

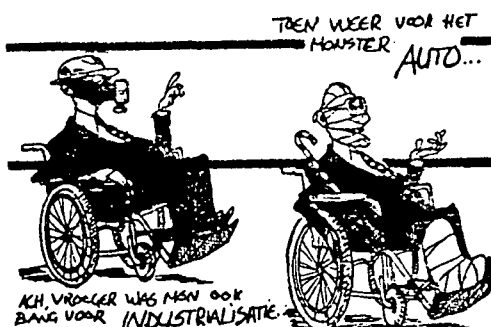


Aantekeningen voor de leraar

1981/82

natuurkunde
en
samenleving

stoppen
of
doorrijden



NU IS HET DAN DE
KERNENERGIE...
HOU IS BANG VOOR DE
VOORUITGANG!



Experimentele uitgave, cursus 1981/82. Samengesteld door de projectgroep PLON.

© 1981 Rijksuniversiteit Utrecht

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

Voorwoord

U bent betrokken bij het PLON-experiment; fijn dat u meedoet! We hopen dat u deze Aantekeningen Voor de Leraren interessant zult vinden. Omdat het thema Stoppen of doorrijden dit jaar voor het eerst draait op proef- en volgscholen van het PLON, bevat deze AVOL (nog) geen ervaringen uit de klas van leraren en leerlingen die met het thema gewerkt hebben.

In een volgende versie van de AVOL willen we die wél vermelden. Een reden te meer voor ons om uw speciale aandacht te vragen voor het formulier in hoofdstuk 8 waarop u beknopt uw ervaringen voor ons kunt opschrijven en uw mening over het thema en de AVOL. Wij hopen dat u iets van u laat horen. Uw reactie wordt zeer op prijs gesteld.

In deze AVOL treft u aan: de bedoelingen van het thema, de didactische opzet en aanwijzingen, suggesties en achtergronden; ook vindt u er gebruiksklaar leerlingmateriaal (hoofdstuk 9) waarvan we het beter vonden om die niet in het leerlingboek op te nemen.

Veel plezier en succes met het thema.

Het PLON-team

Utrecht, december 1980

OPMERKINGEN BIJ DE UITGAVE 1981/82

In verband met de nieuwe "plaatsing" van het deelthema "Natuurkunde en Samenleving/Stoppen of Doorrijden" aan het begin van de vierde klas MAVO, ontbrak ons de tijd voor het herschrijven van het leerlingmateriaal en de AVOL. Bovendien zijn er op dit moment nog te weinig evaluatie-gegevens over het werken met dit deelthema in de klas om een grondige herziening te rechtvaardigen. Vandaar dat wij het leerlingboekje vrijwel ongewijzigd hebben herdrukt. Eventuele oude exemplaren zijn naast de herdruk gewoon bruikbaar.

Ook deze AVOL heeft weinig wijzigingen ondergaan. Naar aanleiding van een gesprek over de ervaringen van een aantal proef- en volgschoolleraars met het werken aan dit deelthema in hun klas(sen) zijn op blz. 29 e.v. een aantal opmerkingen betreffende de onderzoeksfase uit het lessenplan toegevoegd.

Het PLON-team

Utrecht, juni 1981

 inhoud

1.	De aard van het thema en de plaats in de PLON-leergang	3
1.1	Het PLON-thema Natuurkunde en Samenleving	3
1.2	Het deelthema 'Stoppen of Doorrijden'	5
1.3	Aansluiting bij andere PLON-thema's	5
2.	De didaktische opzet en het lesmateriaal	7
2.1	De didaktische opzet	7
2.2	Het lesmateriaal	8
3.	Leerervaringen en leereffecten	10
4.	Hoe maak je als leraar een lessenplan bij dit thema ?	13
5.	Toelichting bij het lesmateriaal en suggesties voor het gebruik in de klas	16
5.1	Verkeerstest 1	16
5.2	Kiezen tussen rails en vangrail: onderzoeken en vergelijkingsmatrix	18
	Onderzoek 1: energieverbruik	19
	Onderzoek 2: grondstoffenverbruik	21
	Onderzoek 4: geluid(hinder)	21
	Onderzoek 6: verkeers(on)veiligheid	26
	Vergelijkingsmatrix	28
	Onderzoek in de onderzoeksfase	29
5.3	Verkeerstest 4	33
5.4	Gids voor het lezen van teksten / Luchtverontreiniging in Smogstad	36
6.	Films, diaserie, literatuur, adressen	44
7.	Ideeën die hielpen	46
8.	Vragenlijst voor de leraar.	47
9.	Leerlingmaterialen die het leerlingboek completeren	52
1.	Verkeerstest 1	
2.	Probleemgebied	
3.	Verkeerstest 2	
4.	Verkeerstest 3	
5.	Verkeerstest 4	
6.	Gids voor het lezen van teksten	
7.	Luchtverontreiniging in Smogstad	
10.	Voorbeelden van toets- of examenvragen	53

1. DE AARD VAN HET THEMA EN DE PLAATS IN DE PLON-LEERGANG

1.1. Het PLON-thema Natuurkunde en Samenleving (NAS)

Door het PLON-project wordt een experimentele leergang natuurkunde ontwikkeld. Eén van de kenmerken van het experiment is dat een gedeelte van de leerstofinhouden en de bijbehorende werkvormen worden gekozen uit de dagelijkse omgeving en uit maatschappelijke probleemstellingen.

De reden om een gedeelte van de leerstofinhouden te ontleen aan de "gewone" wereld en niet uitsluitend aan de wereld van de vakbeoefening is dat mensen in hun leven vooral met natuurkunde in aanraking komen via dagelijkse, persoonlijke ervaringen of via maatschappelijke probleemstellingen. Enkel en staan bovendien in contact met het vak "van binnen uit" in hun beroep of meer uit interesses, als "hobby".

Fysische vindingen beïnvloeden de dagelijkse wereld en de maatschappij in belangrijke mate. Te denken valt aan communicatie-systemen als telefoon, televisie, aan computers, aan verfijnde medische voorzieningen, aan constructietechnieken zoals die zichtbaar worden in enorme gebouwen, schepen en allerhande machinerie. Velen menen ook dat de enorme productie aan steeds verfijndere atoomwapens na 1945 onze westerse wereld voor een derde wereldoorlog heeft behoed. Ook heeft fysische en technische kennis er belangrijk aan bijgedragen dat er steeds massaler en toch haalbaar kan worden geproduceerd (voedsel, medicijnen en allerlei gebruiks-goederen) en dat er in de industrielanden voldoende energie beschikbaar bleef voor industriële groei.

In het algemeen heeft de natuurkunde dus belangrijke bijdragen geleverd aan de technische ontwikkeling van de samenleving, maar daarmee ook aan een aantal problemen die daardoor zijn ontstaan. Het is niet vanzelfsprekend dat de natuurkundigen daarvoor ook weer oplossingen vinden.

Zowel onder druk van deze groeiende problemen, als op basis van gewijzigde inzichten over de democratie, zijn er allerlei pogingen om de vooruitgang van natuurkunde (en andere wetenschappen) en techniek meer rechtstreeks en bewust te kunnen beïnvloeden door allerlei wettelijke bepalingen, (denk bijvoorbeeld aan voorschriften voor giflozingen, geluidhinder, luchtverontreiniging, veiligheid voor de arbeiders e.d.) en burgers hebben rechtstreeks inspraak in allerlei beslissingen.

Anders gezegd: de ontwikkeling van het vak natuurkunde vindt wat minder plaats "van binnen uit", wordt wat minder bepaald door de vindingen van deskundigen binnen het vak zelf; geleidelijk aan komt er wat meer invloed van buiten af en met name ook van de gewone burger: de "leek".

Het is dit veranderde beeld van het vak natuurkunde en de wijze waarop het vak zich ontwikkelt, die het noodzakelijk maakt, ook in het onderwijs aan dit aspect aandacht te schenken. Omdat velen in de derde of vierde klas voor het laatst natuurkunde krijgen, ligt het voor de hand daar dit aspect in het leerplan in te bedden.

Hoeveel aandacht er in een bepaald leerplan moet worden besteed aan natuurkunde in de context van maatschappij is een keus apart.

In het experimentele leerplan van het PLON is gekozen voor 24-30 lessen op de mavo (van de 240) die expliciet aan dit thema worden besteed, dat is ruim 10% van de lestijd.

Voor havo/vwo-onderbouw zou 15-20 uur moeten worden uitgetrokken. In minder tijd valt er weinig diepte te bereiken, méér lestijd zou mogelijk een te grote verandering ineens zijn ten opzichte van de huidige lespraktijk.

Voor de keuze van onderwerpen zijn verschillende overwegingen te geven. Enkele die een rol hebben gespeeld bij de keuze van onderwerpen voor het PLON-thema Natuurkunde in de Samenleving zijn:

- het onderwerp moet "in discussie zijn", er moeten dus duidelijk herkenbare alternatieve standpunten zijn, die niet alleen technisch van aard zijn;
- het onderwerp moet een goed voorbeeld zijn van de verstrengeling van wetenschap, techniek en maatschappelijk leven;
- iets van de eerder behandelde natuurkunde-leerstof moet in het onderwerp zijn terug te vinden, of het moet mogelijk zijn enkele relevante fysische kennis alsnog aan te brengen;
- het onderwerp moet "belangrijk" zijn voor de toekomst van onze samenleving;
- het onderwerp moet zich lenen om via aansprekende en maatschappelijk herkenbare werkvormen (rollenspel, opiniepeiling, discussie) en media (film, krant, televisie) aan de leerlingen te worden aangeboden.

Er is met deze criteria in het achterhoofd gekozen voor 4 onderwerpen (sub-thema's): energie, transport, (kern)wapens, watervoorziening in ontwikkelingslanden. De invulling van deze sub-thema's wordt later afzonderlijk toegelicht. Wellicht was een iets andere keus ook te verdedigen geweest, en zonder twijfel zijn er veel meer onderwerpen te behandelen. Binnen de beschikbare tijd meenden we echter met deze vier onderwerpen een acceptabele keus te hebben gedaan.

