwereld heb je *kracht* nodig om bijvoorbeeld een tegenwerking te overwinnen. Je hebt niet een *kracht* nodig. *Kracht* in het dagelijks leven staat tegenover slap, niet krachtig. Het is een soort eigenschap. In de natuurkunde heeft *kracht* zelf eigenschappen, zoals grootte en richting. Bij bewegen zijn de voortstuwende krachten altijd groter dan de tegenwerkende krachten. Is er geen beweging dan geldt het omgekeerde.

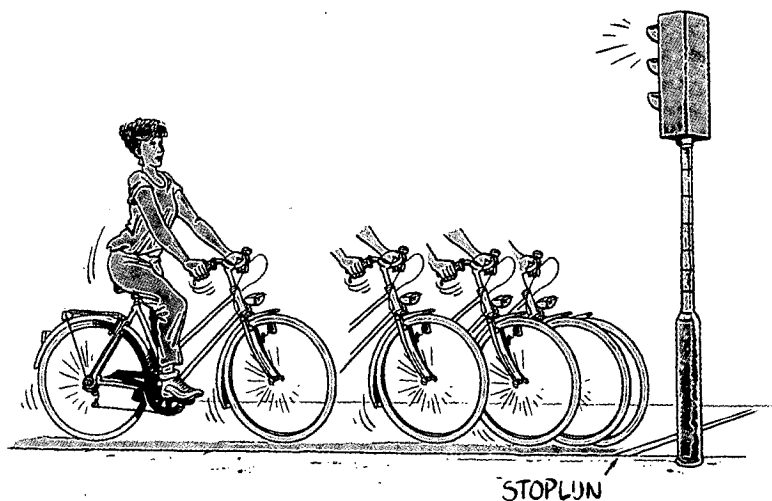
Het begrippennetwerk rond Mechanica op straat

Domein G, *Krachten en Veiligheid*, bestaat uit twee subdomeinen, die in de natuurkunde bekend staan als statica en als kinematica en dynamica. Het subdomein *Soorten en eigenschappen van krachten* gaat over het krachtbegrip, veelal gekoppeld aan werktuigen. Het moment van een kracht en de regel 'wat je wint aan kracht, verlies je aan weg' komen in dit subdomein ter sprake. Deze laatste regel is bekend als de gulden regel.

Veel praktijkvoorbeelden van werktuigen, die in de techniek en in het huishouden worden gebruikt, kunnen in de les aan bod komen. Nog beter is het om werktuigen zelf in de klas te halen. Een autokrik, flesopener, schaar of takel kunnen de bovengenoemde begrippen een concrete inhoud geven.

Door leerlingen zelf een veerunster te laten uitrekken of een personenweegschaal te laten inknippen, krijgen ze meer gevoel voor wat 1 N, 10 N of 100 N is. Dit soort ervaringen draagt bij tot een betere begripsvorming. Kracht kan zo een operationele definitie krijgen. Kracht is dan wat je meet met een veerunster. Een ander voorbeeld van een operationele definitie is: temperatuur is wat je meet met een thermometer.

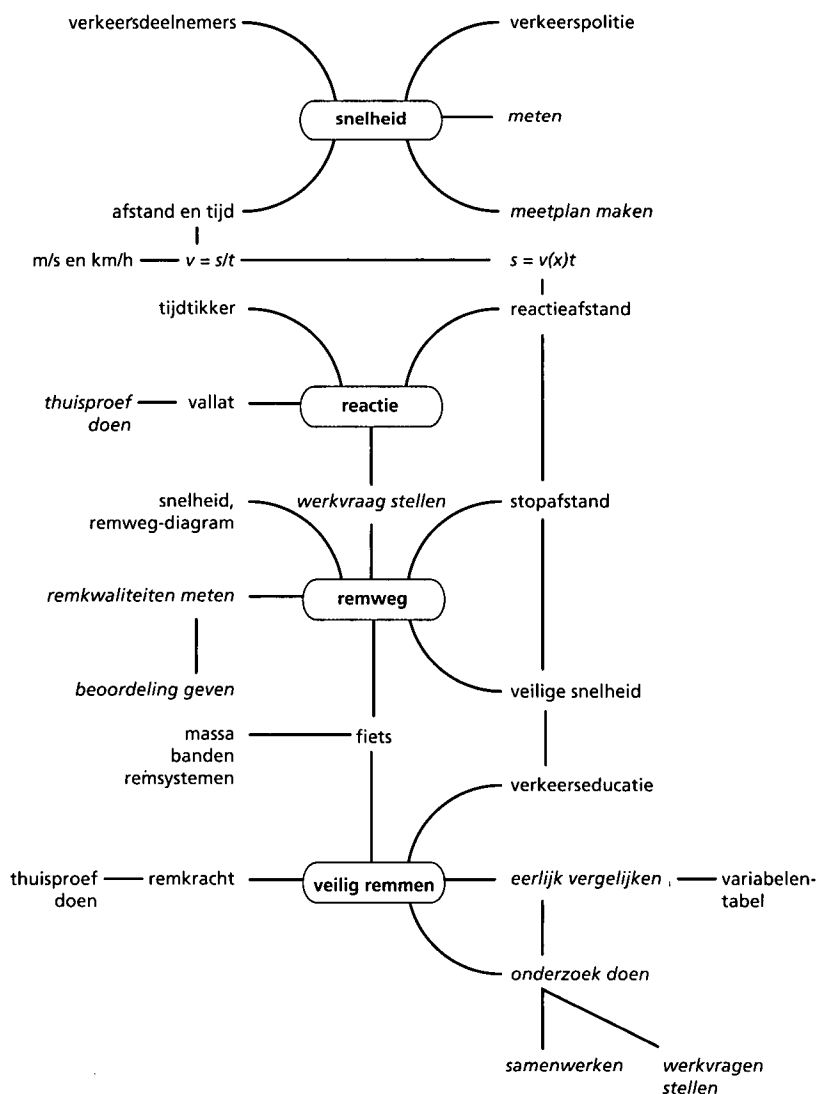
In het subdomein *Verkeer en veiligheid* wordt kracht verbonden met snelheidsverandering. Het krachtbegrip wordt uitgebreid met wrijvingskracht als som van rolwrijving en luchtweerstand. Contextgebonden begrippen zijn reactietijd, stopafstand, veilige snelheid en (effecten van) botskrachten.



In de hierna volgende lessen staat de fiets centraal. Snelheden, reactietijden, remwegen en remkrachten worden gemeten. Naast het persoonlijk belang als consument en burger valt bij dit onderwerp aan specifieke beroepen te denken, zoals verkeerspolitie, fiets- en autohandelaren, beroepschauffeurs, monteurs, verkeerskundigen, sporters of TNO-onderzoekers.

In de eerste les wordt het begrip gemiddelde snelheid toegepast op verkeersdeelnemers. Het is te verwachten dat dit soort reële situaties alle leerlingen, jongens en meisjes, aanspreekt. In de volgende lessen komen concrete situaties uit het verkeer aan de orde, waarin mechanische begrippen als snelheid en kracht toepassing vinden bij de bepaling van de stopafstand en remkracht. Ook de algemene vaardigheidsdoelen komen in deze lessen goed aan de orde. Vooral het verrichten van onderzoek, het samenwerken aan een opdracht en het beoordelen aan de hand van gegeven criteria. Een onderzoekshouding aanleren kost tijd en moeite. Het verdient zich echter later terug in leerlingen die bewuster met het vak natuur-en scheikunde omgaan.

In deze lessen gaat het vooral om de samenhang met veilig gedrag in het verkeer. De belangrijkste begrippen en vaardigheden uit de lessenserie staan hieronder in hun onderlinge relaties geordend.



De eerste les heeft een oriënterend karakter op het begrip snelheid en de snelheden die in het verkeer een rol spelen. Deelnemers aan het verkeer moeten zich aan bepaalde snelheden houden. In deze les worden door de leerlingen de verschillende snelheden van verkeersdeelnemers gemeten. Deze les kan als start dienen van een lessenserie over *'Kracht en Beweging'*, waarin verkeerseducatie een rol kan spelen. Bij het omrekenen van snelheden is er samenhang met wiskunde.

In deze les gaat het om de vraag wat snelheid is, zoals weergegeven in kerndoel 16.1: 'van een rijdend voertuig met constante snelheid de snelheid kunnen berekenen als afgelegde weg en tijd gegeven zijn'.

In het dagelijks leven komen leerlingen het begrip snelheid tegen als aflezing van een snelheidsmeter. Het begrip bestaat vooral als gevoel van iets dat snel of langzaam gaat. De natuurkundige betekenis van snelheid als een verhouding van afstand en tijdsduur is bij de meeste leerlingen aanvankelijk niet bekend. Door leerlingen zelf snelheden te laten meten worden ze bewust gemaakt van de natuurkundige betekenis.

Daarnaast betekent meten dat leerlingen een experiment moeten voorbereiden, uitvoeren en verwerken. Dat is een belangrijke vaardigheid uit de kerndoelen. Ook worden ze geconfronteerd met het omrekenprobleem van m/s naar km/h.

Lesschema: Hoe sneller hoe beter?

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– probleem oplossen.	– startvraag stellen. – klasgesprek voeren.	
25'	– groepjes vormen. – meting voorbereiden en uitvoeren. – meettabel invullen.	– groepjes laten vormen. – instructie geven. – voorbereiding bespreken. – tijd bewaken.	– werkblad met meettabel. – stopwatches. – meetlint.
10'	– snelheden uitrekenen. – meettabel verder invullen. – vragen beantwoorden.	– rekenvoorbeeld op bord geven.	
5'	– vragen beantwoorden.	– samenvatten. – huiswerk opgeven.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les.

Per groepje:

- stopwatch, (evt. kunnen leerlingen hun eigen polshorloge gebruiken)
- werkblad 'wordt er te hard gereden'
- pen, schrift en zakrekenmachine
- meetlint en krijt
- voor het alternatief binnen: speelgoedauto's, skateboard.

In enkelvoud:

- lesschema op het bord.

Bij een practicum, zeker een buitenpracticum, is een duidelijke tijdsindeling en tijdbewaking van groot belang. De leerlingen moeten weten waar ze aan toe zijn. Een goede manier om leerlingen hieraan te wennen is het werken met een lesschema dat voorin de klas hangt. De meting kan op straat of op de parkeerplaats of het plein worden uitgevoerd. In ieder geval moet duidelijk zijn welke veiligheidsmaatregelen buiten in acht worden genomen.

h

9.3 Programma van de les

In lessen met veel leerlingactiviteiten is het verstandig te werken met een voor iedereen zichtbaar lesprogramma op het bord of op een grote flap of overheadsheet. Het programma bevat de onderdelen van de les met een tijdsindeling. Voor leerlingen wordt duidelijk waarover de les gaat, welke lijn er in zit en hoe ze hun werk moeten plannen. Zo'n opzet past in het medeverantwoordelijk maken van leerlingen voor de les. Ook draagt het geven van een overzicht over een hele lessenserie, hieraan bij.

Als leerlingen niet gewend zijn zelfstandig te werken of proberen te doen, is het in het begin verstandig de les tamelijk klassikaal aan te bieden met een goede tijdbewaking. Hebben leerlingen en docent wat meer ervaring opgedaan, dan kan het initiatief steeds meer naar de kant van de leerlingen worden gelegd met het lesprogramma als leidraad.



Het buitenpracticum is voor leerlingen sterk motiverend, het is ècht. Het laat zien dat het vak natuur- en scheikunde iets te maken heeft met een deel van hun leefwereld: het verkeer.

Een buitenles zijn leerlingen meestal niet gewend. Om zonder goede voorbereiding en planning met leerlingen naar buiten te gaan is vragen om moeilijkheden. Toch kan geleerd worden doelgericht te werken buiten het klaslokaal. Een collega biologie of aardrijkskunde met ervaring in veldwerk kan goede suggesties doen. De eerste keer dat leerlingen buiten meten kan ook een collega of de conciërge helpen met toezicht houden. Het is belangrijk dat de leerlingen zich medeverantwoordelijk voelen voor een goed verloop en zich aanspreekbaar weten op het resultaat. Ze krijgen een duidelijke opdracht mee en de verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van een bepaalde taak. Voordat ze aan de slag gaan, maken de leerlingen eerst zelf hun meetplan.

Buitenlessen kosten meer tijd. Het zal in de praktijk vaak moeilijk zijn de leer-

lingen weer op tijd in het klaslokaal te krijgen. Als docent en leerlingen weinig ervaring hebben dan kan het verstandig zijn een les tevoren de opdracht te bespreken. De verwerking van het buitenpracticum kan dan in een volgende les plaatsvinden. Het is handig het huiswerk al aan het begin van de les op te geven. In ieder geval moet voor een goede en vlotte materiaalvoorziening worden gezorgd. Op z'n minst wordt afgesproken dat alle leerlingen 5 minuten vóórat de bel gaat, weer in het klaslokaal aanwezig zijn en de materialen inleveren. Voor het buiten meten zijn ook alternatieven te bedenken. Als vanuit het klaslokaal een stuk verkeersweg kan worden overzien dan kan binnen gemeten worden. Een andere mogelijkheid is het meten op de gang. Bijvoorbeeld de snelheid meten van een wandelaar, een skater of speelgoedauto's.

Lesverloop

START De les start met een kort klasgesprek over snelheid, met als startvraag: 'Is een fietser sneller dan Nellie Cooman, die de 60 meter in 7,0 seconde loopt?' Met deze startvraag richt de docent de aandacht van de leerlingen en krijgt inzicht in hun preconcepten. Er spelen twee dingen een rol. Het eerste is, hoe bereken je de snelheid van Cooman. Dat kan nu besproken worden, als opstap naar de snelheidsmetingen buiten. Het tweede is het omrekenen van m/s naar km/h. Dit komt vooral na de meting aan de orde. Na het klasgesprek zet de docent de conclusie op het bord in de vorm van de woordformule:

$$\text{snelheid} = \frac{\text{afstand}}{\text{tijdsduur}}$$

9.4 Verhoudingstabel bij natuur- en scheikunde

Het omrekenen van eenheden levert voor leerlingen meestal veel problemen op. Hoe kom je aan de omrekeningsfactor? Moet je vermenigvuldigen of juist delen? Bij wiskunde wordt dit probleem in het eerste leerjaar behandeld met behulp van een verhoudingstabel.

Hoeveel km/h is 5 m/s?

tijd (s)	1	10	60	100	1000	3600 (= 1 uur)
afstand (m)	5	50	300	500	5000	18000 (=18 km)

Hoeveel m/s is 10 km/h?

10 km/h = 10000 m per 3600 s:

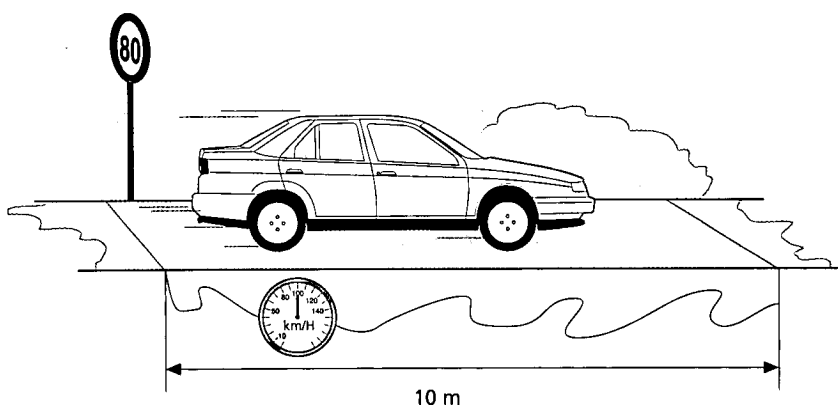
tijd (s)	3600	36	1
afstand (m)	10000	100	2,8

Als een klas het aan kan, maak dan duidelijk dat de omrekeningsfactor 3,6 is. Werk altijd met factoren groter dan 1. Vervolgens moet een leerling weten of de eenheid, waar je vanuit gaat, groter of kleiner is dan die waar je naar omrekent. Groter betekent vermenigvuldigen, kleiner delen.