Het is zonder twijfel niet zo eenvoudig om deze gekozen onderwerpen bij de groep leerlingen die het betreft (3e klas mavo/havo/vwo en 4e klas mavo) aan de orde te stellen.

Conflicten en tegenstellingen op maatschappelijk nivo staan mogelijk ver af van leerlingen in deze leeftijdsgroep die in een ontwikkelingsfase zitten die ze sterk op zichzelf en hun eigen problemen gericht doet zijn. Het effect van het onderwijs moet dan ook niet worden overschat: het leidt niet tot enorm verantwoordelijke burgers die met kennis van zaken meebeslissen over mondiale problemen. Het effect moet echter ook niet worden onderschat: het in discussie en in bespreking brengen van zaken die zich in onze wereld voordoen - ook al liggen ze niet direct in je gezichtsveld - heeft vormende effecten. Een voorwaarde is wel dat er gewerkt moet worden met een variatie aan aansprekende werkvormen en media.

De algemene doelen van het PLON-thema Natuurkunde en Samenleving zijn voorlopig als volgt te beschrijven:

- ervaren dat de techniek onze samenleving aan de ene kant stand helpt houden en aan de andere kant met problemen confronteert;
- ervaren dat men voor de oplossing van zulke problemen voor persoonlijke en maatschappelijke keuzes komt te staan waarbij allerlei argumenten (van technische en niet technische aard) met elkaar in conflict zijn, waardoor er nooit "de juiste" keuze is;
- leren om bij standpuntbepalingen tot doordachte argumentaties te komen waarin onderscheid wordt gemaakt tussen feiten, veronderstellingen en waardeoordelen.

In de vier deelthema's doen de leerlingen een aantal leerervaringen op die ongeveer als volgt zijn te beschrijven (een meer gedetailleerde beschrijving van leerervaringen en leereffecten is te vinden in de afzonderlijke avol's):

- het opbouwen van enige kennis van en inzicht in het betreffende probleemgebied in termen van persoonlijke, maatschappelijke, technische en fysische aspecten;
- het leren oordelen over het probleem en leren argumentaties voor bepaalde "oplossingen" te onderscheiden;
- leren om samen met anderen te werken aan een oplossing en middelen te leren kennen om persoonlijke betrokkenheid bij het probleem vorm te geven.

1.2. Het deelt thema "Stoppen of doorrijden"

Het thema gaat in op een aantal maatschappelijke problemen van verkeer en transport. De sterke toename van allerlei vormen van vervoer leidt tot problemen in de samenleving (zoals energie-verbruik, geluidhinder, luchtverontreiniging e.d.). Een aantal van deze problemen geldt met name in een dichtbevolkt land als Nederland. Daardoor dient zich de noodzaak aan van bewuste keuzes - door elk individu en door de samenleving als totaal - op het gebied van verkeer en transport.

Dit thema wil de leerling gevoelig maken voor de belangrijkste probleemaspecten van verkeer en transport en voor het feit dat hierbij keuzes gedaan moeten worden waarbij zowel individuele als gemeenschapsbelangen (waarden) een rol spelen. Dit laatste wordt in het dagelijks leven meestal niet als zodanig ervaren. De meeste mensen maken de keuze tussen auto of bus bijvoorbeeld niet na een overweging van gemeenschapsbelangen die bij energie-verbruik, luchtverontreiniging e.d. in het spel zijn, maar op grond van meer persoonlijke belangen/waarden als kosten, gemak, comfort, status, (?) e.d.

De problemen op het gebied van verkeer en transport worden mede veroorzaakt door de ontwikkeling van wetenschap (waaronder natuurkunde) en techniek in hun onderlinge wisselwerking; de natuurkunde levert een belangrijke bijdrage aan de technische ontwikkeling in de maatschappij, maar daarmee ook aan de problemen die uit deze technische ontwikkeling voortvloeien. Het is niet vanzelfsprekend dat we de oplossingen van deze problemen ook weer van natuurkundigen kunnen (moeten) verwachten.

De invloed van natuurkunde en techniek op de ontwikkeling van verkeer en transport heeft tot gevolg dat een deel van het genoemde keuze-probleem beschreven kan worden in fysische termen en begrippen. Kennis van die fysische aspecten maken het, in combinatie met een (fysische) onderzoekshouding, mogelijk enige greep te krijgen op het keuze-probleem, als eerste stap op weg naar een (bewuste) standpuntbepaling. Ook hier willen we de leerlingen in het thema op oriënteren: hen gevoelig maken voor een mogelijke aanpak van het keuze-probleem.

1.3. Aansluiting bij andere PLON-thema's

Het NAS-deelthema "Stoppen of doorrijden" is onderdeel van het PLON-leerpakket. Hieronder wordt een opsomming gegeven van de punten waarop dit NAS-deelthema aansluit op andere PLON-thema's:

- NAS-energie In NAS-SOD wordt verondersteld dat leerlingen een toenemend energie-verbruik en de daaraan gekoppelde milieu-effecten (CO_2 -uitstoot) als een probleemgebied ervaren.
- NAS-Water voor Tanzania In NAS-SOD wordt een aanzet gegeven tot het relativeren van de vanzelfsprekendheid dat men ziet in het gebruik van technologisch hoog (?) ontwikkelde (transport)middelen. De leerlingen ervaren dat in de context van de Derde Wereld een gebruik van dergelijke hulpmiddelen anderssoortige problemen oplevert.
- Zien bewegen In NAS-SOD wordt aangenomen dat leerlingen snelheidsberekeningen kunnen uitvoeren
- Geluid Weergeven In NAS-SOD wordt naar dit thema verwezen als het gaat om de eenheid van geluidsterkte dB(A), de geluidsterkteschaal en het hanteren van de dB(A) meter
- Verkeer en Veiligheid In NAS-SOD wordt naar dit thema verwezen als het gaat om de fysische factoren die invloed hebben op de verkeersveiligheid (snelheid en remweg, krachtvermindering door remwegverlenging)
- Machines en Energie In NAS-SOD wordt het begrip rendement als bekend verondersteld (incl. rendement bij electriciteitsopwekking)

2. DE DIDAKTISCHE OPZET EN HET LESMATERIAAL

2.1. De didaktische opzet

Bij de opbouw van het thema en bij het schrijven van leerlingenmateriaal zijn we uitgegaan van minimaal 7 lessen, onderverdeeld in 4 fasen:

- oriëntatiefase
- onderzoeksfase
- rapportage- en waarderingsfase
- evaluatie-fase

Deze fasen lijken ons noodzakelijk om in je lessenplan te realiseren, wil het thema enigszins tot zijn recht komen en de leerervaringen en leereffecten uit hoofdstuk 3 bereikt worden. We zullen de fasen nu kort beschrijven.

De activiteiten in de oriëntatie-fase dienen om de leerlingen te oriënteren (d.w.z. voorbereiden, motiveren, wegwijs maken) op de probleemstelling van het thema, de diverse aspecten aan deze probleemstelling en de wijze waarop ze aan deze aspecten gaan werken. De leerlingen worden in deze fase gestimuleerd hun eigen ideeën over verkeer en transport (kennis, standpunten) naar voren te brengen. De confrontatie met tegengestelde meningen (van klasgenoten) is aanleiding om te overwegen welke mogelijkheden onderzoek op dit terrein biedt.

Na een inhoudelijke terreinafbakening (die nog gedeeltelijk in de oriëntatiefase valt) volgt een periode van onderzoek. In het leerlingmateriaal zijn een aantal mogelijke deelonderzoeken opgenomen. Deze onderzoeksoopdrachten zijn vrij sterk gestructureerd om binnen beperkte tijd een redelijk overzicht van het probleemgebied te kunnen aanbieden aan de leerling en hem tevens iets te laten ervaren van de manier waarop het keuze-probleem aangepakt kan worden. In de in het materiaal opgenomen deelonderzoeken worden steeds een aantal vervoermiddelen op deelaspecten (energieverbruik, luchtverontreiniging, enz.) van het probleemgebied met elkaar vergeleken (in sommige gevallen wordt ook gekeken naar (technische) "oplossingen" van het betreffende deelprobleem). Het lijkt ons mogelijk dat sommige leerlingen andere deelonderzoeken doen (dat wil zeggen de vervoermiddelen op andere probleemaspecten vergelijken) dan die door ons in het materiaal zijn opgenomen. (Als dat in jouw klas voorkomt, zouden we graag je ervaringen daarmee vernemen!)

Na de onderzoeksfase begint de rapportage- en waarderingsfase.

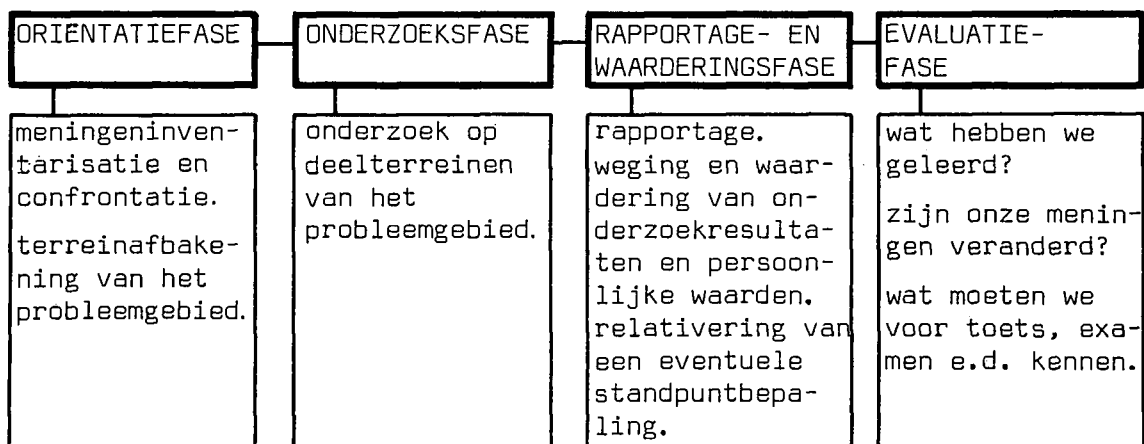
Er ontstaat een overzicht van de resultaten van de verschillende deelonderzoeken. De resultaten worden onderling gewogen en gewaardeerd. In dat afwegingsproces moeten persoonlijke waarden van de leerling mede een rol spelen; dit kan dan het begin zijn van een persoonlijke standpuntbepaling van de leerling. Hij dient echter te ervaren dat zijn eventuele stellingname op dit moment een relatieve betekenis heeft, doordat deze ontwikkeld is op basis van beperkte informatie, én doordat in de loop van het deelthema gewerkt is op basis van een impliciete veronderstelling (doorgaande groei van massatransport), die echter helemaal niet zo vanzelfsprekend is.