Bijvoorbeeld:

een snelheid van 1 m/s betekent 3600 m in 3600 s (=1 uur). Dus 1 m/s is groter dan 1 km/h. Je moet m/s vermenigvuldigen met 3,6 om km/h te krijgen. En andersom moet je delen.

VOORTGANG Vervolgens gaan de leerlingen in groepjes hun meting van de snelheid van verschillende verkeersdeelnemers voorbereiden. Afhankelijk van het aantal stopwatches kunnen groepjes van 2 tot 5 leerlingen worden gemaakt. Ze krijgen het werkblad 'Wordt er te hard gereden?' uitgereikt en schrijven boven de meettabel in hun eigen woorden op wat en hoe ze willen gaan meten. Op deze manier weten alle leerlingen goed wat ze moeten doen. Als controle of iedereen precies weet wat er gedaan moet worden lezen enkele leerlingen op wat ze hebben bedacht en er wordt nagegaan welke spullen nodig zijn, wat een geschikte afstand tussen de krijtlijnen is en wanneer iedereen terug in het lokaal moet zijn. Besteed aandacht aan de veiligheid op straat. Hierna kunnen de leerlingen de proef uitvoeren op een geschikte plek en met een geschikte afstand (40 à 50 m). Ze meten steeds de tijdsduur en de afstand en vullen dit in hun meettabel in.



VERWERKING De verwerking van de meetgegevens vindt plaats terug in het lokaal. Daar worden de snelheden uitgerekend. Het omrekenen van m/s naar km/h kan eenvoudig met de rekenregel:

$$\text{m/s} \times 3,6 = \text{km/h}.$$
 Klassikaal wordt als voorbeeld een aantal snelheden uit de meettabel uitgerekend. Zo mogelijk kan nog worden duidelijk gemaakt dat het gebruikte begrip snelheid de gemiddelde snelheid is.

Als afronding is er zo mogelijk een klassikale bespreking van enkele snelheidsberekeningen en kunnen bonnen worden uitgeschreven voor de snelheidsovertreders.

Mogelijke huiswerkopdrachten zijn:

- Vul de snelheidstabel verder in en ga na of iemand te hard reed.
- Maak een aantal vraagstukken uit het boek. Een alternatief zijn de vraagstukken 20, 23 en 31 uit het SLO-pakket 'Veilig Rijden'.

9.5 Formules

Natuur- en scheikunde zonder formules is ondenkbaar. Toch moet het gebruik van formules in het beginonderwijs zeer beperkt worden. Voor veel leerlingen vormen formules ondoorzichtige abstracties. Ze versluieren daardoor de betekenis van begrippen.

Een kwalitatieve benadering of een formule 'in woorden' levert een betere bijdrage aan de begripsvorming. De formulering: als je meer kilometers per uur aflegt is je snelheid groter, verduidelijkt meer dan alleen het gebruik van een formule. Het gedurende langere tijd hanteren van woordformules heeft het voordeel dat de leerlingen zich bewust zijn dat de grootheden in een formule een betekenis hebben.

Eventueel kan de formule $v=s/t$ voor snelheid als afkorting van de woordformule geïntroduceerd worden bij berekeningen. Aan de formule kunnen leerlingen zien hoe je moet berekenen. Gebruik in het gesprek met de klas de woorden en niet de letters. Men moet er wel op bedacht zijn dat voor de grootheid afstand en de eenheid seconde hetzelfde symbool, de s , gebruikt wordt.

Suggesties voor vervolg

De verwerking kan ook in de volgende les plaatsvinden. Er is dan meer tijd om de snelheidstabel te bespreken en eventuele vraagstukken te maken.

De leerlingen kunnen bijvoorbeeld hun meetresultaten grafisch verwerken in een snelheid/tijd-diagram. De grafieken zijn horizontale rechte lijnen, die in één oogopslag een beeld geven van de snelheidsverschillen in het verkeer.

In een volgende les zou met het snelheid/tijd-diagram ook het begrip gemiddelde snelheid besproken kunnen worden. Laat de grafiek van een beweging met twee verschillende snelheden tekenen. Maak duidelijk dat een gemiddelde snelheid iets anders is dan het gemiddelde van twee snelheden. In het snelheid/tijd-diagram wordt dat snel zichtbaar uit de oppervlakken onder de grafieken.

Bronnen:

Voor deze les specifieke bronnen zijn de lessenserie: *Veilig Rijden* van SLO, *Verkeer en Natuurkunde* van de Vereniging DBK-na, uitgever Malmberg, en Deel 2b van *Natuurkunde in Thema's*, uitgeverij Thieme.

1 Wordt er te hard gereden?

- Je hebt nodig:
- stopwatch, meetlint en krijt
 - schrift en pen

MEETPLAN

Schrijf hieronder eerst in je eigen woorden op wat je precies wilt gaan meten en hoe je dat gaat doen.
Wat wil ik gaan meten?

Hoe ga ik dat doen? (Denk ook aan taakverdeling)

UITVOERING

1. DENK AAN JE EIGEN VEILIGHEID!
2. Noteer je meetresultaten in de eerste 2 kolommen van de meet-tabel hieronder.

Buiten	afstand in m	tijdsduur in s	snelheid in m/s	snelheid in km/h
Nellie Cooman	60	7,0		
voetganger				
fietser				

UITWERKING

1. Bereken de bijbehorende snelheden.
2. Geef aan welke voertuigen te hard reden.
3. Schrijf een bon uit voor de weggebruikers die te hard reden.

Snel reageren is in het verkeer vaak van levensbelang. Leerlingen krijgen in deze les een idee hoe groot hun reactietijd is en waardoor deze tijd meestal langer is dan in een ideale situatie. Het berekenen van de reactieafstand sluit aan bij de vorige les over snelheden.

In deze les gaat het om het bepalen van de reactietijd en om het berekenen van de reactieafstand. Voor leerlingen is het uitdagend reactietijden te meten. Wie uit de klas reageert het snelst? Korte tijden zijn haalbaar, maar kleiner dan 0,1 s is meestal toeval. Volgens kerndoel 16.6: 'het verband kunnen aangeven tussen de rijsnelheid, reactietijd en omstandigheden waaronder gereden wordt, met het oog op de veiligheid', gaat het ook om externe invloeden, waardoor reactietijden in de praktijk veel groter zijn. Reactietijden kunnen op verschillende manieren gemeten worden. Voorkeur verdient een meetmethode waarbij reactietijd wordt gekoppeld aan een zekere verplaatsing, zoals het gebruik van een vallat of tikkerstrook. De vallat kan gemakkelijk door leerlingen zelf thuis gemaakt en uitgetoetst worden. Deze les levert een bijdrage aan het leren formuleren van een werkvraag, als probleemstelling bij een onderzoek. Voor deze les is een demonstratievorm gekozen, waarbij de leerlingen zelf actief meedoen. Het is voor de docent overzichtelijk en het vormt een relatief rustpunt tussen de buitenpractica.

Lesschema: Snel reageren

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	- vragen stellen en beantwoorden. - observeren.	- huiswerk bespreken. - startopdracht: tientjesproef. - demonstratie uitvoeren.	- tientje, liniaal. - OHP.
20'	- meedoen met demonstraties.	- demonstratie leiden. - leergesprek voeren over werkvragen.	- vallat. - tijdtikker met toebehoren.
15'	- werkblad invullen. - berekeningen maken.	- resultaten bespreken.	- stroken voor de tijdtikker.
5'		- samenvatten. - huiswerk opgeven.	

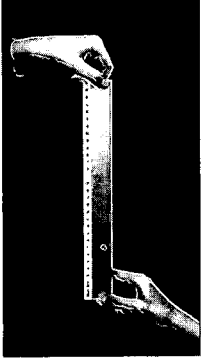
De volgende materialen zijn nodig in deze les:

Per groepje:

- rekenmachine
- (zo mogelijk) tijdtikker met voeding, drukschakelaar en tikkerstrook
- alternatief: vallat

In enkelvoud:

- tientje, walkman
- een vallat: bijvoorbeeld een liniaal met strook; een prullenmand
- overheadprojector (OHP), een transparant met tikkerstrook
- tijdtikker met toebehoren
- lesschema op flap

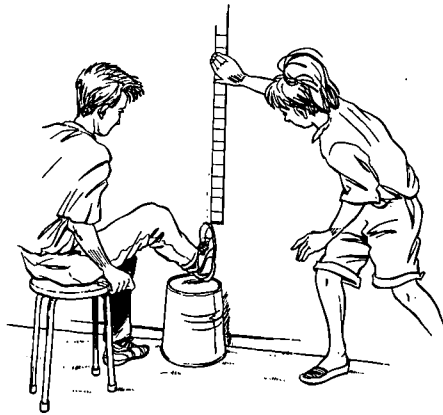


Is er geen tijdtikker beschikbaar dan kan de demonstratie met een vallat worden uitgevoerd. Er is voor de demonstratie een stukje vrije muur nodig en een prullenmand om je voet op te zetten. De walkman wordt gebruikt om de proefpersoon af te leiden. Dit kan natuurlijk ook op andere manieren.

De vallatten moeten van te voren zijn gemaakt. Het gemakkelijkst is om de strook op de achterkant van een liniaal te plakken. Strook om reactietijd te meten., zie volgende pagina

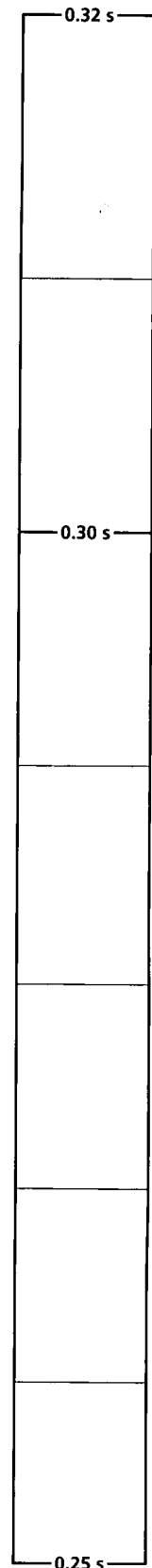
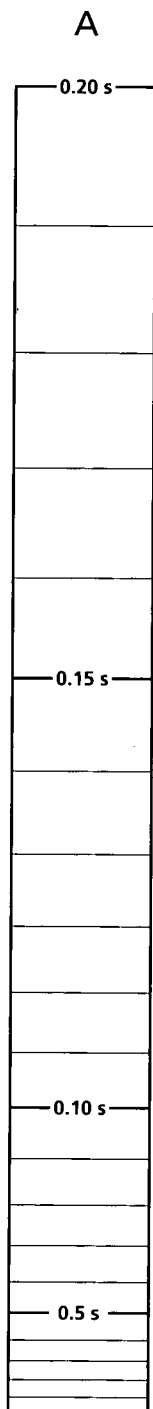
i

De demonstratie met de vallat is een simulatie van de automobilist, die pas na een bepaalde reactietijd op de rem trapt. Maak deze situatie duidelijk. De vallat kan prima als thuisproef worden gebruikt om de gezinsleden 'door te meten'. Het haalt de mechanica in huis.



Het is een leuk idee om een hele grote vallat, lange papierstrook, in het lokaal op te hangen, waarop met viltstiftkleuren een tophonderd van de school wordt bijgehouden. Als nieuwe vaardigheid komt het stellen van werkvragen aan de orde. De tikkerproef kan worden gebruikt om de invloed van afleiding te onderzoeken. We kunnen dan gebruik maken van de werkvraag: Hoeveel effect heeft afleiding op de reactietijd? In deze les oefenen we in het formuleren van zo'n werkvraag. Een werkvraag moet de leerling helpen gericht praktisch onderzoek te doen.

Strook om reactietijd te meten.
Knip de drie stroken uit.
Plak ze op een liniaal of reep karton.
A moet tegen A komen en B tegen B.



9.6 Werkvragen stellen

Een werkvraag leidt tot praktisch onderzoek.

De vraag: Waarom zijn sommige mensen traag en reageren anderen snel?, is geen goede werkvraag. Het vraagt naar allerlei theorie en kan niet zomaar door een proef worden beantwoord. Men zou dit een opzoekvraag kunnen noemen (bijvoorbeeld in een encyclopedie of bepaalde studieboeken). 'Waarom', 'hoe komt het dat', 'waartoe'-vragen behoren tot de categorie van opzoekvragen. Ook moet een werkvraag niet naar de bekende weg vragen, zoals: Hééft afleiding invloed op de reactietijd?

De leerling moet de invloed van afleiding preciezer kunnen aangeven, bijvoorbeeld: Hoeveel invloed heeft afleiding, die wordt veroorzaakt door naar je favoriete muziek te luisteren?

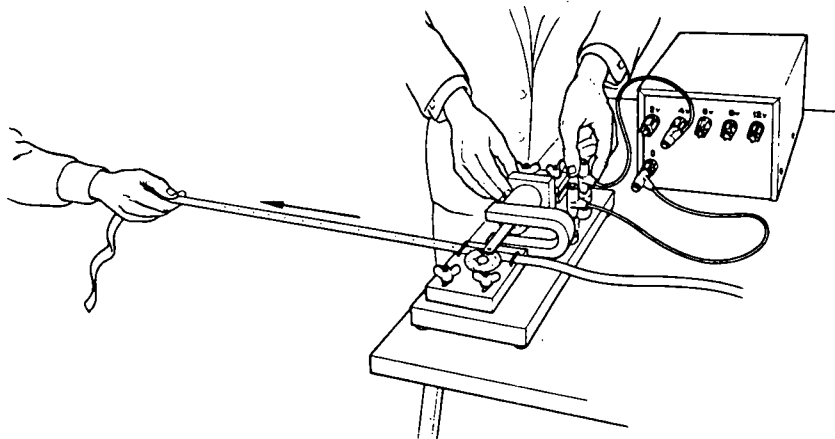
Goede werkvragen of onderzoeksvragen beginnen meestal met 'hoe lang', 'hoe groot', 'hoe snel', 'hoeveel'. De vragen: Wat gebeurt er als _____?, en: Kun je een manier bedenken om _____?, zijn andere werkvragen, die leerlingen aanzetten tot denkactiviteit en onderzoeksactiviteit.

Werkvragen beperken je tot het onderzoekbare, het meetbare. Door leerlingen te helpen werkvragen te formuleren, leren ze de beperkte geldigheid van de onderzoekende methode aanvoelen.

Aan de andere kant geeft het de leerling de mogelijkheid zèlf het antwoord via experiment te vinden.

Bij de tijdtikkerproef houdt de proefpersoon de drukschakelaar ingedrukt en laat deze los op het moment dat een andere leerling de strook plotseling met grote snelheid wegtrekt. Op de strook is de reactietijd af te lezen (0,02 s tussen twee stippen). Afhankelijk van de mogelijkheden van de klas kan het aantal stippen of het aantal tussenruimtes worden geteld. De fout die in het eerste geval wordt gemaakt is klein.

Bij deze proef wordt snelheid gekoppeld aan een afstand. Als de ander de strook sneller wegtrekt, is de reactieafstand ook groter. Op deze manier kan de formule $s = v \times t$ zichtbaar worden gemaakt: een 2x zo grote snelheid levert een 2x zo grote afstand op.



Lesverloop

START De les start met de tientjesproef als smaakmaker. De docent houdt een tientje vlak boven de duim en wijsvinger van een leerling. Als het tientje wordt losgelaten, probeert de leerling het tussen z'n vingers door vallende briefje te pakken door de vingers samen te knijpen zonder de hand verder te bewegen. Lukt het, wat zeer zelden het geval is, dan is het eerlijk verdiend! Een veilig alternatief is een liniaal gebruiken.

Alle leerlingen moeten in staat zijn het begrip snelheid te kunnen omschrijven en een snelheid te kunnen berekenen uit afstand gedeeld door tijd. Controleer dit eventueel door te vragen wat een snelheid van 5 m/s betekent. Laat alle leerlingen éérst zelf een antwoord opschrijven en laat dan enkele leerlingen het antwoord op lezen.

VOORTGANG Vervolgens volgt een uitleg van het begrip reactietijd. De vallat wordt gedemonstreerd met hulp van een leerling. Geef vast aan dat elke leerling deze proef zelf thuis moet uitvoeren om na te gaan wie thuis het snelste reageert. Bij de tweede demonstratie wordt de tijdtikker gebruikt. Het is verstandig om eerst klassikaal met een leerling als proefpersoon één strook te maken, zodat de leerlingen zien hoe het werkt. Het principe kan in 't kort worden uitgelegd en via de overheadprojector kan een voorbeeldstrook worden getoond. Vergelijk bijvoorbeeld met het druppelspoor van een bloedende vinger of Klein Duimpje die om de paar seconden een steentje liet vallen. Na de vraag of de gemeten reactietijden reëel zijn in het verkeer beseffen leerlingen zelf wel dat afleiding invloed heeft. De vraag is echter: hoeveel? Introduceer het begrip 'werkvraag' en laat uit de klas enkele voorstellen komen. Maak duidelijk dat in de werkvraag de toespitsing van het doel van de proef tot uitdrukking moet komen. Bijvoorbeeld: Hoeveel keer zo groot wordt de reactietijd als de proefpersoon de tafel van zeven moet opzeggen?

VERWERKING Als verwerking maken de leerlingen de vragen op het werkblad. De leerlingen werken in groepjes van vier. Het is de bedoeling dat elk groepje twee stroken maakt: één zonder en één met afleiding door de andere leerlingen. Ze doen dan onderzoek naar het effect van afleiding. Op het werkblad 'Reactietijd en afleiding' noteren de leerlingen hun resultaten.

In de afronding geven een paar leerlingen hun antwoord op de werkvraag. Maak duidelijk dat in het verkeer de werkelijke reactietijd vaak een volle seconde is. Laat de reactieafstand berekenen als je hard fietst of op een brommer rijdt.

Mogelijke huiswerkopdrachten zijn:

1. Maak de vragen en opdrachten van het werkblad af.
2. Doe thuis de proef met de vallat.

Suggesties voor vervolg

In een volgende les kunnen leerlingen oefenen met de formules:

$\text{snelheid} = \text{afstand} : \text{tijdsduur}$; $\text{afstand} = \text{snelheid} \times \text{tijdsduur}$ en

$\text{tijdsduur} = \text{afstand} : \text{snelheid}$. Een snelheid-reactieafstand-grafiek

kan worden geïntroduceerd. Laat de leerlingen voor de gemeten

reactietijden in één diagram de bijbehorende grafieken tekenen.

Deze grafiek komt terug in vervollessen bij de meting van de remafstand.

Na de introductie van de tijdtikker kan deze ook goed gebruikt

worden om de valbeweging vast te leggen. Dit kan gecombineerd

worden met een oefening in het stellen van werk vragen. Laat voor-

in de klas iets vallen en laat de leerlingen werk vragen stellen over het vallen.

Er komen allerlei vragen. Waarom valt iets? Valt alles even snel?

Val je steeds sneller? Sommige vragen zijn werk vragen, die met de tikker kunnen worden onderzocht.

2

Reactietijd en afleiding

Je kunt je afvragen of de proef met de vallat wel een juiste indruk geeft van je reactietijd in het verkeer. De proefpersoon was immers zo gespannen om meteen te kunnen reageren! In het verkeer is echter erg veel afleiding (fiets jij ook met een walkman??).

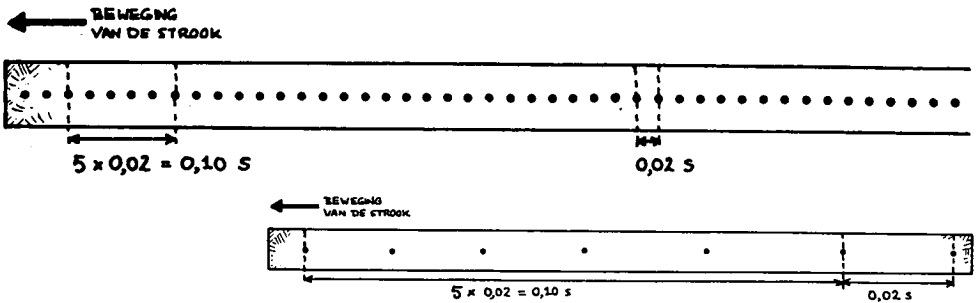
De werkvraag is: Hoeveel effect heeft afleiding als je luistert naar iemand anders, op je reactietijd?

Je hebt nodig:

- tijdtikker met drukschakelaar
- voeding, tikkerstroken

UITVOERING

1. De proefpersoon schakelt met de drukknop de tijdtikker in. Een ander pakt de strook en trekt die plotseling zo snel mogelijk weg. Meteen moet de proefpersoon reageren door de drukknop los te laten, waardoor de tikker stopt.
2. Herhaal de proef als de anderen je proberen af te leiden door tegen je te praten of gekke gezichten te trekken.



UITWERKING

Hoe groot wordt je reactietijd?

1. Elk stukje tussen twee stippen staat voor 0,02 s. Tel het aantal stukjes tussen de stippen:

8 stukjes geeft: $8 \times 0,02 \text{ s} = 0,16 \text{ s}$

12 stukjes geeft: $12 \times 0,02 \text{ s} = 0,24 \text{ s}$

Je reactietijd is:

Je reactietijd met afleiding is:

2. Hoe komt het dat de tussenruimtes tussen de stippen niet overal even groot zijn?

3. Hoeveel invloed heeft afleiding op je reactietijd? Wordt die 2x zo groot? Of nog meer?

Onthoud: in het verkeer is je reactietijd minstens 1 s!

De reactietijd wordt onder andere bepaald door vermoeidheid, medicijnen, alcohol, muziek, medereizigers, leeftijd, het weer en de omgeving.

Hoe groot wordt je reactieafstand?

4. Welke afstand leg je nog af tijdens je reactie?

Voorbeeld:

Je fietst met een snelheid van 7 m/s (ongeveer 25 km/h). Plotseling moet je remmen. Je reactietijd is 0,8 s. Hoe groot is dan je reactieafstand?

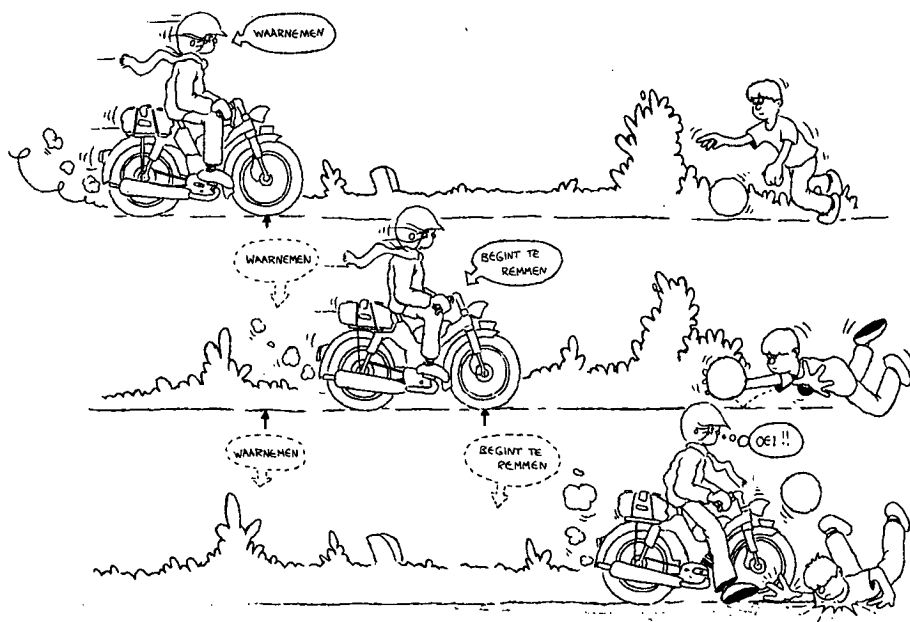
Je legt elke seconde 7 m af. Dus in 0,8 s leg je nog $0,8 \times 7 \text{ m} = 5,6 \text{ m}$ af! En dan pas begin je te remmen!

of

Je fietst met een snelheid van $25 \text{ km/h} = 25/3,6 \text{ m/s} = 6,9 \text{ m/s}$.

Je rijdt dan nog $0,8 \times 6,9 \text{ m} = 5,5 \text{ m}$ door.

Bereken met de gemeten reactietijd je reactieafstand als je gewoon fietst.



5. Bereken met je eigen gemeten reactietijd de reactieafstanden voor de weggebruikers in de snelhedentabel van Les 1.

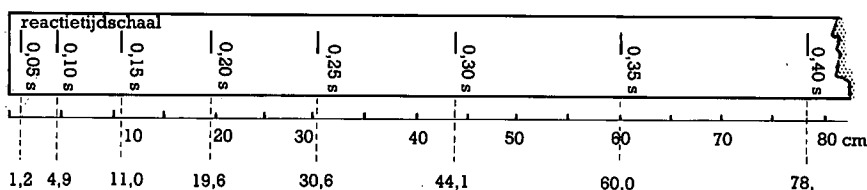
Huiswerkproef: reactietijd met vallat

Maak zelf je reactietijdlat. Vraag aan je docent de strook, die je hiervoor nodig hebt. Plak de strook op een reep karton of een liniaal. Doe thuis een wedstrijd.

Wat is de grootste en wat is de kleinste reactietijd die je meet:

Welke reactieafstanden horen daarbij als je met een snelheid van 15 m/s rijdt? En met 50 km/h?

Zijn deze reactieafstanden in werkelijkheid in het verkeer groter of kleiner?



Leerlingen krijgen in deze les een idee van de grootte van de remweg en de invloed van de snelheid daarop. Hoe groter de snelheid, des te langer de remweg. Verder komen de veiligheidseisen aan remmen aan de orde.

In deze les gaat het erom dat leerlingen het verband kunnen bepalen tussen beginsnelheid en remweg bij constante remkracht en dit kunnen weergeven in een grafiek, kerndoel 16.4. De meeste mensen gaan er intuïtief vanuit dat alle relaties lineair zijn, zoals bij de reactieafstand. Het is altijd verrassend te ontdekken dat de invloed van je snelheid op je remweg zo groot is. In het kader van verkeerseducatie is het belangrijk dat leerlingen dit ook zelf ervaren door buiten een remtest te doen.

Ook deze les levert een bijdrage aan het verwerven van onderzoeksvaardigheden. De leerlingen doen in groepjes onderzoek naar remwegen. Hierbij spelen veel variabelen een rol. In deze is het onderzoek beperkt tot de invloed van één variabele. De proef is gesloten van opzet en bedoeld om leerlingen een aantal meetvaardigheden te leren. In les 4 zijn deze vaardigheden nodig om een meer open onderzoek te kunnen doen.

Lesschema: De remtest

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– schatten. – conclusies trekken.	– startvraag stellen. – klasseggesprek voeren. – (huiswerk opgeven).	– OHP
30'	– groepjes vormen. – meetplan invullen. – remtest uitvoeren en resultaten noteren.	– instructie geven. – tijd bewaken.	– fiets met knijprem-men en blokje. – meetlint – stopwatches
5'	– conclusies trekken.	– proef bespreken.	
5'	– huiswerk noteren.	– huiswerk opgeven.	



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

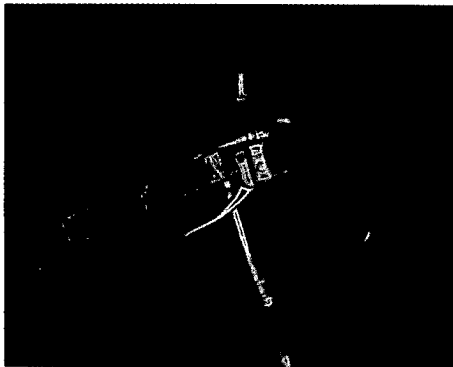
Per groepje:

- meetlint, krijt en 2 stopwatches
- fiets (met velg- of trommelrem) en 2 blokjes met tape
- vlak stuk weg op parkeerplaats of plein bij school

In ekelvoud:

- lesschema

Er kan gewerkt worden met groepjes van 6 leerlingen.



Een constante remkracht wordt als volgt verkregen: Maak aan het stuur van de fiets een blokje vast zoals op de foto. Als je de rem helemaal tegen het blokje aan knijpt, rem je steeds even hard. Het is snel te bevestigen met wat tape. Door het blokje goed te stellen kan worden voorkomen dat de wielen tijdens het remmen blokkeren. Zet de fietsen klaar. Het is ook handig tevoren de parcoursen uit te zetten op een parkeerplaats of schoolplein. Een parcours bestaat uit twee gedeelten: op het eerste stuk van 10 m wordt de beginsnelheid gemeten, bij de remstreep begint de fietser te remmen, waarna de remweg en eventueel de remtijd wordt gemeten. Als alternatief kan de remtest ook gedaan worden als demonstratie of gezamenlijke groepsproef. Er zijn dan minder materialen nodig. Bovendien is de meting voor de docent overzichtelijker. De leerlingen zijn dan echter niet allemaal actief bij de proef betrokken.

i De gebruikelijke manier om eerst te meten en daaruit de juiste relatie of formule te halen, werkt bij gebruik van gewone fietsen niet goed. De meetresultaten vertonen daarvoor een te grote spreiding, ondanks de grote inzet van leerlingen!

We kunnen het positieve aspect van zo'n praktijkproef toch behouden door een andere invalshoek te kiezen, namelijk die van een vergelijkende keuring van de remmen. In Nederland is geen wettelijke norm voor de remvertraging van fietsen. Voor brommers geldt een minimum remvertraging van $3,9 \text{ m/s}^2$ en voor personenauto's van $6,2 \text{ m/s}^2$. Een norm voor de vertraging van fietsremmen kan komen uit de tabel op het werkblad en uit een klasgesprek over de gewenste remweg bij een bepaalde snelheid. De eigen meetresultaten kunnen met deze gegevens worden vergeleken. Op deze manier wordt een onderzoek gedaan, waarbij leerlingen met gegeven criteria een beoordeling moeten geven. Dit is één van de vijf algemene vaardigheidsdoelen van de basisvorming. Op het werkblad geven de leerlingen aan wat ze gaan meten en welke uitkomst ze verwachten.

Lesverloop

START De les start met een paar vragen over remsporen. Wat zijn remsporen? Wie heeft wel eens meegemaakt dat je nog een eind doorrijdt als je remt? Doel van deze startvragen is alle leerlingen duidelijk te maken dat bij remmen een remweg hoort. Een remweg van 0 m bestaat niet!