Daarmee wordt dan gelijktijd een korte blik op de toekomst geworpen.

In de evaluatie-fase kunnen de effecten van het werken met dit deelthema besproken worden. Nagegaan kan worden of en in hoeverre de meningen van de leerlingen zich in deze (korte!) periode gewijzigd hebben. Daarnaast kan een meer naar het examen gerichte activiteit plaatsvinden als het verzamelen van hiervoor relevante informatie en een kennismaking met (voorbeelden van) examenopgaven.

Overigens kan het ook zijn dat er tijdens het thema zelf evaluatieve momenten nodig zijn, gericht op beoordeling of begeleiding. Wees daarop bedacht als je denkt dat het niet zo goed loopt. Misschien dat het lijstje leerervaringen en leereffecten uit hoofdstuk 3 in je achterhoofd je helpt richting te geven aan je beoordelings- en begeleidingsactiviteiten.

Samenvattend ziet het schema van leeractiviteiten er als volgt uit:



2.2. Het lesmateriaal

Het leerlingmateriaal is ten dele in een apart leerlingboek opgenomen, ten dele in deze avol.

Het leerlingboek bevat de volgende materialen:

hfdst. 1. ● leestekst voor de oriëntatiefase

2. ● thema-overzicht, lessenplan en probleemstelling met betrekking tot de onderzoeksfase; eisen aan rapportage
 - oriëntatie op de onderzoeksmethode
 - beschrijving van de deelonderzoeksopdrachten:
 1. energieverbruik
 2. grondstoffenverbruik
 3. snelheid
 4. geluid(hinder)
 5. verkeersdrukke
 6. verkeers(on)veiligheid
 - matrix om de verschillende transportmiddelen op deelaspecten te kunnen vergelijken (vergelijkingsmatrix)
3. ● leestekst gericht op relativering van de vanzelfsprekendheid van massaal verkeer en transport.

Deze AVOL bevat verder nog aan leerlingenmateriaal:

- verkeerstest 1 met bijbehorende werkbladen A en B (AVOL, hfdst. 9)
- verkeerstest 2 t/m 4 (AVOL, hfdst. 9)
- cartoons als aanzet tot een inventarisatie van probleemaspecten (AVOL, hfdst. 9)
- twee extra onderzoeken in het kader van de verkeers-(on)veiligheid (AVOL, hfdst. 5, blz. 26 e.v.)
- een gids voor het lezen van teksten en een tekst (luchtverontreiniging in Smogstad) waarop de aanwijzingen uit de gids kunnen worden toegepast (AVOL, hfdst. 5 en 9)
- toetsvragen (AVOL, hfdst. 10)

Een precieze omschrijving van deze materialen en hun functie is te vinden in hoofdstuk 4, de kolommen 1 en 2.

3. LEERERVARINGEN EN LEEREFFECTEN

In dit hoofdstuk beschrijven we de leerdoelen voor de leerling. We doen dit als volgt. In de eerste kolom staan de leerervaringen en leereffecten die beoogd worden. In de 2e kolom staan de belangrijkste leeractiviteiten die aan deze ervaringen en effecten moeten bijdragen.

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | De leerling realiseert zich welke maatschappelijke problemen (geluidhinder), luchtverontreiniging e.d.) het gevolg zijn van de massale toename van verkeer en transport en kan dit in eigen woorden uitleggen. | Speelt door het hele deelthema heen, start in de oriëntatiefase bij verwerking van de cartoons en het lezen van hoofdstuk 1. |
| 2. | De leerling ziet in dat deze problemen mede het gevolg zijn van de vooruitgang van fysica en techniek en kan enkele van deze relaties noemen. | Start in de oriëntatiefase (verwerking cartoons en lezen hoofdstuk 1) speelt verder door het hele deelthema heen. |
| 3. | In een discussie over keuze-problemen met maatschappelijke consequenties (bijv. particulier autobezit versus openbaar vervoer) kan de leerling signaleren | |
| a) | welke argumenten op feiten veronderstellingen of standpunten (waarde-oordelen) berusten; | in oriëntatiefase bij verwerking verkeerstest 1; speelt verder door het hele deelthema heen |
| b) | welke standpunten een persoonlijk belang uitdrukken en welke van gemeenschapsbelangen uitgaan en waar die met elkaar in conflict zijn. | afbakening probleemgebied in oriëntatiefase
waardering en weging onderzoeksresultaten (vergelijkingsmatrix) in rapporterings- en waarderingsfase |
| 4. | Bij een eigen stellingname ten aanzien van een keuze-probleem met maatschappelijke consequenties, is de leerling in staat en bereid | |
| a) | feiten, veronderstellingen en standpunten uit elkaar te houden; | waardering en weging onderzoeksresultaten in de rapportage- en waarderingsfase |
| b) | niet alleen persoonlijke belangen, maar ook maatschappelijke belangen een rol laten spelen; | idem |
| c) | een breed scala van vergelijkingsaspecten in de beoordeling te betrekken (bijvoorbeeld een auto en een trein niet allen vergelijken op veiligheid, maar ook op kosten van vervoer). | idem |

5. De leerling ziet in dat bij beslissingen over keuzeproblemen zowel gegevens uit fysisch-technisch onderzoek een rol kunnen spelen als ook gegevens uit onderzoek naar meningen/houding/gedrag van de gebruiker.

als expliciete leeractiviteit wordt dit benadrukt in een extra opdracht (avol, blz. 18). Verder bij waardering en weging onderzoeksresultaten en relativering daarvan in de rapportage en waarderingsfase
6. De leerling beseft dat het voor de vorming van zijn eigen standpunt nodig is om
 - a) teksten te analyseren zoals beschreven bij leerdoel 3;
 - b) informatie te controleren;
 - c) meningen te bediscussiëren, en soms
 - d) extra fysieke kennis op te doen of verworven fysieke kennis actief in te zetten.

a) en c) met name in oriëntatie- en waarderingsfase
 Voor analyse van teksten zie ook avol blz. 36 e.v.
 b) in oriëntatie- en onderzoeks-fase
 d) zie hierna bij leerdoel 7
7. De leerling doet fysieke kennis op rondom onderstaande leerinhouden en hij kan deze kennis in relatie zien tot de in leerdoel 1 en 2 genoemde maatschappelijke problemen.
 - rekenen met nieuwe eenheden als $\frac{\text{g}}{\text{r}^2\text{km}}$ of $\frac{\text{J}}{\text{r}^2\text{km}}$
 - rendement
 - fysieke factoren die het energieverbruik van een voermiddel bepalen: wrijving, zwaartekracht, snelheidsverandering (alle drie afhankelijk van de massa) en luchtweerstand (afhankelijk van de snelheid)
 - snelheid
 - fysieke factoren die de geluidproductie van een voermiddel bepalen: snelheid, toerental (van de motor), geluidisolatie
 - geluid-sterkte-eenheid (db(A)) en geluidsterkteschaal
 - fysieke maat voor geluidhinder: geluidsterkte maal tijd
 - de invloed van "groenstroken", geluidwallen en -muren op de mate van geluidhinder
 - geluidisolatie van muren; invloed van de massa (dikte) op de geluidisolatie van een muur

Deze "natuurkunde"-kennis wordt gebruikt (en deels opgedaan) tijdens de voorbereiding op en de uitvoering van de deelonderzoeken. De nieuw verworven fysieke kennis (tijdens de deelonderzoeken), die niet expliciet in het leerlingmateriaal is opgenomen, wordt tijdens de rapportage gemeenschappelijk gemaakt (verkeerstest 4 richt zich speciaal op dit doel).
 In de periode van deelonderzoeken komt, naast het verwerven en gebruik van fysieke kennis ook het element van het opzetten van een (fysisch) onderzoek aan de orde (vergelijkingsmethodiek)

- fysische factoren die invloed hebben op de verkeersveiligheid: snelheid, remweg (afhankelijk van wrijving, massa en snelheid), krachtvermindering door remwegverlenging bij gebruik veiligheidsgordels, bromfietshelmen en bij ingebouwde kreukelzones.

4. HOE MAAK JE ALS LERAAR EEN LESSENPLAN BIJ DIT THEMA?

Het lessenplan moet gebaseerd zijn op de hoofdstukken 2 en 3 uit deze AVOL. Dat betekent dat je moet beslissen hoeveel tijd je besteedt aan ieder van de 4 lesfasen genoemd in 2.1. (oriëntatie tot en met evaluatie), hoe je deze fasen gaat opzetten, welke van de leereffecten en leerervaringen uit hoofdstuk 3 je gaat controleren, en eventueel - als je bijvoorbeeld weinig tijd hebt - welke leerlingonderzoeken je prioriteit geeft. We komen straks nog terug op de beslissingen en voorzorgen die je moet nemen voordat de lessen kunnen draaien. Nu geven we eerst een voorbeeldlessenplan dat geënt is op een minimum van 6 à 7 lessen. Bij dat aantal zul je in ieder geval een aantal keuzes moeten doen; in het voorbeeldlessenplan hebben we een aantal keuze-gebieden aangegeven. In de rechterkantlijn van het lessenplan zijn een aantal uitbreidingsmogelijkheden gegeven voor gebruikers die meer lestijd aan het thema willen en kunnen besteden. Voor hen zijn aan het slot nog "extra activiteiten" vermeld die een aparte extra dimensie aan het thema kunnen geven, met name de oefening in het analyseren van teksten. Dit kan dus alleen als je meer dan 7 lessen tot je beschikking hebt. In de opzet van het lessenplan herken je duidelijk de fasen: oriëntatie - onderzoek - rapportage en waardering - evaluatie.

LES	MATERIAALCOMPONENT	AKTIVITEIT/FUNCTIE	WERKVORM	OPMERKINGEN
<u>oriëntatiefase</u>				
-	verkeerstest 1 (AVOL, hfdst. 9)	inventarisatie van meningen van leerlingen op het gebied van verkeer en transport (zie ook avol 5.1.)	individueel	(kan als) huiswerkopdracht
1	werkbladen A en B bij verkeerstest 1 (AVOL, hfdst. 9), probleemgebied (AVOL, hfdst. 9)	beargumenteren van de gegeven mening(en), onderscheid tussen feiten, aannames en meningen (standpunten) becommentariëren cartoons als aanzet tot een inventarisatie van de probleemaspecten. inventarisatie van de probleemaspecten	groepswork en rapportage individueel of groepswork rapportage	$\frac{1}{2}$ les minimaal $\frac{1}{2}$ les
-	van lopen tot stilstaan (leerlingenmateriaal hoofdstuk 1)	leestekst over de ontwikkeling van verkeer en transport en de daardoor ontstane problemen met een korte aanduiding van de rol van wetenschap en techniek bij deze ontwikkeling	individueel	(kan als) huiswerkopdracht verkeerstest 2 (AVOL, hfdst. 9) is een suggestie voor een verwerkingsopdracht bij de leestekst (aan deze verwerkingsopdracht moet dan in de volgende les enige aandacht besteed worden; eventueel er aan gekoppeld de beoordeling)
2	kiezen tussen rails en vangrail (leerlingenmateriaal, hoofdstuk 2, inleiding) luchtverontreiniging (leerlingenmateriaal hoofdstuk 2)	thema-overzicht, lessenplan en probleemstelling met betrekking tot de onderzoekfase: eisen aan een rapportage oriëntatie op onderzoeksmethode in onderzoekfase	"doceren" groepswork	

-	deelonderzoeken 1 tot en met 6 (leerlingenmateriaal hoofdstuk 2)	lezen deelonderzoekopdrachten als oriëntatie op de natuurkunde-inhoud en als voorbereiding op het kiezen van een deelonderzoek	individueel	(kan als) huiswerkopdracht verkeerstest 3 (AVOL, hfdst. 9) is een suggestie voor een verwerkingsopdracht tijdens het lezen van de onderzoeksopdrachten (evnt. eraan gekoppelde beoordeling)
---	--	--	-------------	--

onderzoeksfase

3/4	deelonderzoeken 1 tot en met 6 (leerlingenmateriaal, hoofdstuk 2, AVOL hfdst. 5) energieverbruik grondstoffenverbruik snelheid geluid(hinder) verkeersdruk verkeers(on)veiligheid	keuze van de deelonderzoeken uitvoeren van de deelonderzoeken en voorbereiden van de rapportage In de deelonderzoeken ligt het accent op fysisch onderzoek (vergelijkingsmethodiek) en de fysische en maatschappelijke aspecten van het probleem	groepswork	de mogelijkheid van het uitvoeren van door de leerlingen ingediende, eigen onderzoeksplannen moet opgehouden worden (zie avol hoofdstuk 2.1.) bij kleine klassen of een beperkte hoeveelheid tijd lijken de onderzoeken 1 en 4 prioriteit te hebben (in verband met examenprogramma); wat minder prioriteit hebben de onderzoeken 3 en 6
-----	---	---	------------	---

rapportage en waarderingsfase

5		rapportage van deel onderzoekresultaten; invullen vergelijkingsmatrix	mondelinge en schriftelijke rapportage	les maximaal (eventueel eraan gekoppelde beoordeling)
5	vergelijkingsmatrix (leerlingenmateriaal hoofdstuk 2)	waardering en weging van de onderzoeksresultaten en inbreng van persoonlijke waarde-oordelen; relativisering van de vergelijkingsmethode (besluitvormingsonderzoek)	klassegesprek	in een dergelijk keuzeprobleem blijken technische en niet technische argumenten vaak strijdig
-	er is geen beter transport dan geen transport (leerlingenmateriaal hoofdstuk 3)	leestekst, gericht op het relativeren van het in het voorgaande deel van het thema gekozen uitgangspunt, (nl. de vanzelfsprekendheid van massaal verkeer en transport)	individueel	(kan als) huiswerkopdracht

evaluatie-fase

-	verkeerstest 1 (AVOL hfdst. 9)	herhaling van de verkeerstest, waarin naar meningen van de leerlingen gevraagd wordt	individueel	(kan als) huiswerkopdracht Bij tijdgebrek zou je deze en de volgende activiteit kunnen overslaan
6		inventarisatie van meningsveranderingen binnen de klas als geheel	klassegesprek	
		nabespreking, gericht op meer individuele reacties van leerlingen	klassegesprek	
6/7	verkeerstest 4 (AVOL, hoofdstuk 9)	verzamen van in verband met het examen relevante informatie	individueel of groepswork (controle), eventueel rapportage	alleen bij gebruik van dit deelthema in eindexamenklassen (?)
	(examen)opgaven (AVOL, hoofdstuk 10)	oefenen	bij voorkeur individueel	toetsmogelijkheid

extra activiteiten

om- of doorrijden (AVOL, hfdst. 5)	"actie"-onderzoek naar effecten van beïnvloeding van automobilistische kettingbotsing (AVOL, hfdst. 5)	tengedrag (met betrekking tot verkeers (on)veiligheid)	groepswork
gids voor het lezen van teksten/luchtverontreiniging in Smogstad (AVOL, hfdst. 5)	analyse van teksten		klassegesprek

Tot slot nog de volgende aanbevelingen met betrekking tot de voorbereiding van je lessen:

- beslis hoe je globale lessenplan er uit gaat zien, dat wil zeggen hoeveel lessen je voor dit deelthema neemt, hoeveel tijd je per lesfase (oriëntatie tot en met evaluatie) uittrekt en hoe je iedere fase in grote lijnen vorm geeft
- beslis (als je weinig tijd hebt of niet zoveel leerlingen) aan welke deelonderzoeken je prioriteit wil toekennen en hoe je dit aan de leerlingen overbrengt. Baseer je beslissing eventueel op de uitslag van verkeerstest 1 (zie avol 5.1.)
- beslis op welke wijze je de leerlingen gaat beoordelen (een proefwerk is mogelijk, maar zeker niet het enige middel. Continue beoordeling, beoordeling op rapportage, e.d. is ook mogelijk)
- zorg dat je controleert of de bedoelingen aan de leerlingen duidelijk zijn (te meer daar dit een afwijkend thema is). Koppel dit zoveel mogelijk aan concrete voorbeelden waar het goed ging (volgens bedoeling verliep) en waar het niet goed ging.
- zorg dat je een goed idee hebt hoe je de klasse-gesprekken in de waarderingsfase en in de evaluatie-fase organiseren wil.
- zorg dat de fysische verslaggeving ook tot zijn recht komt, maar dit de waarderingsactiviteit niet wegdrukt.

5. TOELICHTING BIJ HET LESMATERIAAL EN SUGGESTIES VOOR HET GEBRUIK IN DE KLAS

5.1. Verkeerstest 1

Verkeerstest 1 (avol, hoofdstuk 9) dient om bij de aanvang van het thema de kennis en meningen van de leerlingen te peilen op het gebied van verkeer en transport. De door de leerlingen gegeven antwoorden kunnen vervolgens een aanzet zijn tot een eerste discussie op dit gebied. Hierbij kun je er één of twee vragen uitpikken die de klas in ruwweg 3 ongeveer gelijke groepen verdelen (een suggestie hiervoor komt straks aan de orde), afhankelijk van het door hen op de vraag gegeven antwoord ("eens", "oneens" of "weet niet"). De rol van de "weet-niet" groep is uiterst belangrijk, omdat die bij de rapportage tot taak heeft aan de strijdende partijen (de "eens" en de "on-eens" groep) duidelijk te maken welke gegevens en informatie er eigenlijk nog nodig zijn om een antwoord te kunnen geven.

Om deze discussie enigszins te structureren is aan de verkeerstest een verwerkingsopdracht toegevoegd in de vorm van een tweetal werkbladen (zie hoofdstuk 9). In deze verwerkingsopdracht wordt - zoals gezegd - nagedacht in welke gevallen onderzoek vereist is vóór er op vragen een antwoord gegeven kan worden. Daarmee oriënteert deze verwerkingsopdracht op de onderzoeksfase in dit thema. Daarnaast wordt in de verwerkingsopdracht aandacht besteed aan het onderscheid tussen meningen en feiten.

Behalve dat je de verkeerstest kunt gebruiken als oriëntatie op het thema, kun je de test ook in de evaluatie-fase van het lessenplan opnieuw afnemen.

Hieronder is de verkeerstest weergegeven, met daarbij de score van een willekeurige groep leerlingen uit een vierde klas havo aan het begin van een schooljaar. Daarnaast is geprobeerd om de vragen in te delen in een aantal categorieën. Zowel de score van de leerlingen als de indeling in categorieën geven enige steun bij het uitkiezen van de vragen voor een eerste discussie en voor het uitvoeren van de verwerkingsopdracht.