9.7 Verwachtingen formuleren bij het doen van proeven

Hoe vaak komt het niet voor dat leerlingen tijdens practica wel bezig zijn maar niet weten waar ze precies op moeten letten? Soms trekken leerlingen conclusies die niet relevant zijn, zelfs als het proefvoorschrift ze stapje voor stapje naar de bedoelde uitkomst leidt. Een practicumsituatie geeft blijkbaar een veelheid van indrukken. Ervaren onderzoekers weten dat. Ze doen daarom gericht onderzoek. Ze hebben een verwachting van de uitkomst en die testen ze. Door leerlingen eerst hun eigen verwachting te laten formuleren, stimuleren we ze na te denken over de bedoeling en de opzet van de proef.

Een aantal voorbeelden van geschikte hulpvragen om een verwachting te formuleren zijn:

- Wat ik denk dat er gaat gebeuren is
- Ik denk dat dit gebeurt omdat
- Wat heb ik gevonden dat ik nog niet wist?
- Ik denk dat ik nu weet dat

Elke leerling schat nu eerst individueel hoever je nog doorrijdt als je plotseling moet remmen,

- a. als je gewoon fietst:
- b. als je met een brommer rijdt:
- c. als je op een buitenweg met een auto rijdt:
- d. als je met een vrachtwagen in de stad rijdt:

Klassikaal worden een paar antwoorden vergeleken. Hierbij moet tenminste duidelijk worden dat je remweg afhangt van je beginsnelheid en massa. Ook de soort rem, hoe hard je remt (remkracht), de toestand van het wegdek en de banden spelen een rol. Noteer alle mogelijke variabelen. Bij voorkeur op een overhead-sheet, want dezelfde variabelen spelen ook een rol bij les 4.

VOORTGANG Vervolgens krijgen de leerlingen het werkblad 'Hoe goed zijn je remmen?'. Zij vullen de tabel op het werkblad in en geven hun eigen schatting van de remweg van een fiets aan in het diagram op het werkblad.

In deze les gaat het alleen om de invloed van de beginsnelheid. De andere variabelen moeten dan constant blijven. Hierover kan met een korte opmerking worden volstaan. In een volgende les wordt uitgebreider aandacht geschonken aan eerlijk vergelijken.

De werkvraag ligt nu feitelijk vast: hoe hangt de remweg af van de snelheid? Om dat te kunnen meten moet de remweg worden gemeten bij verschillende beginsnelheden. Daarna kan beoordeeld worden of de remmen goed zijn. De leerlingen noteren individueel de werkvraag en hun verwachtingen.

De proef wordt door groepjes van 6 leerlingen uitgevoerd: één fietst, twee meten de beginsnelheid, één meet de remweg, één meet de remtijd en één noteert.

De leerlingen doen de meting met 4 verschillende beginsnelheden en noteren tot slot de meetresultaten in de tabel op hun eigen werkblad.

VERWERKING Als verwerking maken de leerlingen verder zelf de vragen op het werkblad. In een vervolgles moeten de resultaten dan besproken worden.

In de afronding volgt een korte bespreking van de resultaten. Hierbij kan aandacht worden geschonken aan het begrip stopafstand, als de som van remweg en reactieafstand.

Suggesties voor vervolg

In de vervolgles vindt de controle en bespreking van de meetresultaten en andere antwoorden op het werkblad plaats. Leerlingen kunnen dan ook oefenen met een aantal van de onderstaande voorbeeldvraagstukken. Het niet-lineaire karakter van de (remweg, snelheids)-grafiek speelt daarbij een belangrijke rol. Een relatie met de praktijk van verschillende beroepen kan worden gelegd door een voorlicht(st)er van de verkeerspolitie uit te nodigen om iets te vertellen over het meten van rijsnelheden, gebruik van remsporen en veilig gedrag in het verkeer. Ook kan iemand van TNO komen vertellen wat men aan onderzoek doet op het gebied van vernieuwd asfalt, remsystemen en andere veiligheidsvoorzieningen voor verkeersdeelnemers.

Indien de mogelijkheden van de klas dat toelaten kan ook kern-doel 16.4: ‘het verband tussen beginsnelheid en remweg bij constante remkracht meten en weergeven in een grafiek’, kwantitatief worden uitgebreid. De relatie tussen remweg en snelheid kan in formulevorm worden toegepast bij berekeningen. Ook het begrip remvertraging kan aan de orde komen.

1. Voor een bromfietser gelden de remwegen van de tabel hieronder.

snelheid (km/h)	10	20	30	40	50
remweg (m)	1	4	9	16	25

- a. Teken m.b.v. de tabel een grafiek waarin de remweg (verticaal) wordt uitgezet tegen de snelheid.
- b. Hoe groot is de remweg bij 40 km/h? En bij 5 m/s?
- c. Je rijdt 40 km/h in plaats van 20 km/h. Dan is je snelheid 2x zo groot. Is je remweg dan ook 2x zo groot?
- d. Geldt dat ook voor 10 km/h en 20 km/h?
- e. Wat gebeurt er met je remweg als je 3x zo hard rijdt?

2. Voor een auto gelden de volgende remwegen:

snelheid (km/h)	30	40	50	60	80	100	120
remweg (m)	4.5	8	12,5	18	32	?	72

- a. Hoe groot is de remweg bij 50 km/h?
- b. Hoe groot is de remweg bij 100 km/h?

- c. Geldt ook hier: als de snelheid $2\times$ zo groot is, wordt de remweg $4\times$ zo groot?
 - En als de snelheid $3\times$ zo groot is, wordt de remweg $9\times$ zo groot?
 - d. Hoe groot schat je de remweg bij 90 km/h?
 - e. En bij 110 km/h?
3. De maximumsnelheid voor een brommer is 30 km/h.
- a. Hoe groot is de remweg bij 30 km/h? (Zie de tabel bij vraag 1)
 - b. Hoe groot schat je de reactietijd?
Bereken de reactieafstand.
 - c. Bereken de stopafstand.
4. De maximumsnelheid voor een auto op de snelweg is 120 km/h.
- a. Hoeveel m/s is dit?
 - b. Hoe groot schat je de reactieafstand?
 - c. Hoe ver moet de bestuurder de weg kunnen overzien?
(Zie de tabel bij vraag 2).
 - d. In Frankrijk staan op de snelwegen 'houd-afstand'-strepen. Tussen jou en de auto voor je moeten twee strepen zichtbaar zijn. Bepaal op welke afstand van elkaar deze strepen ongeveer moeten staan.



3

Hoe goed zijn je remmen?

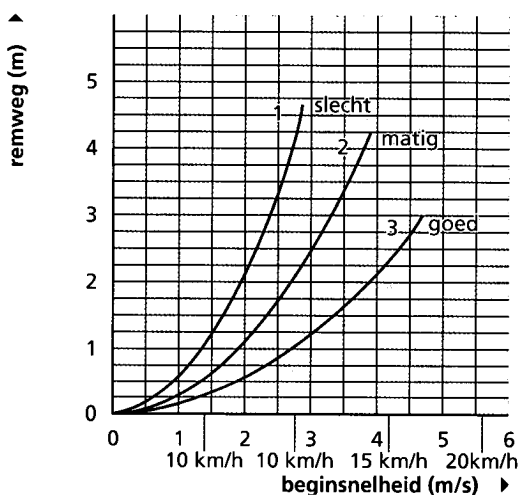
VOORBEREIDING

1. Noteer in de tabel de variabelen waarvan de remweg afhangt.

Tabel met variabelen waarvan de remweg afhangt

					snelheid	remweg
--	--	--	--	--	----------	--------

2. Geef in het onderstaande diagram met een kruisje aan welke schatting jij had gemaakt voor de remweg van een fietser bij een gewone fietssnelheid van 15 km/h.
3. Zijn volgens het diagram je remmen goed, matig of slecht?



In het diagram is aangegeven wanneer een fiets goed remt en wanneer niet.

WERKVRAAG EN VERWACHTINGEN

Je gaat nu een werkvraag doen bij verschillende snelheden, zodat je meer vergelijkingspunten hebt.

Mijn werkvraag is _____

Wat ik denk dat er gaat gebeuren is _____

Ik denk dat dit gebeurt omdat _____

Het materiaal dat ik nodig heb is _____



beginsnelheid meten over 10 meter

eindpunt

10 meter

remweg

UITVOERING

Zet een parcours uit (niet op de openbare weg!).

Meet de remweg bij verschillende beginsnelheden. Rem steeds even hard.

- Een leerling fietst met constante snelheid (rustig doortrappen)
 - Twee leerlingen meten de tijd over 10 m. Daarmee kun je de beginsnelheid berekenen.
 - Precies als het voorwiel op de streep is, begint de fietser te remmen
 - Een leerling geeft met krijt aan tot hoever je nog doorreed
 - Een leerling meet steeds de remtijd
 - Een leerling noteert de resultaten in de meettabel hieronder
- Doe de proef met vier snelheden
Neem tot slot allemaal de resultaten over in de eigen tabel.

Meettabel

tijd (s) voor 10 m	beginsnelheid (m/s)	remweg (m)	(remtijd (s))
1.			
2.			
3.			
4.			

UITWERKING

1. Bereken bij elke meting de beginsnelheid en vul de meettabel in.

Welke soort rem heb ik gebruikt? _____

2. Geef je meetresultaten aan met kruisjes in het diagram.
Trek door de kruisjes een vloeiende lijn.

3. Zijn de resultaten anders dan ik had verwacht?

4. Wat heb ik gevonden dat ik nog niet wist?

5. Ik denk dat ik nu weet dat _____

6. Als ik met een snelheid had gereden van 30 km/h (dat is 8,3 m/s),
zou mijn remweg ongeveer _____ meter zijn geweest.

De remweg die met deze proef is gemeten, is niet dezelfde als die in werkelijkheid in het verkeer een rol speelt. In het verkeer speelt immers ook nog de reactieafstand mee!

Ter onderscheid spreken we in het verkeer van 'de stopafstand':
stopafstand = remweg + reactieafstand

7. Kun je ook in het diagram aangeven hoe de grafiek zou lopen als je de stopafstand i.p.v. de remweg zou hebben gemeten?

In het verkeer moet de stopafstand niet te groot zijn. Dat wordt bereikt door een niet te grote snelheid. Natuurlijk zijn goede remmen ook van groot belang. De remmen moeten zijn aangepast aan de massa van het voertuig en de lading. Een opgevoerde brommer is extra gevaarlijk als de remmen niet ook zijn 'opgevoerd'!

In deze les gaat het om het doen van een onderzoek naar de remkracht van verschillende remmen onder verschillende omstandigheden en de invloed op de remweg. Er wordt een relatie gelegd met kerndoel 16.3: 'uitleggen dat er bij een snelheidstoename een nettokracht in de rijrichting is en bij een snelheidsafname een nettokracht tegen de rijrichting in'. Ook kerndoel 16.6 is aan de orde: 'het verband aangeven tussen de rijsnelheid, reactietijd en omstandigheden waaronder gereden wordt, met het oog op de veiligheid'. Intuïtief denken leerlingen soms dat een zwaardere voertuig eerder tot stilstand komt dan een lichter, omdat 'de' remkracht groter is. Ze zien de remkracht hierbij als een soort interne kracht. De les levert een bijdrage aan het leren stellen van werk vragen en het leren eerlijk te vergelijken. Er wordt een beroep gedaan op een aantal onderzoeksvaardigheden. Samenwerking tussen leerlingen speelt een belangrijke rol. De leerlingen kunnen in dezelfde groepjes van 6 werken als in les 3. Dit bevordert een vlotte gang van zaken. Het is verstandig in een voorgaande les al zoveel mogelijk afspraken te maken over wie wat doet of moet hebben gedaan.

Lesschema: Veilig remmen

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– variabelentabel invullen. – werk vraag formuleren.	– startvraag stellen. – leergesprek voeren. – (huiswerk opgeven).	– OHP.
30'	– meetplan opstellen. – onderzoek doen.	– instructie geven. – meetplan. controleren. – tijd bewaken.	– fietsen. – meetlinten. – personen-weegschaal. – krachtmeters. – stopwatches.
5'	– vragen beantwoorden.	– korte bespreking resultaten.	
5'	– werkblad als huiswerk noteren.	– huiswerk opgeven.	



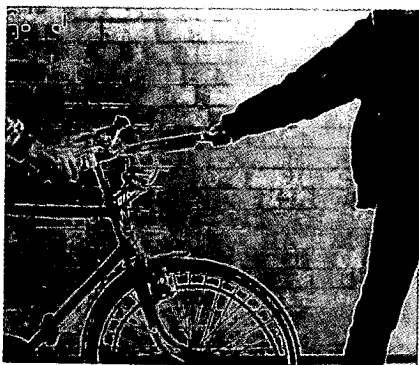
De volgende materialen zijn in deze les nodig:

Per groepje:

- fiets met velg- of trommelrem en blokjes onder de knijpremmen
- meetlint, krijt, stopwatch
- krachtmeter met groot bereik (250 N), eventueel twee van 100 N parallel geschakeld, aan de stuurkolom van de fiets
- een vlak stuk weg of parkeerplaats of schoolplein

In enkelvoud:

- fiets met terugtraprem, fiets met trommelrem
- personenweegschaal
- emmer water of zand
- fietspomp
- lesschema op flap



De krachtmeters moeten gemakkelijk aan de stuurkolom bevestigd kunnen worden. Iemand trekt de fiets aan de krachtmeter langzaam voort, terwijl de fietser alleen de rem ingeknepen houdt. De krachtmeter geeft dan de remkracht aan. Door alléén de achter- of voorrem te gebruiken is een niet al te zware krachtmeter voldoende.



Indien leerlingen niet weten dat je een kracht kunt meten met een krachtmeter of veerunster, moet het meten van de remkracht apart aan de orde komen. In deze les leren leerlingen de snelheidsafname bij het remmen te koppelen aan tegenwerkende krachten. Deze tegenwerkende krachten zijn extern en afhankelijk van een aantal factoren, die in het verkeer een belangrijke rol spelen. De invloed van massa bij remmen is voor leerlingen minder vanzelfsprekend. Het is een opstapje naar het begrip traagheid.

Leerlingen onderzoeken in groepjes de invloed van de soort rem en hoe de rem wordt gebruikt, van de aard van de banden en het wegdek, en van de massa op de remkracht en de remweg. Ze formuleren zelfstandig een werkvraag. Omdat meerdere variabelen een rol spelen, komt het aan op eerlijk vergelijken. Het is een moeilijke proef omdat de omstandigheden meestal niet constant zijn. Het is wel een levensechte proef waarbij de leerlingen sterk betrokken zijn.

Bij een onderzoekspracticum spelen vaak meerdere variabelen een rol. Een manier om eerlijk te vergelijken is het hanteren van een variabelentabel. In de tabel staan de variabelen naast elkaar en daaronder hun waarde. Op deze manier is goed te zien welke grootheden gelijk blijven, welke je varieert, en kunnen de veranderingen van de te meten grootheden genoteerd worden. In deze les wordt een dergelijke tabel geïntroduceerd.

9.8 Kracht en snelheid

Leerlingen zijn al bekend met allerlei krachten. In het subdomein *Verkeer en veiligheid* gaat het om krachten bij bewegingen. Dit is voor veel leerlingen moeilijk. Ze moeten inzien dat de externe nettokracht, de resultante, een verandering van snelheid geeft. Uit onderzoek is bekend dat leerlingen denken dat alleen al voor een constante snelheid een nettokracht nodig is: je moet immers de wrijving overwinnen.