NATUURKUNDE EN SAMENLEVING / stoppen of doorrijden verkeerstest 1

Hieronder volgen een aantal beweringen over verkeer en transport. Lees elke bewering, en beslis of je het er mee eens bent of oneens, of dat je het gewoon niet weet. Maak dan het rondje bij het door jou gekozen antwoord zwart. Geef bij elke bewering maar één antwoord. Bij veel vragen kan niet gesproken worden van één "juist" antwoord omdat het er om gaat wat jij er van vindt. Je wordt op dit vragenlijstje dan ook niet beoordeeld.

		eens	weet niet	oneens	score in %
feit	1. Om naar school te lopen gebruik je méér energie in de vorm van voedsel dan wanneer je met de fiets gaat.	o	o	o	56 12 32
mening, met natuurkundige achtergrond	2. De regering zou een belastingverlaging moeten invoeren voor mensen die in kleine auto's rijden	o	o	o	62 6 32

		eens	weet	oneens			
		niet					
feit	3. Verkeer en transport zorgen voor méér dan de helft van het energieverbruik in Nederland	o	o	o	36	32	32
mening	4. Beperking van het goederenvervoer over de weg zou een goede manier zijn van brandstofbesparing	o	o	o	43	25	32
mening/eigen houding (waarde- oordeel)	5. Zo lang anderen nog in grote auto's rondrijden, is er geen enkele reden waarom ik op de fiets zou blijven gaan	o	o	o	12	0	88
mening	6. De benzineprijzen zullen zeer snel lager worden	o	o	o	0	12	88
mening	7. Kleine auto's zijn oncomfortabel	o	o	o	26	12	62
mening	8. De "energiecrisis" is een uitvinding van de oliemaatschappijen om zo de prijzen te kunnen opdrijven en méér winst te kunnen maken	o	o	o	19	12	69
mening	9. Auto-ontwerpers besteden meer aandacht aan hoe het ding er uit ziet, dan aan hoeveel energie hij verbruikt	o	o	o	32	12	56
feit	10. In Nederland is de luchtverontreiniging door het goederenvervoer over de weg groter dan de luchtverontreiniging door personenauto's	o	o	o	12	52	36
feit	11. Als je kijkt naar het energieverbruik dan is het voordeliger om goederen met de trein te vervoeren in plaats van per vrachtwagen	o	o	o	75	19	6
feit	12. Een bus kan evenveel personen vervoeren als er gemiddeld in dertig personenauto's zitten	o	o	o	56	12	32
feit, met natuur- kundige achter- grond	13. Als je benzinetank van je auto vrijwel leeg is, moet je met maximum-snelheid naar het dichtstbijzijnde tankstation rijden	o	o	o	0	0	100
feit, met natuur- kundige achter- grond	14. Het energieverbruik bij verkeer en transport zou sterk omlaag gebracht kunnen worden door het ontwikkelen van motoren met een hoger rendement	o	o	o	56	38	6
mening	15. Om energie te besparen moet de regering een benzinerantsoenering invoeren	o	o	o	25	25	50
mening, gebaseerd op een feit	16. De uitlaatgassen van auto's met benzine-motoren bevatten veel meer giftig koolstofmonoxyde dan de uitlaatgassen van een dieselmotor; daarom moeten alle voertuigen van dieselmotoren voorzien worden	o	o	o	19	38	43
mening	17. Om de toenemende verkeersdruk te bestrijden, moet de regering méér en bredere autowegen laten aanleggen	o	o	o	44	6	50
feit	18. Reizen met de fiets is veel veiliger dan met de auto	o	o	o	19	25	56
feit	19. In het stadsverkeer is de snelheid van een auto tijdens het spitsuur ongeveer even groot als die van een fiets	o	o	o	43	32	25
mening	20. Om energie te besparen moet de regering er bij iedereen op aandringen de auto wat vaker te laten staan	o	o	o	81	19	0

De aanduiding dat een vraag onder de categorie "feiten" valt, wil niet zeggen dat de vermelde bewering ook juist is. De bewering is echter controleerbaar, en kan daarmee tot een feit gemaakt worden. De keuze van de vragen voor de verwerkingsopdracht of voor een eerste discussie moet zo gemaakt worden dat beide vraagcategorieën aan bod kunnen komen (bijvoorbeeld 3 en 16, die beide een redelijke spreiding in de antwoorden te zien geven, maar er zijn ook andere mogelijkheden!). Aardig is een vergelijking tussen de antwoorden op de vragen 15 en 20. Beide vragen gaan over brandstofbesparing in het verkeer, maar in het ene geval worden "dwangmaatregelen" voorgesteld, terwijl het in het andere geval om meer "vrijblijvende" maatregelen gaat.

Het is natuurlijk niet gezegd dat bovenstaande cijfers in jouw klas ook zo uitvallen. Als je tijd hebt, kun je die gegevens verzamelen. Natuurlijk ook als je de lijst in de evaluatie-fase weer wilt gebruiken. Je kunt dan in een klasgesprek beide antwoord-overzichten (bijvoorbeeld met behulp van overhead-transparanten) met elkaar vergelijken, en kijken of er zich naar aanleiding van het werken aan het thema verschuivingen hebben voorgedaan in de "feitenkennis" of de meningen van de leerlingen. Eventuele verschuivingen zullen overigens niet al te groot zijn, gezien de korte periode (ca. 2 weken) tussen de beide testafnames.

5.2. Kiezen tussen rails en vangrail: onderzoeken en vergelijkingsmatrix

Het probleem bij het gehele deelthema is de omgeving waarin de leerlingen wonen, respectievelijk naar school gaan. Het verkeersprobleem speelt overwegend in stedelijke gebieden. Leerlingen die in een dergelijke omgeving wonen zullen de genoemde factoren als probleemaspecten herkennen. In een niet-stedelijke omgeving spelen probleemaspecten als luchtverontreiniging, geluidhinder en verkeersdruk niet of veel minder. Energie- en grondstoffenverbruik, veiligheid en ook snelheid zijn meer algemene probleemaspecten.

In de onderzoeken 1 t/m 6 wordt een aantal probleemaspecten uitgewerkt met de bedoeling om te komen tot een vergelijking van vervoermiddelen met behulp van een vergelijkingsmatrix. Er zijn echter ook andere onderzoeksmogelijkheden, zoals vergelijking van de prijs per persoon per afgelegde kilometer bij de vijf genoemde manieren van vervoer, het comfort (interview-onderzoek), en een onderzoek naar bijvoorbeeld de redenen waarom mensen van een bepaald vervoermiddel gebruik maken. Met name dit laatste onderzoek zou aardige gegevens kunnen opleveren om te gebruiken naast de vergelijking van vervoermiddelen op een aantal technische punten met behulp van de vergelijkingsmatrix. Een dergelijk onderzoek stelt echter hoge eisen aan de vraagstellingen¹⁾. Ervaringen die je met andere onderzoeken op doet zouden we graag van je vernemen (zie ook de onderzoeken naar verkeers(on)veiligheid aan het eind van 5.2.)

De rapportage van de onderzoeksresultaten is vrij strak gestructureerd, om zoveel mogelijk tijd vrij te houden voor een discussie naar aanleiding van de vergelijkingsmatrix (vergelijking op technische punten) en de daarbij door de leerlingen in te brengen, meer persoonlijke meningen en argumenten wat betreft de keuze van "het beste" vervoermiddel.

¹⁾ De "gids voor het lezen van teksten" (AVOL, hfdst. 9) kan mogelijk gebruikt worden als controle-instrument voor de opzet van een interview-onderzoek.

De suggesties aan de leerlingen om krante- en tijdschrift-artikelen mee te nemen die op het thema betrekking hebben, is opgenomen om leerlingen te stimuleren zich van externe bronnen te bedienen. Het is mogelijk dat er in het kader van het onderzoek bruikbare informatie bij zit, of dat bepaalde teksten gebruikt kunnen worden voor een analyse op feiten en meningen, onderzoeksmethoden enz. (zie ook: paragraaf 5.4.)

Onderzoek 1: Energieverbruik

De onderstaande tabel geeft een vrij gedetailleerd-overzicht van het energieverbruik van vervoermiddelen. Hij kan gebruikt worden om gegevens te verzamelen over gemiddelde en maximale bezetting van vervoermiddelen, of als controle op door de leerlingen verzamelde gegevens hieromtrent (afhankelijk van hoeveel tijd je voor de onderzoeks-activiteiten hebt ingepland). Deze gegevens zijn ook in andere onderzoeken bruikbaar.

Bron: Energy Conservation: Ways and Means
Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Den Haag 1974

III.1.1. Energieverbruik van de vervoermiddelen

In Tabel 3 worden voor de meest voorkomende vervoerstechnieken globale kengetallen gegeven voor het energieverbruik van de vervoermiddelen per eenheid van vervoersprestatie. Op deze wijze wordt het energieverbruik gerelateerd aan de door het vervoermiddel geleverde eenheid produkt: de reizigerskilometer dan wel de tonkilometer²).

De gegevens zijn afkomstig uit verschillende publikaties [8 t/m 13] van een aantal stedelijke vervoersbedrijven en van eigen ramingen. De gevonden waarden per vervoermiddel vertonen een grote variatie, hetgeen te verklaren is uit verschillende aannamen voor factoren als: type vervoermiddel, bezettings- en beladingsgraad, gebruik naar plaats en tijd (bijv. lokaal en interlokaal verkeer en spitsuur en niet-spitsuurverkeer) en de rijsnelheid.

Voor enkele van de in Tabel 3 genoemde factoren is enige differentiatie toegepast nl. voor de gewichtsklasse van personen- en bedrijfsauto's, lokaal en interlokaal verkeer en gemiddelde werkelijke bezettings- en beladingsgraad tegenover de theoretisch haalbare bezettings- en beladingsgraad. Hierdoor wordt enig inzicht verkregen in de maximale ruimte voor energiebesparing.

Daar de cijfers ten dele zijn gebaseerd op ramingen afkomstig uit diverse bronnen, dienen zij met de nodige omzichtigheid te worden gehanteerd. Het is van groot belang dat er gedifferentieerd statistisch materiaal op dit gebied beschikbaar komt. Men dient te bedenken dat de vermelde waarden niet gedifferen-

tiëerd zijn naar het tijdstip van het gebruik van het vervoermiddel en naar de snelheid waarmee het vervoer plaatsvindt.

Tijdens de spitsperiode zal het energieverbruik van de personenauto en het openbaar vervoer aanzienlijk veranderen omdat de bezettingsgraad van het openbaar vervoer in deze periode vrijwel 100% of meer bedraagt, terwijl die van personenauto's in het algemeen lager zal zijn dan de gemiddelde waarde van ca. 40%. In deze periode vraagt de personenauto vooral extra energie door verkeersopstoppen. Als gevolg hiervan zal het energieverbruik van het openbaar vervoer in de spitsperiode een aanzienlijk gunstiger beeld opleveren vergeleken met dat van de personenauto dan uit de in Tabel 3 gegeven gemiddelde waarden volgt. De afhankelijkheid tussen het energieverbruik en bezettingsgraad en snelheid zal in de volgende paragrafen nader worden gezien.

Ten einde het energieverbruik van vervoermiddelen met elektrische tractie te kunnen vergelijken met vervoermiddelen met benzine- of dieselmotoren zijn de cijfers voor het directe energieverbruik omgerekend naar het verbruik aan primaire brandstof. Als omrekeningsfactoren zijn aangenomen: voor benzine 1,15, waarin begrepen de energie nodig voor winning, transport en raffinage (ca. 6%) van ruwe olie, alsmede het transport van de produkten naar de distributiepunten; voor elektrische tractie 3,2 waarbij een rendement van 33% is aangenomen voor de elektrische centrale en een omrekeningsfactor van 1,06 naar de primaire energiedragers (olie, aardgas en kolen).

Tabel 3. Energieverbruik van wijzen en middelen van vervoer

	Theoretisch max. bezetting of belading (volwassenen)	Gemiddel- de bezet- ting of belading %	Gemiddel- de snelheid (km/uur)	Theoretisch energieverbruik bij max. bezetting of belading		Energieverbruik bij gemiddelde bezetting of belading		Rendement brandstofverbruik (km per liter)	
				Voertuig- brandstof of elek.	Primaire energie	Voertuig- brandstof of elektriciteit	Primaire energie	bij max. bezetting	bij gem. bezetting
				X 10 ³ J per reiz. km	of per ton km	X 10 ³ J per reiz. km	of per ton km		
<i>Reizigersvervoer</i>									
lopen	1	100	4-5	0,20-0,25	0-1	0,20-0,25	0-1	—	—
fietsen	1	100	12-15	0,06-0,11	0-0,23	0,06-0,11	0-0,23	—	—
brommer 2 takt	1	110	30-40	0,65	0,72	0,72	0,80	40	40
brommer 4 takt	1	110	30-40	0,50	0,55	0,55	0,60	60	60
<i>Personenauto</i>									
klein, stedelijk	4	40	20-35	0,7	0,8	1,8	2,1	11,5	12,2
klein, interlokaal	4	45	70-80	0,6	0,7	1,3	1,5	14,5	15
middelgr. stedel.	5	32	20-35	0,9	1,0	2,7	3,1	7,2	8,1
middelgr. int. lok.	5	36	80-90	0,8	0,9	2,3	2,6	8,2	8,5
groot, stedelijk	5	32	20-35	1,4	1,6	3,8	4,4	4,5	5,8
groot, interlokaal	5	36	80-90	1,2	1,4	3,1	3,6	5	6,3
gemiddelde Ned. personenauto						1,8	2,1		11
<i>Openbaar vervoer</i>									
stadsbus	95	20-25	15-20	0,18	0,22	0,9	1,1		
streekbus	65	15-20	30-40	0,12	0,14	0,6	0,7		
tram, per rijtuig	95	20-25	15-20	0,07	0,22	0,3	1,0		
metro, per treinstel	300	15-20	25-30	0,10	0,32	0,4	1,3		
dieseltrein, kort traject, (≤ 100 km) per rijtuig	100	38	90	0,34	0,39	1,03	1,18		
elektr. trein, lang traject, (> 100 km) per rijtuig	100	38	90	0,11	0,36	0,34	1,08		
<i>Vrachtvervoer (tonnen)</i>									
32 ton lorry (diesel)	20	60	70	0,75	0,85	1,3	1,5		
bestelwagen	1	60	40	5,2	5,9	8,4	9,7		8,5
gem. Ned. vrachtauto			70			3,6	4,1		
gem. Ned. vrachtauto lange afstand (> 100 km)			70			1,7	1,9		3,5
gem. Ned. vrachtauto kort traject (≤ 100 km)			50			7,8	9,0		
dieseltrein kort traject (≤ 100 km)			85	0,62	0,73	0,69	0,80		
elektr. trein, lange afstand (> 100 km)			85	0,14	0,45	0,16	0,51		
binnenvaarttuig			15-30	0,19	0,21				
pijpleiding						0,20	0,23		

Als er leerlingen zijn die het door ons gesuggereerde onderzoek naar de invloed van rijgedrag op brandstofverbruik willen uitvoeren, is een duidelijk onderzoeksplan noodzakelijk.

Meting van het brandstofverbruik kan via dezelfde benzinepomp of zoals aangegeven in het thema "Machines en Energie". Het rijgedrag "constant" houden gedurende een paar dagen (verbruik en afgelegde aantal kilometers meten!) en daarna een paar dagen een "constant", ander rijgedrag aanhouden (dezelfde metingen). Beter is waarschijnlijk een soort standaard-rijtest (bijvoorbeeld 10 km rijden met constante snelheid, 10x snel optrekken en remmen over een korte afstand, bijvoorbeeld 50 m.; de test tweemaal uitvoeren, één keer met rustig en één keer met "sportief" rijgedrag).

Er zijn misschien leerlingen die vinden dat het resultaat van het onderzoek voorspelbaar is (je kunt het "energie-verschil" bij ander rijgedrag met de fiets bijvoorbeeld "voelen"). Een aanwijzing hiervoor is het antwoord dat de leerlingen geven op vraag 13 van verkeerstest 1. Je kunt ze dan in eerste instantie misschien "in verwarring brengen" door te wijzen op het verschil in tijdsduur van energieverbruik wat optreedt bij de verschillende rijstijlen (groter vermogen gedurende kortere tijd geeft meer of minder energieverbruik?).

Onderzoek 2: Grondstoffenverbruik

De "autowrakken"-opdracht is opgenomen om de leerlingen te attenderen op het hergebruik van autoblik (recycling). Volgens schattingen van TNO is 80 tot 90% van het staal voor de productie van nieuwe auto's afkomstig uit de "staalkringloop"! Deze gegevens zouden kunnen leiden tot de veronderstelling dat het grondstoffengebruik minder belangrijk is bij het onderling vergelijken van vervoermiddelen. Daarbij moet aangetekend worden dat recycling van grondstoffen en de productie van nieuwe vervoermiddelen op zich zelf wel energie kost (op dit "verborgen" energieverbruik wordt aan het eind van hoofdstuk 2 van het leerlingenmateriaal ingegaan).

Onderzoek 4: Geluid(hinder)

Bron: Natuurkunde in de Samenleving
Eykelhof e.a. - VU Amsterdam 1978, blz. 69 t/m 74

AANHANGSEL 4

Geluidsoverdracht in de open lucht

In § 2 van dit hoofdstuk heeft men gezien dat de geluidsterkte vermindert naarmate men zich verder van de bron verwijderd. Deze vermindering is een gevolg van de verspreiding van de uitgezonden geluidsenergie over de ruimte.

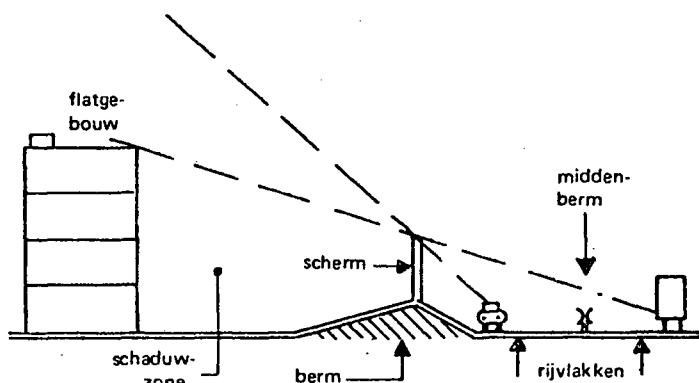
In de open lucht spelen bij metingen van geluidsterkte nog enkele andere factoren een rol. Ze kunnen worden onderscheiden naar *terreininvloeden* en *atmosferische invloeden*.

A. Terreininvloeden

- i) *absorptie door beplanting*: bij de bestrijding van verkeerslawaai is dit van groot belang. De resultaten zijn sterk afhankelijk van het soort beplanting. De volgende extra geluidsvermindering treedt gemiddeld op:

kort gras	: 2 dB(A)	per 100 m.
matige begroeiing	: 5 dB(A)	per 100 m.
bos	: 10 à 15 dB(A)	per 100 m.

Uit bovenstaand lijstje blijkt wel dat beplanting langs wegen slechts zin heeft voor de vermindering van verkeerslawaai, indien zij over een diepe strook wordt aangebracht. Een enkele rij bomen of struiken heeft een verwaarloosbaar effect.



figuur 8
De akoestische schaduw van een scherm langs een autoweg.