De basisvorming is niet de plek om hier al te diep op in te gaan. Het is hier voldoende om te verwijzen naar ervaringen, zoals glijden op glad ijs. Een demonstratie met de luchtkussenbaan is voor veel leerlingen vaak erg verrassend en kan leiden tot een zinvol klasgesprek over wrijvingskracht. Een manier om meer aandacht te besteden aan het krachtbegrip is het vertonen van de videoband *'Veilig Rijden'*, die via de SLO kan worden besteld.

Lesverloop

START De les start met de vraag: 'hoe komt het dat je door te remmen eerder stilstaat dan wanneer je alleen ophoudt met trappen; ook al fiets je even hard?'. Maak duidelijk dat er in beide gevallen een tegenwerkende wrijvingskracht is, die bij remmen groter is. De remkracht kan gemeten worden met een krachtmeter.

VOORTGANG Vervolgens wordt de tabel met de afhankelijkheidsvariabelen van de remweg getoond. Deze tabel uit het begin van les 3 moet worden omgezet in een variabelentabel. Er zijn verschillende grootheden die in aanmerking komen om gevarieerd te worden. In het eerste voorbeeld hieronder wordt de remsoort gevarieerd en moeten de gevolgen voor remkracht en remweg bepaald worden. In het tweede voorbeeld wordt de invloed van de massa op de remweg onderzocht.

Een variabelentabel voor onderzoek naar de invloed van de soort rem op de grootte van de remkracht én de remweg:

soort rem	voor of achter	banden	remkracht	massa	snelheid	remweg
velg	achter	hard		65 kg	4 m/s	
trommel	achter	hard		65 kg	4 m/s	
terugtrap	n.v.t.	hard		65 kg	4 m/s	

Een variabelentabel voor onderzoek naar de invloed van de massa op de remweg:

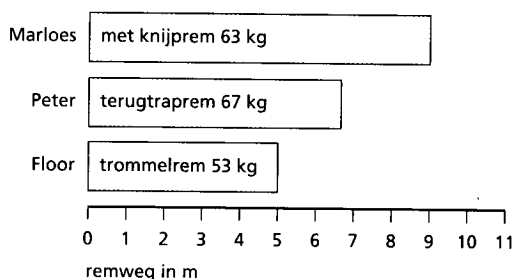
soort rem	voor of achter	banden	massa	snelheid	remweg
velg	achter	hard	65 kg	4 m/s	
velg	achter	hard	120 kg	4 m/s	

Variabelentabellen kunnen gemaakt worden voor de soort rem, voor- of achterrem bij knijpremmen, de massa, de banden en de aard van het wegdek.

Na deze introductie van de variabelentabel worden de mogelijke onderzoeksvragen, waarbij remkracht en/of remweg moet worden gemeten, besproken en over de groepjes in de klas verdeeld. Voorbeelden zijn:

- Remt een trommelrem het beste?
- Levert de voorrem meer remkracht op dan de achterrem?
- Heeft de zwaarste fiets de grootste remweg?
- Rem je met harde banden beter?
- Is bij een grotere remkracht de remweg kleiner?

VERWERKING Als verwerking gaan de leerlingen de variabelen in de bovenste rij van de tabel op hun werkblad 'Veilig remmen' invullen en maakt elk groepje een variabelentabel bij de werkvraag en een meetplan. Na controle van de werkvraag, variabelentabel en het meetplan kunnen de groepjes gaan meten. Een goede organisatie en tijdbe-
waking is van belang. Elk groepje moet daarom precies weten wat ze moet gaan doen. Ze geven hun antwoord op de werkvraag.



In de afronding volgt een korte bespreking en kan als huiswerk worden opgegeven dat de leerlingen thuis de overige vragen op het werkblad beantwoorden.

Suggesties voor vervolg

In de volgende les worden de aanpak en de uitkomsten van het onderzoek besproken. Ook kunnen vraagstukken worden gemaakt. Voorbeeldvragen zijn te vinden in 'Veilig Rijden', SLO, vragen 45-48. Het onderzoek kan gevolgd worden door een gesprek met een vertegenwoordiger van Veilig Verkeer Nederland of iemand van de

verkeerspolitie. Het onderzoek staat dan in het teken van verkeers-educatie en beroepskeuze.

Van remmen kan worden overgestapt naar optrekken. Ook de grootte en richting van de kracht kan ter sprake komen. Bij remmen gaat het om wrijvingskracht en luchtweerstand. De invloed van de laatste op de remkracht is slecht te bepalen, gezien de geringe grootte. Door de fiets te laten uitrijden i.p.v. te remmen is de bepaling beter te doen.

Een relatie met het subdomein: Soorten en eigenschappen van krachten, kan worden gelegd door de fiets in de klas te halen. Het krachtenspel, waarmee de trapkracht wordt overgebracht, kan worden gedemonstreerd. De voortstuwende kracht, als wrijvingskracht met het wegdek, kan worden gevoeld door aan de achterband de draaiing met de hand tegen te houden. Ook kan het gebruik van versnellingen als voorbeeld van de winst-en-verlies regel getoond worden.

Bronnen:

Voor deze les is als bron van belang de videofilm '*Veilig Rijden*', een uitgave van de SLO. Op deze band zijn te vinden: reclamespotjes van VVN, TNO-opnamen van botsproeven en de PLON-produktie over 'krachten'. Besteladres: SLO, Afdeling Verkoop en Distributie, Postbus 2041, 7500CA Enschede tel. 053 840305)

4

Veilig remmen

Je hebt nodig:

- een aantal fietsen met knijpremmen, één met terugtraprem
- een personenweegschaal, een meetlint, een stopwatch
- een paar krachtmeters met groot bereik (100 à 250 N)

VARIABLENTABEL voor remkracht en remweg

soort rem	voor- of achterrem					

VOORBEREIDING

Vul de bovenste rij van de variabelentabel verder in.

WERKVRAAG EN MEETPLAN

Mijn vraag over remmen is _____

Wat ik denk dat er gaat gebeuren is _____

Ik denk dat dit gebeurt omdat _____

Ik maak m'n vergelijkingsproef eerlijk door _____

(Zorg bijv. dat de snelheid steeds gelijk is! Of doe de proef met 2 fietsen tegelijk.)

Geef in de tabel hierboven aan welke variabelen je constant houdt en welke je verandert.

UITVOERING

1. Met de personenweegschaal kun je de totale massa van berijder met fiets meten.
2. De remkracht kun je als volgt meten. Iemand zit op de fiets en knijpt de rem in. Een ander trekt de fiets langzaam voort met een krachtmeter. De remkracht lees je af van de krachtmeter. Het is handig als een derde de fiets in evenwicht houdt.
Als de remkracht te groot is, rem dan minder hard of gebruik alleen de voor- of achterrem.
3. Bedenk een geschikte methode om je metingen uit te voeren. Vul je resultaten in de variabelentabel hierboven in.

UITWERKING

1. Welk antwoord op m'n werkvraag heb ik gevonden? _____

2. Is dat wat anders dan ik had verwacht? _____

3. Ik denk dat ik nu weet dat _____

4. Is bij een grotere remkracht de remweg inderdaad kleiner? _____

10 Materie: stoffen en deeltjes

Domein H van de kerndoelen gaat over de *Bouw der materie* (kerndoel 17).

Vergeleken met de andere kerndoelen is dit een buitenbeentje. Er ligt veel nadruk op vakinhoud en minder op contexten. Het denken in deeltjes staat centraal. Door materie te beschouwen als een verzameling deeltjes kun je verschijnselen en eigenschappen van stoffen verklaren. Eenvoudig is dit niet. Veel leerlingen hebben moeite met het heen en weer denken tussen 'wat je ziet' en de wereld van niet-waarneembare deeltjes die daar achter ligt. De in dit hoofdstuk beschreven lessen proberen hier iets aan te doen.

In ieder geval helpt het te proberen verband te leggen met leerstof uit andere domeinen. In aanmerking komen *Stoffen en materialen* (domein B) en *Verbranden en verwarmen* (domein D). Dat zijn de meer chemisch getinte onderwerpen.

Er zijn slechts twee lessen beschreven:

Les 1: Stoffen, deeltjes en beweging.

Les 2: Stoffen, deeltjes en fase.

Suggesties voor een vervolg (Stoffen, deeltjes en warmte) worden ook aangegeven. En passant wordt in dit hoofdstuk aandacht besteed aan het gebruik van transparanten.

10.1

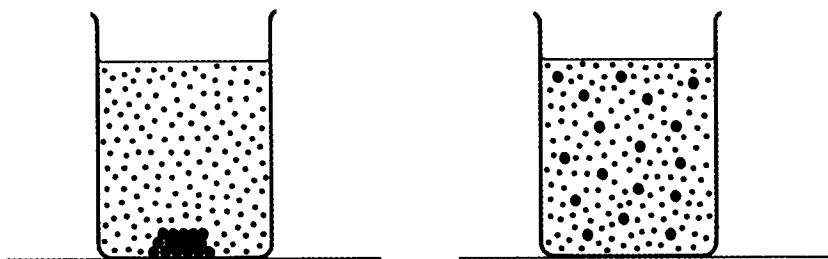
Deeltjes bij natuurkunde en scheikunde

Leerlingen leven in een wereld van stoffen waar veel aan valt waar te nemen: kleur, geur, fase, temperatuur, noem maar op. En je kunt er ook van alles mee doen; voelen, knijpen, ruiken, enz. Leerlingen weten dus veel van stoffen. Maar ze bekommeren zich niet om de 'binnenkant'. Natuurlijk horen ze wel eens van molekulen en atomen, maar dat gebeurt meestal op een populair wetenschappelijke manier en heel terloops. Het gevolg is dat de meeste leerlingen een vaag en verward beeld van molekulen hebben. De bedoeling is dat dit beeld tijdens de lessen natuur- en scheikunde op school verhelderd wordt, maar dit blijkt niet mee te vallen. Hier zijn drie oorzaken voor aan te wijzen. Dit betreft in de eerste plaats de reeds bij leerlingen bestaande onjuiste denkbeelden over molekulen. Die poets je maar niet even weg en ze belemmeren de ontwikkeling van een juist begrip over molekulen. Enkele voorbeelden van preconcepten:

- deeltjes/molekulen hebben dezelfde (macroscopische) eigenschappen als de stof waar ze mee overeenkomen. Bijvoorbeeld dezelfde geur, kleur en temperatuur: roestmolekulen zijn bruin, watermolekulen zijn kleurloos en bevroren bij 0 °C. Bij verwarmen worden molekulen warmer.

- materie bestaat helemaal niet uit deeltjes het is continu; deeltjes ontstaan pas als gevolg van een verdelingsproces in brokjes. Molekulen zijn dus kleine brokjes stof, of te wel een molekuul is een heel klein beetje van een stof.

Een tweede probleem met atomen en molekulen is dat er in feite slechts sprake is van een model. Met behulp van dit model kun je verschijnselen verklaren. Fase-overgangen, uitzetten bij verwarmen, luchtdruk, en chemische reacties zijn te beschrijven met behulp van deeltjes. Het deeltjesmodel is dus een verklaringsmodel. Ieder model is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Dat dit beperkingen met zich mee brengt wordt op school weinig benadrukt. Enerzijds zijn de geponeerde kenmerken van het deeltjesmodel voor leerlingen keiharde feiten: deeltjes zijn harde bolletjes die wisselwerking hebben en *bewegen* en de temperatuur heeft daar invloed op. Maar anderzijds komt dit in conflict als je naar vaste stoffen in het echt kijkt: je ziet immers helemaal niks 'trillen'. Een ander mooi voorbeeld is het oplossen van een suikerklontje in water. Dit wordt wel in beeld gebracht door de volgende modeltekening.



Maar als leerling vraag je je bij deze tekening af hoe dit kan. Er zit in de tekening immers veel te veel ruimte tussen de molekulen in de vloeistof.

Een derde belangrijk probleem met deeltjes is de verschillende manier waarop de begrippen molekuul en atoom in de lessen scheikunde en natuurkunde worden gehanteerd. Voor de scheikunde zijn atomen aanvankelijk veel belangrijker dan voor natuurkunde. Je hebt atomen nodig om te verduidelijken wat een chemische reactie is en wat het verschil is tussen een element (één soort atomen) en een verbinding (meer soorten atomen). Het begrip molekuul wordt in de scheikunde vooral gebruikt om het verschil tussen een mengsel (verschillende soorten molekulen) en een zuivere stof (één molekuulsoort) te verduidelijken. Bij natuurkunde is dat niet belangrijk, want daar bekommert men zich niet zo om het begrip 'zuivere' stof. In het kader van de molekuultheorie kan eventueel rustig gesproken worden over lucht molekulen, maar de scheikundedocent is dat een gruwel.

10.2

Begrippennetwerk rond deeltjes

Het leren over stoffen en deeltjes vergt een leerproces waarbij voortdurend heen en weer bewogen wordt tussen de waarneembare wereld van stoffen en de niet-waarneembare wereld van deeltjes. Het volgende schema laat zien welke verbanden kunnen worden gelegd.

STOF	Deeltjes
fase	vrijheid van bewegen onderlinge afstand
temperatuur	snelheid van bewegen onderlinge afstand
mengsel	verschillende soorten
zuivere stof	één soort
reactie	hergroeperen

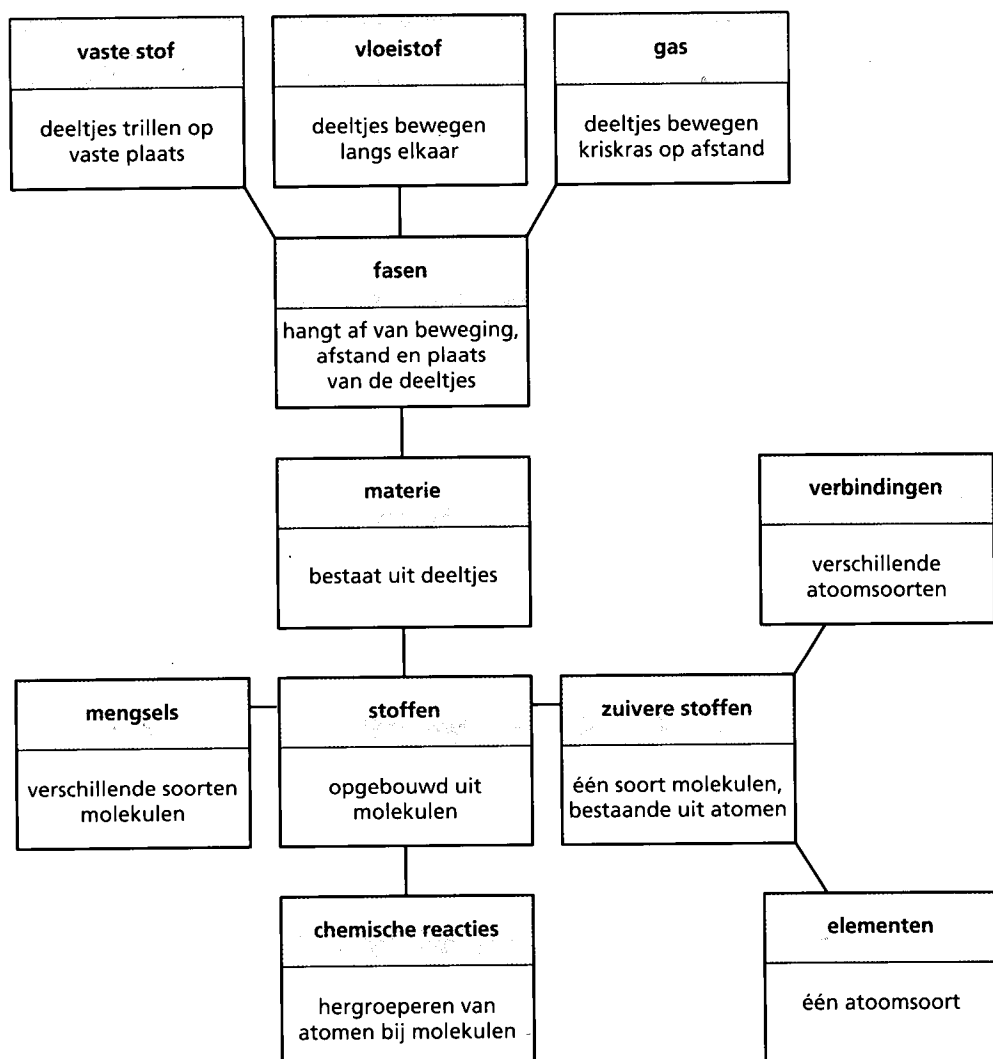
Op zich is het deeltjesmodel heel simpel uit te leggen. Maar het kost leerlingen echt de nodige tijd om zich het model eigen te maken. Je moet er gewoon veel over praten, schrijven en tekenen, anders blijft het oppervlakkige vage kennis, die slecht functioneert. In de lessen die in dit hoofdstuk beschreven staan wordt hiervoor een aanzet gegeven. We beperken ons daarbij tot het model waarbij met behulp van molekulen het bestaan van fasen bij stoffen wordt verklaard. Dit komt overeen met de kerndoelen 17.1 en 17.3. In het volgende netwerk betreft dat vooral de bovenkant (zie volgende pagina bovenaan).