- ii) *akoestische schermen*: in gebruik langs drukke verkeerswegen (figuur 8). Geluidsvermindering treedt op wanneer men zich in de schaduw van het scherm bevindt. Daartoe dienen de schermen dicht langs de weg te worden geplaatst. Lengte en hoogte moeten aanzienlijk zijn om buigingseffecten te verkleinen. De massa per oppervlakte-eenheid van het materiaal van het scherm moet bij voorkeur groter dan 10 kg/m^2 zijn.

In optimale condities zijn extra verminderingen tot 20 dB(A) mogelijk.

B. Atmosferische invloeden

- i) *moleculaire absorptie*: ook wel luchtdemping genoemd. Bij de voortplanting van de geluidsgolf in lucht gaat namelijk energie verloren in de beweging van de luchtdeeltjes. Deze verliezen hangen sterk af van temperatuur, frequentie en relatieve vochtigheid van de lucht. Hoge frequenties worden het meest geabsorbeerd. Dit is de verklaring voor het feit dat een openluchtconcert iets van zijn 'akoestische schittering' verliest. Immers de hoge boven tonen worden relatief sneller uitgedempt.

- ii) *temperatuursgradiënt*. Wanneer de temperatuur op verschillende hoogten boven het aardoppervlak dezelfde waarde heeft, zal de geluidssnelheid niet veranderen. Immers, de geluidssnelheid c hangt (voor een ideaal gas) af van de temperatuur volgens de relatie:

$$c = \sqrt{\frac{c_p}{c_v} \frac{RT}{M}}, \text{ waarbij}$$

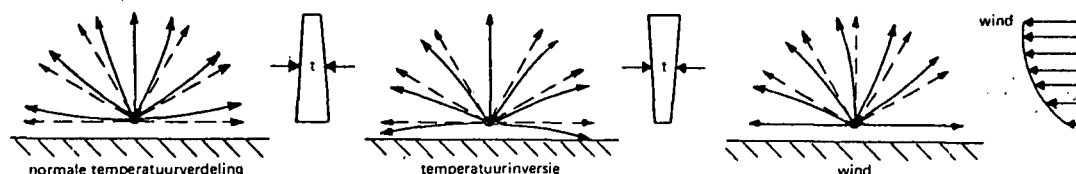
c_p	= soortelijke warmte bij constante druk
c_v	= soortelijke warmte bij constant volume
T	= absolute temperatuur
R	= gasconstante
M	= moleculaire massa van het gas.

Voor normaal samengestelde lucht van 273 K blijkt $c_0 = 331,4$ m/s te zijn. De geluidssnelheid bij andere temperaturen kan dan worden berekend met behulp van de vereenvoudigde formule: $c_t = 331,4 \sqrt{\frac{T}{273}}$ m/s.

Vaak verandert de temperatuur met de hoogte. De geluidsgolven bewegen zich dan met veranderende snelheid voort wanneer ze zich van of naar het aardoppervlak bewegen. In dit geval zal breking optreden en de geluidsgolf zal van richting veranderen (vergelijk de breking van licht).

De brekingsindex voor geluid kan worden bepaald uit de verhouding van de snelheid bij verschillende temperaturen. In het normale geval van afnemende temperatuur met de hoogte treedt buiging van de golven naar boven toe op. In het tegenovergestelde geval (men noemt dit *temperatuur-inversie*) buigen de golven naar beneden (zie figuur 9).

Temperatuur-inversie treedt bij heldere nachten vaak op: geluiden kunnen dan over grote afstanden gehoord worden. Minnaert geeft het voorbeeld van de polder de Schermer waar men heeft opgemerkt dat op nachten met veel dauw (= onderste luchtlagen sterk afgekoeld) het geluid van de branding te horen is op 13 km afstand van de Noordzeekust. Temperatuur-inversie heeft bijvoorbeeld invloed op het waarneembare geluidspatroon van vliegvelden, treinen en snelwegen. De reikwijdte van de tam-tam wordt er ook door bepaald.

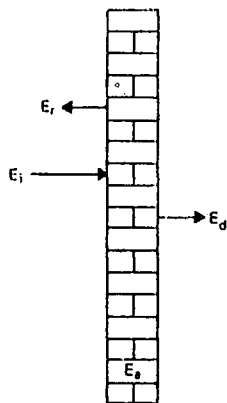


figuur 9
Invloed van wind en temperatuurverdeling op de geluidsvoortplanting.

- iii) *windgradiënt*. Een vergelijkbaar effect treedt op wanneer de windsnelheid met de hoogte toeneemt, zoals gebruikelijk is. De geluidsgolven buigen in de windrichting omhoog en tegen de windrichting omhoog (zie figuur 9). In het schaduwgebied treedt een grote geluidverzwakking op. Ook hier wordt de breking van de golven veroorzaakt door de veranderende geluidssnelheid. Deze kan worden bepaald door bij de snelheid van de geluidsgolf zonder wind de snelheid van de wind vectoriëel op te tellen. Een verschil met de richtingsverandering vanwege de temperatuursgradiënt is dat in dit geval het verschijnsel asymmetrisch is ten opzichte van de geluidsbron. Dit effect kan zo sterk zijn, volgens Minnaert, dat kanonschoten die met de wind op 15 tot 25 km gehoord werden, tegen de wind reeds bij 550 m geheel onhoorbaar werden.

AANHANGSEL 5.

Absorptie, Transmissie en Reflectie van geluid



Figuur 10
Geluidsinval op een wand
 E_i = invallende energie
 E_r = gereflecteerde energie
 E_a = geabsorbeerde energie
 E_d = doorgelaten energie

Wanneer een hoeveelheid geluidsenergie E_i een muur op zijn weg vindt, dan zal deze energie zich in drie porties verdelen:

1. de door de muur geabsorbeerde energie E_a ,
2. de doorgelaten energie E_d ,
3. de teruggekaatste energie E_r .

Ook hier geldt de wet van behoud van energie:

$$E_i = E_a + E_d + E_r. \text{ Figuur 10 illustreert dit verschijnsel.}$$

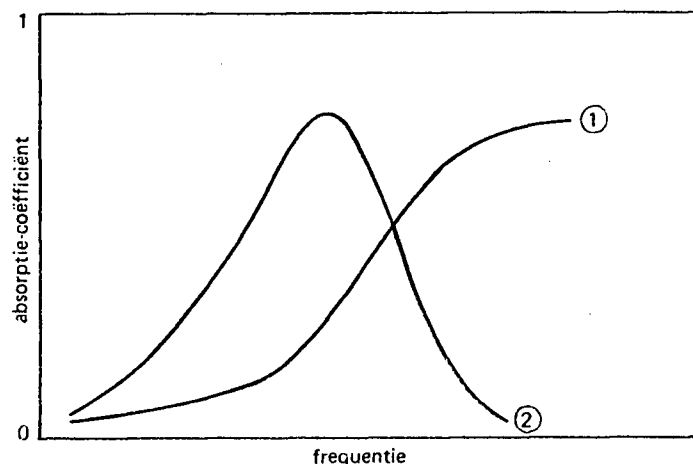
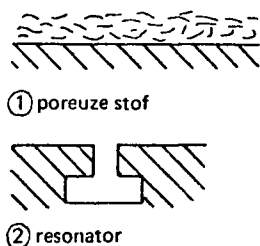
1. Absorptie

Het deel van de invallende energie dat wordt geabsorbeerd noemen we α : de absorptie-coëfficiënt.

In formule:
$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}.$$

De grootte α ligt uiteraard tussen de uiterste waarden 0 en 1: deze grenzen stellen respectievelijk de situaties geen en maximale absorptie voor. De waarde van α blijkt afhankelijk te zijn van de frequentie en de hoek van inval van het geluid en vooral van het materiaal van de muur.

figuur 11
De absorptiecoëfficiënt als functie van de frequentie voor verschillende typen geluidsabsorptie.



Geluidabsorberende materialen vertonen de volgende kenmerken: het oppervlak laat het geluid goed door, ze zijn voldoende diep en zodanig van structuur dat veel van het geluid in warmte kan worden omgezet en ze zijn niet stijf tegen de muur bevestigd teneinde reflectie te voorkomen.

Fysisch onderscheidt men absorberend materiaal ruwweg in twee soorten:

- a. poreuze materialen, bijv. schuimrubber, zachtboard. α neemt toe met de frequentie van het geluid (zie figuur 11).
- b. resonatoren: het materiaal bevat veel kleine openingen die toegang geven tot evenzovele resonantieholtten. Bij bepaalde frequenties treedt resonantie op (zie figuur 11). Bij elk van de (veelvuldige) weerkaatsingen wordt een deel van de energie in de wanden van de holtten geabsorbeerd. Dergelijke materialen werken dus niet over een breed frequentiegebied.

Beide soorten worden vaak gecombineerd.

2. Transmissie

Geluidsoverdracht tussen twee aangrenzende ruimten kan op twee manieren geschieden:

- a. *Contactgeluid*: trillende voorwerpen die geluid produceren zijn star met de muur of vloer verbonden. Via muur of vloer werken de trillingen door naar de andere ruimte waar ze de lucht in trilling brengen. Als voorbeelden kan men denken aan lopen op houten vloeren, boormachine, closetbak, luidsprekers aan de muur.

Contactgeluid kan worden voorkomen door verende materialen als rubber en vilt, aan te brengen tussen het trillende voorwerp en de muur.

- b. *Luchtgeluid*: de trillende lucht in de ene ruimte brengt de scheidingsmuur in trilling. Deze zorgt er dan weer voor dat de lucht in de andere ruimte mee gaat trillen. Met dit effect hebben we te maken wanneer we mensen in een andere ruimte horen praten of zingen of wanneer we een draaiende elektrische boor bij de burenhoren voordat deze met de muur in aanraking is gekomen. Luchtgeluidsoverdracht kan worden bestreden door de massa van de scheidingswand te vergroten. Bij middelgrote frequenties (200 - 1000 Hz) heeft verdubbeling van de massa een theoretische reductie van 6 dB(A) tot gevolg. Ook kan men een ankerloze spouw van voldoende breedte aanbrengen in de muur. Het op de muur plakken van geluidabsorberend materiaal heeft geen effect op de sterkte van het doorgelaten geluid omdat de massa van de muur nauwelijks wordt vergroot. (Het absorberend materiaal voorkomt slechts reflecties in de ruimte waar de bron zich bevindt). Extra aandacht verdienen geluidstekken bij doorlaatplaatsen van leidingen e.d. Kleine gaatjes hebben een groot effect op de geluidsterkte in de andere ruimte. Terplaatse van stopcontacten bijvoorbeeld is de muur dunner en hier treedt dan ook een grotere geluidsoverdracht op dan elders door de muur.