10.3

Les 1: Stoffen, deeltjes en beweging

De leerlingen wordt verteld dat je beter kunt begrijpen hoe stoffen 'in elkaar zitten' als je aanneemt dat ze bestaan uit kleine deeltjes, molekulen genaamd. In een klasgesprek wordt nagegaan wat de leerlingen daar al van af weten. Leerlingen krijgen de gelegenheid na te denken over het gedrag van die deeltjes aan de hand van enkele proeven. Daarbij wordt vooral ingezoomd op 'beweging van deeltjes'.

Leerlingen moeten wennen aan het idee dat je stoffen opgebouwd kunt denken uit deeltjes (kerndoel 17.1). Bij een gas kunnen die deeltjes bewegen, dat blijkt uit de proef met de luchtverfrisser. En de demonstratieproef 'ammonia en zoutzuur' toont aan dat de snelheid van bewegen voor ieder gas verschillend is. Via het tekenen van de deeltjes wordt de leerlingen er op gewezen dat deeltjes van een stof dezelfde vorm en afmeting dienen te hebben: ze zijn



allemaal hetzelfde. Wellicht helpt het als leerlingen hierbij beseffen dat we met een stof steeds één stof, dus een zuivere stof bedoelen. Maar dat is niet echt noodzakelijk. In feite gaan kerndoel 17.1 en 17.3 er alleen maar om dat leerlingen leren inzien dat je het verschil tussen de drie fasen (gas, vloeibaar en vast) kunt beschrijven met behulp van een deeltjesmodel. Door sterk te benadrukken wat het verschil is tussen een zuivere stof en een mengsel lopen we zelfs het risico dat we teveel overhoop halen en dat de leerlingen de draad kwijt raken. Docenten moeten hier zelf in kiezen. Ieder heeft wat dit betreft zijn eigen leerplan. Uit analyse van leerboeken blijkt overigens dat het stofbegrip (zuiver-mengsel), het deeltjesmodel (molekulen) en de drie fasen (vast-vloeibaar-gas) op verschillende manieren en in verschillende volgorden kan worden behandeld. De leerlingenproef 'Lucht, Water en Zand' laat zien dat de ruimte – en dus de afstand – tussen deeltjes verschilt bij de drie fasen (kerndoel 17.3). Vaardigheden komen hier ook aan de orde: voorspellen, waarnemen, tekenen en conclusies trekken (kerndoel 1.3).

Lesschema: stoffen, deeltjes en bewegen

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
10'	– ideeën inbrengen.	– inleiden. – klasgesprek leiden. – inventarisatie.	– bord.
20'	– voorspellen & waarnemen. – notities maken. – proeven uitvoeren. – samenwerken.	– proef demonstreren. – begeleiden. – vragen stellen.	– materialen voor demo. – proefbeschrijving. – practicum materialen.
10'	resultaten verwerken: – tekenen. – opdrachten maken. – conclusies trekken.	– hulp bieden. – vragen stellen.	– notities.
10'	– resultaten controleren: – fouten verbeteren. – huiswerk noteren.	– bespreken demo en de proeven. – les samenvatten. – huiswerk opgeven.	– bord.



De volgende materialen zijn nodig in deze les.

Voor de demonstratie proef:

- bekerglasje
- een glazen buis die aan twee kanten open is
- een standaard en klem
- twee op de glazen buis passende kurken
- twee propjes watten
- ammonia en zoutzuur (beiden ongeveer 4 molair)
- kroezetang.

Voor de leerlingenproeven (per groep):

- luchtverfrisser
- injectiespuit (zonder naald) met afgesloten punt
- zand

Zorg er voor dat de spullen die nodig zijn voor de demo van tevoren klaar staan. De concentratie van ammonia en zoutzuur doet er niet zo veel toe, maar het mag niet te verdund zijn.



In deze les poneren we dat alles bestaat uit deeltjes. Een aanname die leerlingen waarschijnlijk met enige schroom zullen accepteren. Bij het ruiken van de luchtverfrisser wordt wel aangetoond dat er 'iets' beweegt, maar dat dit 'iets' deeltjes zijn ligt niet voor de hand. Dit heeft ook te maken met reeds bestaande -vaak verkeerde- denkbeelden over stoffen (met name gassen) en wat leerlingen eerder gehoord hebben over molekulen. Voorbeelden van storende preconcepties zijn:

- wat je ruikt kun je niet zien, en wat je niet kunt zien kan ook niet uit deeltjes bestaan.

- gassen bestaan niet uit materie, het zijn dus geen stoffen, ze hebben geen massa en dus kunnen er ook geen deeltjes zijn.
- gas en lucht is hetzelfde.

Lesverloop

START Begin met de leerlingen te vertellen dat we gaan leren hoe stoffen opgebouwd zijn en dat proefjes ons daarbij helpen.
Ga eerst na wat leerlingen weten over stoffen. Een klasgesprek is een goede manier. Stel vragen als:
Noem eens een paar stoffen.
Wat weet je van die stoffen?
Heb je wel eens iets met die stoffen gedaan?
Zijn gassen ook stoffen?
Het is niet nodig in te gaan op het onderscheid mengsel-zuivere stof, tenzij de leerlingen daar zelf mee komen.
Maak op het bord een schema van wat het klasgesprek oplevert, bijvoorbeeld:

<i>Stof</i>	<i>Wat weet je?</i>	<i>Wat gedaan?</i>
– Zand	– strandzand kriebelt	– zand scheppen
– Water	– hebben we nodig	– thee zetten
– Chloor	– in het zwembad	– geroken aan bleekwater
– Suiker	– smaakt zoet	– caramel gemaakt
– Papier	– gemaakt uit hout	– vliegtuigje van gevouwen

Houd het gesprek interessant voor leerlingen door veel leerlingen aan het woord te laten en positief te reageren. Geef de leerlingen na het klasgesprek genoeg tijd om het schema over te schrijven. Vraag de leerlingen dan of ze wel eens gehoord hebben van molekulen en wat ze daarvan af weten.

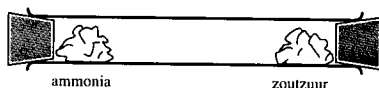
Bespreek een paar antwoorden en poneer vervolgens:

‘Alle stoffen zijn opgebouwd uit deeltjes’. Leerlingen noteren dit. Een bekende manier om het bestaan van deeltjes te onderbouwen is het volgende gedachtenexperiment. Een druppel water valt en spat uiteen in 10 kleine druppeltjes. Die 10 druppeltjes bestaan natuurlijk ook uit water.

En als ieder van die kleine druppeltjes weer in 10 kleinere uiteenspat, dan heb je waarschijnlijk nog steeds water. Maar hoe lang kun je daar mee doorgaan? Houdt dat nooit op? En inderdaad, tegenwoordig weten we dat het na een keer of 20 afgelopen is. Je hebt dan het kleinste deeltje water: een molekuul.

VOORTGANG Na het klasgesprek volgen de proeven. Er wordt begonnen met de demonstratieproef. Voeg allereerst voorzichtig een beetje ammonia en zoutzuur bij elkaar in een bekerglasje. Laat de leerlingen opschrijven wat ze waarnemen. (als het goed is zien ze een witte rook). Geef er verder geen commentaar of uitleg bij, en zeg alleen dat er straks op wordt teruggekomen. Vervolg direct met het tweede deel van de demo.
Laat zien dat de glazenbuis aan twee kanten open is. En dat met

een kroezetang aan de ene kant een prop watten met ammonia en aan de andere kant één met zoutzuur gestopt wordt. De leerlingen moeten dit ook tekenen, bijvoorbeeld:



Laat de leerlingen nu ieder voor zich opschrijven wat ze verwachten dat er zal gaan gebeuren. Dit maakt de proef spannender. Als het goed is zullen de leerlingen bij hun voorspelling het resultaat

van het eerste deel van de demo (zoutzuur + ammonia in het be-
kerglaasje) gebruiken. Eventueel kunt U de leerlingen op weg hel-
pen door te zeggen dat er in zoutzuur en ammonia stoffen zitten
die kunnen verdampen.

Het duurt al gauw 5 à 10 minuten voor de witte ring in de buis
zichtbaar wordt. Laat daarom voorlopig de proef 'de proef' en be-
gin vast met de beide andere proeven. Verdeel daartoe de klas in
tweetallen en zeg hoeveel tijd er voor de andere proeven is (voor
de drie proeven samen ongeveer 30 minuten).

De beschrijving voor leerlingen is als volgt:

Proef 1: Ammonia + zoutzuur (demo)

I Ammonia en zoutzuur worden bij elkaar gedaan in een beker-
glasje.

WAARNEMEN: a Wat neem je waar?

II Propjes watten met ammonia en zoutzuur worden in een glazen
buis gedaan; ieder aan een kant.

TEKENEN

VOORSPELLEN

WAARNEMEN

TEKENEN

UITLEGGEN

b Maak er een tekening van.

c Wat denk je dat er zal gebeuren?

d Wat zie je na een tijdje?

e Teken dit.

f Leg uit wat je gezien hebt.

Gebruik daarbij het woord deeltjes.

Proef 2: De luchtverfrisser

Neem de luchtverfrisser.

Zet hem een beetje open.

Doe verder niets.

WAARNEMEN

a Wat neem je waar?

Wat is er gebeurd?
Praat hier met elkaar over.
Denk aan deeltjes.

TEKENEN

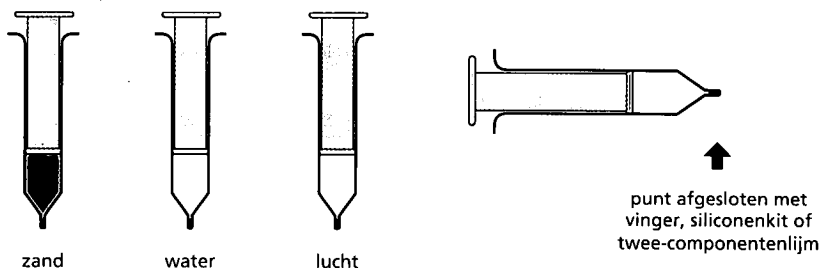
b Maak een tekening van de proef.
Teken daar ook deeltjes in.

UITLEGGEN

c Leg uit wat er gebeurd is.

Proef 3: Zand, water, lucht

Er zijn drie injectiespuiten gevuld met zand, water en lucht.
De punt van ieder moet afgesloten zijn.



VOORSPELLEN

a Wat zal er gebeuren als je op de zuiger drukt?

WAARNEMEN

b Druk op de zuiger. Wat neem je bij ieder waar?

UITLEGGEN

c Je merkt verschil. Hoe zou dat komen?
Gebruik 'deeltjes' in je uitleg.

Laat de leerlingen de materialen voor de hun proeven zelf ophalen.
Houd zicht op wat iedereen doet. Bij de proef met de injectiespuiten kan er ook met de vinger dicht gedrukt worden, maar de verleiding is dan wel groot om anderen met water nat te spuiten.

Loop rond en stel vragen. Wat heb je gevonden? Hoe zou dat komen? Wat heb je opgeschreven? Was er verschil tussen lucht, water en zand? Hoe ga je het geuren van de luchtverfrisser tekenen. Heb je al gekeken of er bij de demonstratieproef iets te zien is? Bezoek systematisch alle groepen en laat zoveel mogelijk de leerlingen aan het woord.

VERWERKING

Gebruik de waarnemingen van de leerlingen bij de nabespreking van de proeven. Als eerste is de demo aan de beurt. Van belang is het feit dat zoutzuur en ammonia een witte stof vormen. Dat is te zien aan de witte rook bij het bijeenschoppen van de vloeistoffen en als witte ring in de glazen buis. De ring zit niet in het midden van de buis. Hij zit op ongeveer $\frac{1}{3}$ van de buis, aan de kant van het zoutzuur.

Vragen als: 'Had je dit verwacht?' en 'Hoe komt het dat de witte stof niet in het midden van de buis zit?', zullen leiden tot verklaringen als 'bij een gas kunnen deeltjes bewegen' en 'deeltjes van verschillende gassen hebben een eigen snelheid'.

Opmerking:

Het is verleidelijk hier ook nog aandacht te besteden aan het reageren van stoffen. Er is ammoniumchloride gevormd als gevolg van een chemische reactie. Het is de vraag of aandacht hiervoor verstandig is. Wees er op bedacht dat het verschijnsel chemische reactie hier een totaal ander en (wellicht) nieuw aspect voor leerlingen kan zijn. Dit gaat immers niet meer om het deeltjesmodel zoals bedoeld in kerndoel 17.1 en 17.3. Leerlingen kunnen er door in de war raken.

De proef met de luchtverfrisser zal de conclusie ondersteunen dat de deeltjes van een gas kunnen bewegen. De tekeningen van leerlingen kunnen heel verschillend zijn. Reken op gasdeeltjes, reukdeeltjes, frisdeeltjes met allerlei verschillende vormen en afmetingen en neuzen.

Wijs er in de nabespreking op dat deeltjes van een stof allemaal dezelfde vorm en afmetingen hebben. Vraag de leerlingen om dit zonodig in hun tekeningen te verbeteren. Vorm en afmetingen van deeltjes komen de volgende les opnieuw aan de orde.

Opmerking:

Al dat tekenen, voorspellen en schrijven mag wat onbenullig lijken, maar het helpt de leerlingen echt om het deeltjesmodel beter te begrijpen.

De bespreking van de proef met de injectiespuit kan kort zijn. De zuiger in de spuit met lucht kan bewegen, water en zand laten zich niet samendrukken. Vergelijk en bespreek de waarnemingen met de voorspellingen die de leerlingen hebben opgeschreven. Velen zullen voorspeld hebben dat je het water kunt samendrukken. Dat blijkt dus niet het geval te zijn.

Om de waarnemingen te kunnen verklaren moeten leerlingen tot de conclusie komen dat de deeltjes bij een gas lijken af te wijken als we ze vergelijken met die van een vloeistof of vaste stof. Leg dan uit dat het verschil niet in de deeltjes zelf zit maar in de ruimte die er tussen zit. Bij gassen is die onder normale omstandigheden veel groter. Nodig leerlingen vervolgens uit dit te tekenen. Vat de belangrijkste zaken nog eens samen op het bord.

- materie bestaat uit stoffen
- stoffen zijn opgebouwd uit deeltjes
- die deeltjes worden wel molekulen genoemd
- de deeltjes van een stof zijn allemaal hetzelfde.
- deeltjes van een gas kunnen bewegen
- de snelheid van bewegen hangt van de stof af, dit verschilt
- bij gassen zit er veel ruimte tussen de deeltjes, bij vaste stoffen en vloeistoffen is dat niet zo.

Praat niet over 'gasdeeltjes'. Voor leerlingen wordt daarmee de onjuiste indruk gewekt dat er gasvormige deeltjes bestaan, en dus ook vloeibare deeltjes en vaste deeltjes.

Huiswerk

1. Noem 3 stoffen uit de keuken
 - a die geuren
 - b die je niet kunt samendrukken
2. Karen is in de badkamer.
Stiekem zit ze aan de parfum van haar moeder.
Plotseling hoort zij iemand komen.
Van schrik laat zij het flesje vallen: kapot!
De hele badkamer geurt naar parfum.



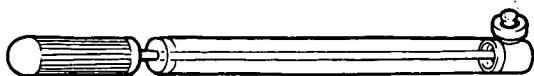
Hoe komt het dat je de parfum kunt ruiken?
Gebruik deeltjes om dit te tekenen en leg je tekening uit.

3. John Dalton was onderzoeker die veel nadacht over stoffen en hoe die er van binnen uit zouden kunnen zien. Hij zei dat alles bestaat uit deeltjes, dus gassen ook. In 1810 maakte hij de volgende tekening van een gas.

Kijk goed naar de tekening.
Wat vind je goed en wat vind je fout in Daltons tekening?
Gebruik het woord deeltjes in je uitleg.

Suggesties voor vervolg

Ter aanvulling kunnen de leerlingen aangemoedigd worden de samendrukbaarheid van een gas (lucht) te beproeven met een fietspomp waarvan het gaatje wordt dichtgedrukt.



Dat molekulen echt ontzettend klein moeten zijn kan gedemonstreerd worden door één korreltje kaliumpermanganaat in water op te lossen en de ontstane oplossing vervolgens een keer of wat te verdunnen. De paarse kleur blijft heel lang zichtbaar, dus moeten er wel heel veel molekulen hebben gezeten in het oorspronkelijke kleine korreltje.

10.4

Les 2: Stoffen, deeltjes en fase

Les 2 gaat over de fasen van een stof en hoe je die met deeltjes kunt beschrijven. Om daar een goed beeld van te krijgen moet er weer veel getekend en hardop gedacht worden.

In de eerste les hebben de leerlingen geleerd dat gasdeeltjes bewegen. Deze kennis hebben ze toegepast bij het bekijken van de tekening van Dalton. Nu gaat het om het verband tussen de deeltjes van een stof en de fase van de stof. Water wordt als voorbeeld genomen om hierover na te denken. In eerste instantie ligt het voor leerlingen helemaal niet voor de hand dat waterdeeltjes en ijsdeeltjes hetzelfde zouden zijn. Dat dit toch zo is zal waarschijnlijk als een verrassing komen. De bedoeling is dat leerlingen inzien dat het verschil zit in de afstand tussen de deeltjes en de snelheid en vrijheid van bewegen van de deeltjes. Aan de hand van opdrachten leren leerlingen bovendien dat er 'niets' tussen de deeltjes van een stof zit. Als vaardigheden komen weer waarnemen, tekenen en beschrijven aan de orde (kerndoel 1.3).

Lesschema: Stoffen, deeltjes en fase

tijd	activiteit leerling	activiteit docent	leermiddelen
05'	– controle huiswerk.	– inleiden. – huiswerk bespreken.	– bord.
20'	– waarnemen. – werken aan opdracht (groepswerk). – tekenen. – tekening beoordelen op juistheid.	– demo (water in de drie fasen). – begeleiden. – vragen stellen.	– materialen voor demo.
15'	– antwoorden uitwisselen. – conclusies trekken. – tekeningen corrigeren.	– antwoorden inventariseren. – onderwijsleergesprek.	– bord.
10'	– opletten. – huiswerk noteren.	– samenvatting geven. – huiswerk opgeven.	– transparanten.



De volgende materialen zijn nodig in deze les:

- brander, gaasje driepoot
- fluitketel met water
- groot bekerglas half gevuld met water
- bakje met ijsblokjes
- werkbladen



Het is goed bij deze les rekening te houden en aan te sluiten bij bestaande denkbeelden van de leerlingen. Als leerlingen deeltjes tekenen dan doen ze dat vaak als krenten in de pap. Je hebt dus niet alleen deeltjes maar in de beleving van veel leerlingen zit er ook nog iets tussen de deeltjes. Meestal is dat 'lucht' of de stof zelf, bijvoorbeeld: tussen de watermolekulen zit water. In deze les wordt gepoogd de leerlingen te laten beseffen, dat er echt 'niets' tussen zit. Een ander hardnekkig idee is dat de deeltjes zelf veranderen bij fase-overgangen. Dit komt doordat veel leerlingen vinden dat ijs en water verschillende stoffen zijn, dus zal er ook verschil moeten zijn tussen ijsdeeltjes en waterdeeltjes.

Het deeltjesmodel is maar een model en kan niet alles verklaren. Een probleem vormen de vaste elastische stoffen, zoals rubber. Daar kun je niet spreken van een vaste plaats van de deeltjes. Het is maar beter in de les niet over rubber te spreken om de leerlingen niet in de war te brengen. Ook lastig voor leerlingen zijn de vaste stoffen in korrel- of poedervorm. Je kunt deze 'gieten of schenken' net als een vloeistof. In feite is een poeder ook een mooi 'model' van een stof die vloeibaar is. Alle deeltjes (nu korreltjes) zitten dicht op elkaar en hebben geen vaste plaats, ze kunnen langs elkaar bewegen. Bij het deeltjesmodel wordt ook vaak gesproken over de aantrekkingskrachten tussen deeltjes. Dan gaat het dus over bindingskrachten (vanderWaals). Voor de basisvorming gaat dat te ver.

Lesverloop

START

Begin de les door de leerlingen te vertellen dat vandaag het deeltjesmodel voor stoffen verder uitgebreid wordt. Bespreek van het huiswerk voorlopig alleen opgave 3 (Daltons tekening). De rest van het huiswerk komt later in de les aan de beurt. Laat leerlingen voorlezen wat ze fout en goed vonden in Daltons tekening en vraag de rest van de klas daarop te reageren.

Goed is: de deeltjes zijn allemaal hetzelfde, d.w.z. dezelfde vorm en grootte.

Fout is: de deeltjes van een gas kunnen niet op deze manier in een open bekerglaasje zitten. Bij een gas verspreiden de deeltjes zich over de beschikbare ruimte. Dit heeft de proef met de luchtverfrisser bewezen.

VOORTGANG

Vervolgens wordt gekeken naar wat vooraan in de klas klaar staat: een fluitketel waarin water staat te koken, een bekerglas met water en een bakje met ijsblokjes.

Verdeel de klas in groepjes van drie leerlingen. De opdracht voor iedereen is:

- 1 – wat zie je aan het ijs, water en stoom (waterdamp), en
– wat weet je van ijs, water en stoom (waterdamp)?

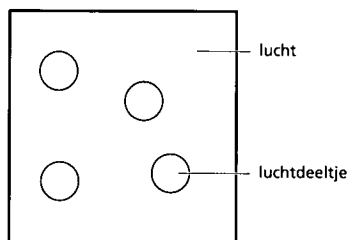
Let vooral op de verschillen.

- 2 Teken -gebruik deeltjes- hoe water er 'van binnen' uitziet als damp, als vloeistof en in vaste vorm

Ieder groepje moet hier samen over nadenken en namens het groepje met antwoorden komen. Juist het samen overleggen is nuttig, omdat het praten de gedachten structureert, zodat de leerlingen zich beter bewust worden van de bestaande verschillen op deeltjesniveau tussen ijs, water en waterdamp.

Deel ondertussen ook alvast de 3e opdracht uit. Die luidt:

- 3 Luuk maakte de volgende tekening van lucht:



Wat vind je ervan? Ben je het met Luuk eens?
Leg je antwoord uit.

Bezoek bij het maken van de opdrachten systematisch alle groepen. Stel vragen om de aandacht van leerlingen gericht te houden op hun taken. Voorbeelden zijn:

Wat zijn de overeenkomsten/verschillen tussen de deeltjes in ijs, water en waterdamp?

Hoe zijn in ijs, water en waterdamp de deeltjes verdeeld?

Wat zou de grootte van die deeltjes zijn?

Denk je dat er 'iets' tussen de deeltjes zit?

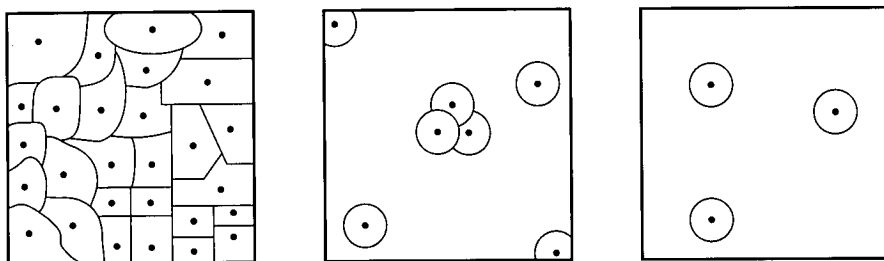
VERWERKING Na een kwartiertje worden de antwoorden van de groepjes geïnventariseerd.

Voor de 1e vraag kan dat in de vorm van een tabel op het bord.

	ijs	water	stoom
zien (waarneming)	glinstert	beweegt	wolkjes
weten	hard	kun je schenken kun je mengen	verspreidt zich snel

Daarnaast worden groepjes aangewezen om hun tekeningen op het bord te zetten. In het er op volgende gesprek moet naar voren komen dat er hier steeds sprake is van één stof, het enige verschil is de verschijningsvorm: de fase. Dit betekent dat de deeltjes in ijs, water en waterdamp ook echt allemaal hetzelfde (identiek) zijn.

Gebruik de tekeningen die leerlingen op het bord gezet hebben ter sturing van het onderwijsleergesprek. Een voorbeeld van zo'n tekening is:



ijs (vast)

water

stoom

Bruikbare vragen zijn:

- Hoeveel soorten deeltjes verwacht je in water; en in ijs; en in waterdamp?
- Zullen die deeltjes dezelfde vorm hebben?
Zijn ze even groot?
Zitten ze op dezelfde afstand?

Wees hier bedacht op merkwaardige tegenstrijdigheden. Sommige leerlingen zullen zeggen dat er in damp geen deeltjes (meer) zitten, de deeltjes zijn bij het verdampen verdwenen. Andere leerlingen zullen juist zeggen dat de deeltjes in de damp heel groot zijn, want het volume van de damp is veel groter.

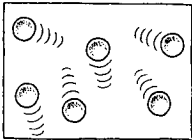
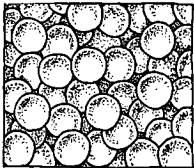
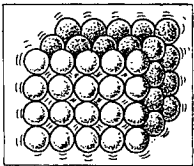
Het is niet de bedoeling in te gaan op wat er gebeurt tijdens het proces van smelten en verdampen. Het gaat nu alleen om bestaande verschillen tussen de drie fasen. Dat zit hem dus niet in de deeltjes zelf (want die zijn hetzelfde), maar (onder andere) in de afstand. Dit is een goed moment om terug te komen op de vragen 1 en 2 van het huiswerk. Laat leerlingen opnoemen welke stoffen uit het keukenkastje kunnen geuren en laat ze controleren of in hun tekeningen over de parfum, de deeltjes allemaal hetzelfde zijn voor wat betreft de vorm en de afmeting.

Door het bewegen van deeltjes in een gasvormige stof wordt een nieuwe vraag opgeroepen: Kunnen deeltjes in water en ijs ook bewegen? Een vraag die moeilijk voor leerlingen is te beantwoorden. Het antwoord zal waarschijnlijk gegeven moeten worden: in stoffen - zowel vast, vloeibaar of gasvormig - zijn de deeltjes voortdurend in beweging. Aan de buitenkant kun je dat niet zien. Eventueel kan dit in een vervolgles uitgebreider aan de orde komen.

Eerst wordt nu besproken wat er tussen de deeltjes zit. Dit gebeurt aan de hand van opdracht 3: een deeltjestekening van lucht met een fout. Laat leerlingen voorlezen wat ze opgeschreven hebben. Is het mogelijk om lucht tussen luchtdeeltjes te hebben. Wat is die lucht dan? Als leerlingen tot de conclusie komen dat er 'niets' tussen de deeltjes zit, dan kan de vraag gesteld worden of zo'n gat ingeademd kan worden. Dit leidt tot de conclusie dat deeltjes heel klein zijn en dat de tekening een gigantische vergroting van de werkelijke situatie is. Als voorbeeld kan dienen dat het aantal deeltjes lucht dat in

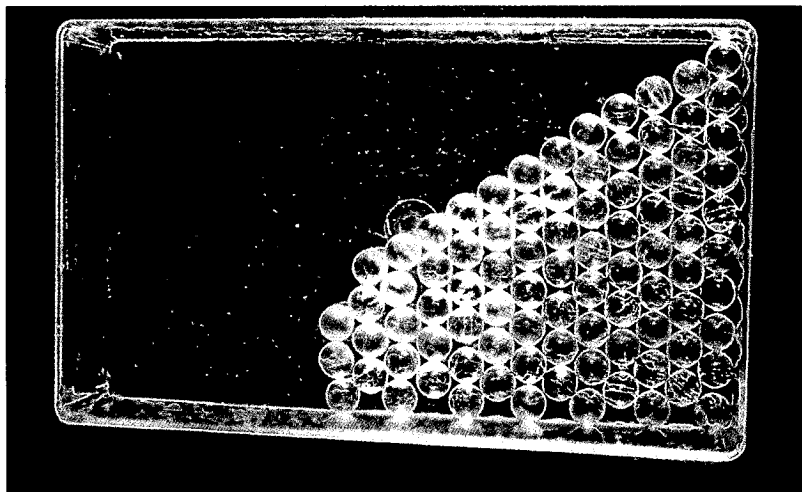
een vingerhoed past 50.000.000.000.000.000.000 is. Overigens is het niet nodig in te gaan op het feit dat lucht een mengsel is, tenzij dat al eerder nadrukkelijk is behandeld.

Vat de les samen met het volgende schema.

Stof		Eigenschappen	Deeltjes
Gassen		- mengen snel. - kun je samen drukken. - niet sterk. - geen eigen vorm.	- bewegen vrij. - ver van elkaar. - geen vaste plaats. - geen regelmatig patroon.
Vloeistoffen		- mengen langzaam. - kun je samen drukken. - niet erg sterk. - geen eigen vorm.	- kunnen langs elkaar bewegen. - dicht op elkaar gepakt. - geen vaste plaats. - geen regelmatig patroon.
Vaste stoffen		- mengen niet. - niet samen te drukken. - sterk. - eigen vorm.	- trillen op de plaats. - dicht op elkaar gepakt. - vaste plaats. - regelmatig patroon.

Het is handig dit op transparant te hebben.
Laat de leerlingen het overnemen.

Ter aanvulling kan op de overheadprojector het gedrag van deeltjes gesimuleerd worden met glazen knikkers in een horlogeglas, petrishaaltje of doorzichtig bakje.



10.1 Transparanten

Transparanten hebben meestal een ondersteunende functie in de lessen. Zo kunnen ze dienen ter oriëntatie op en illustratie van een stukje leerstof. Ook kan er een samenvatting op worden weergegeven of uitleg bij een kant-en-klare tekening of schema.

Transparanten bieden het voordeel dat ze van te voren gemaakt en vaker gebruikt kunnen worden, dat de aandacht gericht gestuurd en dat er stap voor stap uitgelegd kan worden, en het gemakkelijker is om oogcontact met leerlingen te behouden.

Let bij het werken met transparanten op vormgeving, leesbaarheid, en juist gebruik. Enkele tips:

Vormgeving

- Houd het bij één onderwerp per transparant
- Gebruik alleen trefwoorden (dus geen lappen tekst)
- Hanteer een vaste indeling
- Laat de marges breed, bijvoorbeeld 3 cm

Leesbaarheid

- Gebruik ronde letters, geen hoofdletters
- Schrijf maximaal 7 regels, met niet meer dan 5 woorden per regel
- Gebruik een lettergrootte van minimaal 5 mm
Teksten rechtstreeks gekopieerd uit een boek hebben meestal een te kleine letter.
- Zorg dat in tekeningen de lijndiktes minimaal 0,5 mm zijn
Let daar op bij gekopieerde plaatjes uit een boek
- Gebruik een donkere kleur met 1 of 2 heldere kleuren

Aandachtspunten bij gebruik

- Zorg vooraf dat alles goed is ingesteld (controleer achter in de klas de leesbaarheid)
- Kijk op de transparant niet naar het scherm
- Gebruik een potlood of pen om aan te wijzen.
Doe dat op de transparant, niet op het bord
- Geef de leerlingen genoeg tijd om de uitleg te volgen of over te schrijven

De overheadprojector biedt ook interessante mogelijkheden voor experimenten: kleurreacties in bekerglaasjes of petrishaaltjes, ampèremeter, voltmeter, magnetisch veld. Er bestaan ook bijzondere sheets met speciale eigenschappen: lens, rooster, polarisator.

Suggesties voor vervolg

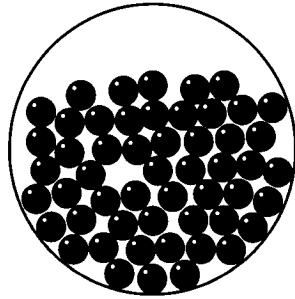
Dat de deeltjes in een vloeistof inderdaad kunnen bewegen kan gedemonstreerd worden op twee manieren. Eén is de bekende diffusieproef, waarbij voorzichtig water geschonken wordt op een gekleurde oplossing (limonadesiroop, kaliumpermanganaat, of iets dergelijks). Na enkele dagen zien we dat de kleurstof zich verspreid. Het andere voorbeeld staat bekend als soepbordchemie en is vergelijkbaar met de ammonia+zoutzuur proef. Een petrischaaltje met een laagje water wordt gezet op de overheadprojector. Aan de ene kant doet men een kristalletje kaliumjodide, aan de ander kant een kristalletje loodnitraat. Na een tijdje ontstaat vanzelf in het midden een gele streep.

Als uitbreiding kan gekeken worden naar het gedrag van stoffen en deeltjes bij verwarmen. Geschikte proeven zijn de bekende bol+ring van 's-Gravesande, waarnemingen doen aan een brandende kaars of een ballon over de hals van een fles schuiven en de fles beurtelings verwarmen (pannetje heet water) en afkoelen (vriezer).

Prachtige beelden van het gedrag van deeltjes bij smelten en koken leveren de videoband (nr I) van de serie *Audiovisuele bouwstenen Chemie (ABC)*. Het gaat om deel 2; aggregatietoestanden en warmtebeweging verkrijgbaar bij de VNCI (070-3209233).

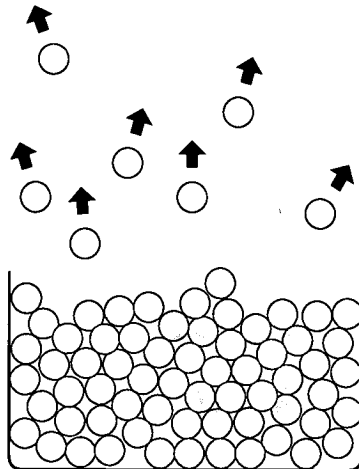
Huiswerk

- 1 Bekijk de tekening.
Dit stelt de deeltjes van een stof voor.



- a Om wat voor stof gaat het: vast, vloeibaar of gasvormig.
Leg je antwoord uit.
- b Maak (op ongeveer dezelfde manier) een tekening van de beide andere fasen van deze stof

- 2 Bekijk de tekening



- a Wat gebeurt er met de deeltjes?
- b Wat gebeurt er met de stof?

Literatuur

Algemeen:

de Kievit, *Bouwstenen voor de basisvorming; een leerplan natuur- en scheikunde*, SLO, Enschede 1993.

Tromp, *Instrumenten bij de invoering van de basisvorming natuur- en scheikunde*, SLO, Enschede 1993.

Revisiecommissie examenprogramma's algemene eindexamenvakken in mavo en vbo, *De knoop tussen basisvorming en examen* (concept examenprogramma's), RAV, Posbus 2041, 7500 CA Enschede, september 1993.

Stegeman, *Beroepssituaties in natuur- en scheikunde Basisvorming*, SLO, Enschede 1993.

Lesmateriaal:

Mast, Schoen, *Mooi schoon*, SLO, Enschede 1992.

v. Zutphen, Brouwers, *Veilig rijden*, SLO – VVN, Enschede 1992.

Holl, *Ingeschakeld*, SLO, Enschede 1992.

Genseberger, *Lucht en atmosfeer*, SLO – CD, Enschede 1994.

Morélis, *Zout maken en gebruiken*, SLO – AKZO, Enschede 1993.

v. Zutphen, *Geluid*, SLO – TH-Twente, Enschede 1994. (Lena-project)

DBK Kompaktgroep, *Verkeer en Natuurkunde*, Malmberg, Den Bosch 1991

Leisink, *Werken met de TRIGGER 741*, APS, Utrecht 1994.

Cornelisse, *Stoffen en materialen in huis*, APS, Utrecht 1994

Tijdschriften:

NVOX, tijdschrift voor natuurwetenschap op school van de Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen (NVON).

IMPULS, het blad voor docenten natuur- en scheikunde in de basisvorming, APS

EXAKTUEEL, tijdschrift voor natuurkundeonderwijs over natuurkundige onderwerpen in de kranten, KUN

CHEMIE AKTUEEL, tijdschrift voor het scheikundeonderwijs over chemische onderwerpen in de kranten, KPC

Register

- aansluiting 7
- aardlekschakelaar 72
- actief leren 52
- affectieve doelen 166
- algemene vaardigheidsdoelen 171
- allochtone leerlingen 19
- analogie 63, 64
- antwoorden geven 140
- apparatuur in huis 60
- arbeidsomstandigheden 15
- ARBO-wet 155
- argumentatievaardigheid 51
- associaties 169
- atomen 202
- audiogram 157
- automatische zekeringen 59
- AVVV-methode 111

- basisvorming 7
- batterijen 59
- beargumenteerde mening 104, 163, 166
- beeldafstand 141
- begrippennetwerk 10
- begripsproblemen 56, 120
- begripsvorming 12
- beitsstoffen 31
- belevingswereld 134
- beoordeling 131
- beoordeling van posters 80
- beoordeling van werkstukken 80
- beroepenoriëntatie 110
- beroepsbeoefenaren 18
- beroepsgroep 110
- beroepspraktijk 156
- beschrijven 212
- beweging van deeltjes 210
- bordgebruik 48
- branden van een kaars 99
- brandpunt 138
- brandpuntsafstand 141
- buitenpracticum 173

- computer 8, 69, 86
- concreet 57
- concrete ervaringen 53
- concrete waarnemingen 57
- constructivisme 168
- consument 170
- consumenteneducatie 21, 40
- contexten 12, 71
- cosmetica 29
- creatieve produkten 130
- culturele achtergrond 19

- dagelijks leven 58
- dB-ladder 150
- deeltjes 202, 207
- deeltjesmodel 203, 210
- demonstratieproeven 134, 137
- denkbeelden 206
- denken - delen - uitwisselen 140, 162
- diaprojector 134
- differentiëren 131
- diffusieproef 218
- discussie 109
- discussiespel 105
- doe-taak-motivatie 118

- eenheden 153
- eigen mening 122
- elektrische schakelingen 52
- energiebesparing 108
- energiebesparingsplan 114
- energiebronnen 106
- energiegebruik 108, 111, 112
- energiespel 106
- excursie 18

- faalangst 53
- fasen 204, 212
- fomules 176
- formeel 57, 64
- forumdiscussie 105

foto-chemicaliën 133
 fotogrammen 127
 fotopapier 129
 fototoestel 141

gaatjescamera 133
 gassen 27, 216
 geheugen 118
 gehoorgrenzen 152
 geluiden-quiz 150
 geluidshinder 154
 geluidsoverlast 166
 geluidssterkte 150
 geluidssterkteladder 153
 gevoelens 166
 gezondheidseffecten 104
 glas 41
 glasrecycling 42
 grafiek 183
 groepsdiscussie 105
 groepsgrootte 16
 groepswerk 131
 grootheden 153

haar verven 29
 huishouden 170
 hulpvragen 189
 Hz-ladder 150

informatie opnemen 144
 informatiebronnen 157
 inrichtingseisen 33
 instructievormen 118
 integratie na-sk 81, 82, 133
 interactievormen 118
 interesse 71
 ipcoach 86
 isoleren voor geluid 163

keuzesituaties 51
 kijkmeetkunde 125
 klasgesprek 98, 109, 174, 207
 kleurspoeling 38
 kracht 168, 169
 krant 20, 73, 159
 kWh-meters 65

lawaai 164
 leefwereld 71, 85
 leeractiviteiten 13, 119
 leercyclus 144, 145
 leerlingdenkbeelden 56, 89, 169, 213
 leerplan 205
 leerpsychologie 57
 leerstijl 144
 leertypen 145
 lenzen 141
 leren 52, 144
 leren leren 14, 103
 lesprogramma 173
 luchtkussenbaan 197
 luchtweerstand 170

materiaalorganisatie 31
 materialen 26
 materie 27, 202, 205
 media 144
 meetvaardigheden 187
 meisjes 17, 71
 mengen van kleuren 124
 mengsel 27, 205
 meningsvorming 49, 81, 105, 109
 menselijk gehoor 148
 milieu 112
 milieueducatie 21, 43
 model 203
 model van het oor 158
 modellen 63, 64
 molekulen 202, 212
 molekuultheorie 203
 motivatie 22, 53
 motiveren 111

natuur- en milieu-educatie 166
 natuur- en scheikunde 81, 202
 nomogram 141

omgangstaal 169
 omrekeningsfactor 174
 onderwijsleergesprek 122
 onderzoek 133, 181
 onderzoekspracticum 138
 onderzoeksvaardigheden 187

onderzoeksvragen 136
 onthouden 103
 ontwikkelingsdidactiek 12
 ontwikkelingspsychologie 57
 oogcontact 217
 open onderzoek 187
 operationele definitie 170
 opstel 62
 opzoekvraag 181
 oscilloscoop 149
 overdrachtsdidactiek 12
 overheadprojector 48, 217

plannen van een lessenserie 10
 positieve lenzen 138
 poster 78, 13, 153
 practicum 22, 67
 practicum, soorten 22, 23
 buitenpracticum 173
 onderzoekspracticum 138
 veilig practicum 33
 practicumlokaal 33
 practicumtoets 15
 practicumverslagen 25
 praktisch schoolonderzoek 25
 pre-concepten 56, 168, 202
 presentatie 107
 presenteren 95, 116
 produktketen 28, 42, 43
 project 95
 projectonderwijs 119

randaarde 74
 rapporteren 140
 reactieafstand 190
 reactietijden 178
 rekenopgaven 53
 remweg 187, 190
 rol van de leerling 119
 rol van de docent 13, 119
 rollen 67
 rollenspel 105
 rolwrijving 170

samenhang 81, 145
 samenwerking 133, 195
 samenwerkingsvormen 118
 schakelingen 54

school en thuis 116
 schoolbord 48
 sheets 217
 simulatie 179
 smelten 91
 smelten en stollen 91
 smeltpunt 92
 smelttraject 92
 smeltveiligheid 60
 snelheid 168
 soorten practicum 22, 23
 spaarlamp 65
 spanning 56
 startopdracht 150
 stofbegrip 27
 stoffen 26, 207
 stoffen en deeltjes 204
 stollen 91
 stopafstand 190
 stroom 56

taakverdeling 67
 taalonderwijs 19
 teamwork 109
 techniek 60
 tekenen 208
 theorie van Kolb 145
 tijdtikker 182
 toepassing 145
 toetsen 25
 toetsen van practicum 25
 toetsing 14
 toetsplan 15
 toongenerator 149
 toonhoogte 150
 transparant 217
 TV 156
 TVS 7

vaardigheden 145
 vakdidactiek 12
 vakwerkplan 15
 variabelentabel 197, 198
 vaste stoffen 216
 veilig practicum 33
 veiligheid 69, 137
 veldwerk 166
 verantwoordelijkheid 81
 verbranding 98
 vergelijkende keuring 188

verhoudingstabel 174	warmte en temperatuur 86
verkeers- en vervoerseducatie 167	warmte-isolatie 95
verklaringsmodel 203	warmtetransport 85
verschillen tussen leerlingen 145	werkbld 32, 175, 182
vervolgopleidingen 54	werktuigen 170
verwachtingen formuleren 189	werkvormen 117, 144
video 156, 218	werkvragen 179
visualiseren 58	werkvragen 183
vloeistoffen 216	woordformule 174, 176
voorspellen 58	
voorwerpsafstand 141	
vrahen 122	zelf ervaren 103
vragen stellen 90, 140	zelfstandig werken 81
	zichtconcept 120
	zintuiglijke ervaringen 57
waarnemen 212	zorgbreedte 17
waarnemingsbedrog 126	zuivere stof 27, 205
wandkaart 155	zuivere stoffen 27

De basisvorming heeft veel docenten een impuls gegeven om na te denken over andere wijzen van aanbieden van leerstof. Toepassing, vaardigheden en samenhang (T.V.S.) zijn daarbij belangrijke didactische kernbegrippen.

Inzachtig deze kernbegrippen hebben APS, S.O. en lerarenopleiders het initiatief tot dit boek genomen. Een keur van vakdidactici en docenten hebben meegewerkt aan de samenstelling van dit boek, waardoor een rijke schakering aan didactische tips en ideeën bij elkaar konden worden gebracht.

Een en ander is in praktische lesvoorbeelden uitgewerkt.

Natuur- en scheikunde in de basisvorming is daardoor een onmisbaar gereedschap geworden voor iedere docent die zijn/haar onderwijs wil vernieuwen en verbeteren. Maar uiteraard is dit boek ook in de nascholing en in het onderwijs aan studenten aan de lerarenopleiding verplichte kost.

ISBN 90 03 65561 8



9 789003 655615



Thieme