Tabel 6 *Het resultaat van geluidsisolatie tussen twee lokalen*

Geluidsisolatie tussen twee lokalen in dB	Praktisch resultaat
30	Gewoon gesprek is nog verstaanbaar aan de andere zijde
30-35	Luid gesprek is nog tamelijk verstaanbaar
35-40	Luid gesprek wordt nog gehoord maar is moeilijk verstaanbaar
40-45	Luid gesprek onverstaanbaar
45-50	Luide muziek wordt nog juist gehoord
> 50	Heel goed tegen elke burenhinder

bron: H. Myncke, Geluid en Geluidshinder, Antwerpen (1975).

Tabel 6 geeft een overzicht van de gevolgen van de geluidsisolatie in de praktijk.

Geluiden van buiten zullen in het algemeen grotendeels via de vensters binnendringen. Vooral bij veel verkeerslawai is het van belang te weten welke effecten verwacht kunnen worden van verschillende soorten beglazing. Zie tabel 7.

Tabel 7 *Het effect van verschillende soorten beglazing op de reductie van geluid*

Soort beglazing	Reductie
volledig open raam	5 dB
enkelvoudig dun glas	15-20 dB
enkelvoudig dik glas (12 mm)	20-25 dB
thermisch isolerende dubbele ruit	20-25 dB
dubbele beglazing met brede spouw (10 cm)	25-30 dB

bron: H. Myncke, Geluid en Geluidshinder, Antwerpen (1975).

3. Reflectie

In een gesloten ruimte wordt geluid via de wanden weerkaatst. Dit kan aanleiding geven tot staande golfeffecten bij bepaalde frequenties en tot echo's bij voldoende afstand tot de reflector. Wandens weerkaatsen het meest wanneer zij stijf zijn. Deze reflecties kunnen worden tegengegaan door de wanden te bekleden met geluidabsorberend materiaal.

Onderzoek 6: Verkeers(on)veiligheid

In het lessenplan (blz. 14) staan onder het hoofd "Extra activiteiten" een tweetal "actie"-onderzoeken naar de effecten van beïnvloeding van automobilistengedrag met betrekking tot verkeers(on)veiligheid genoemd. Een beschrijving van een mogelijke onderzoeksopzet volgt hieronder.

OM- OF DOORRIJDEN

Hoeveel automobilisten zijn op verzoek bereid om een eindje om te rijden om een straat waar kleine kinderen spelen te vermijden? Heeft een vriendelijke benadering meer effect dan een agressieve? Welke invloed heeft het omrijden op het verkeer in de omgeving van de speelstraat?

Zoek een straat waar veel kinderen spelen, doordat er een speelplaats, zandbak of bijvoorbeeld kleuterschool is. Ga op een plattegrond na op welke punten het verkeer geteld moet worden om de verkeersstromen in de omgeving van de straat vast te leggen. Voer die verkeerstellingen uit, gedurende een afgesproken tijd. Daarmee leg je het normale verkeersbeeld in die buurt op dat uur van de dag vast.

Maak borden waarop verzocht wordt om om te rijden en waarom dat nodig is. De tekst moet wel kort zijn. Je kunt het aan de ene ingang van de straat met vriendelijke teksten proberen; bij de andere ingang komen dan de wat hardere en agressieve teksten. Zorg voor een pamflet waarin het doel van de actie kort en duidelijk uitgelegd wordt. Dit pamflet kun je gebruiken om voorbijgangers of stoppende automobilisten snel van je bedoelingen (veiligheid voor spelende kinderen) op de hoogte te brengen.

Stel aan beide einden van de straat de borden op. Die moeten voor de automobilisten natuurlijk duidelijk zicht- en leesbaar zijn. Zorg ervoor dat je de doorgang van het verkeer niet blokkeert; auto's die niet willen stoppen of omrijden moeten er gewoon door kunnen. Aan auto's die wel stoppen, wordt de bedoeling uitgelegd.

Tel nu weer gedurende dezelfde afgesproken tijd het verkeer op dezelfde punten in de straat en de omgeving ervan. Deze tellingen moeten op dezelfde dag in de week en op hetzelfde tijdstip uitgevoerd wor-

den als de tellingen die het normale verkeersbeeld vastleggen (anders is een juiste vergelijking niet mogelijk); dit betekent een periode van een week tussen beide tellingen.

Bekijk het effect van de actie door in een plattegrond van de buurt de verkeersstromen aan te geven (hoe breder de stroom, hoe meer auto's er gedurende de meetperiode voorbij kwamen).

Zijn er verschillen die in verband gebracht kunnen worden met de actie? Is er een straat aan te wijzen die door "afsluiting" van de speelstraat extra gevaarlijk zou worden voor dáár spelende kinderen? Welke benadering heeft het meeste effect, een vriendelijke of agressieve? Wie beslissen er over de afsluiting van speelstraten? Stuur hun de resultaten van het onderzoek op.

In de bespreking kun je de leerlingen vragen naar de reden van de gekozen volgorde in het onderzoek (eerst het normale verkeersbeeld vastleggen, en daarna pas de actie uitvoeren).

Neem in elk geval contact op met de plaatselijke politie bij het maken van de onderzoek/actie-plannen.

In plaats van het verzoek aan automobilisten om om te rijden, zou er ook onderzocht kunnen worden of ze bereid zijn hun snelheid te verlagen in de betreffende speelstraat (tot 20 km/uur bijvoorbeeld). Deze actie is wat minder ingrijpend. Het vereist snelheidsmetingen in een bepaalde periode op eenzelfde dag in twee opeenvolgende weken. Bij de tweede serie metingen kun je ook weer de vriendelijke of agressieve methode gebruiken aan beide einden van de straat.

DE KETTINGBOTSING

Het samenleven van mensen brengt risico's met zich mee, zoals ziekten, ongelukken, misverstanden, die onvermijdelijk zijn. Dit geldt ten dele ook voor het verkeer. Er is geen twijfel aan of er moeten mensen en goederen vervoerd worden. Dat daarbij risico's, en zelfs een aantal dodelijke ongelukken, niet helemaal te vermijden zijn, is ook vanzelfsprekend. Maar hoeveel overbodig en nodeloos geweld riskeert men?

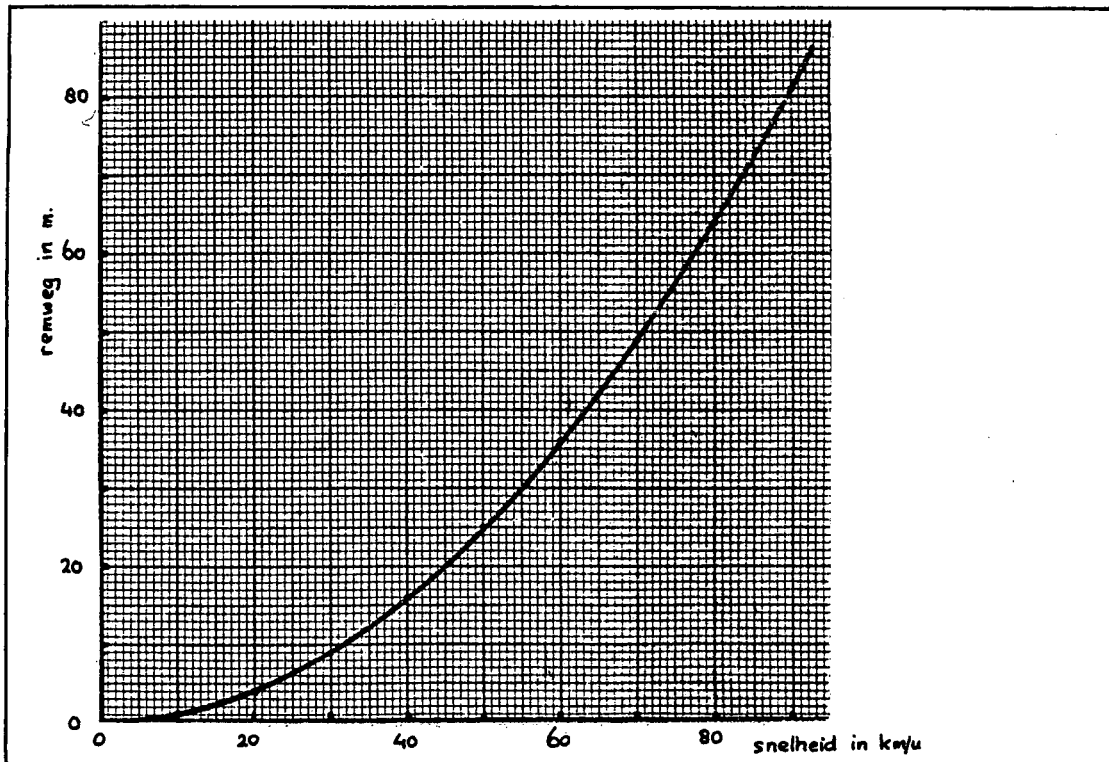
Een stel achter elkaar rijdende auto's is betrekkelijk veilig, zolang de onderlinge afstand tussen de auto's groot genoeg is en zij kunnen stoppen als hun voorganger onverwacht stilstaat. Is hun onderlinge afstand kleiner, dan is in zo'n schijnbaar vredig voortrollende rij auto's een hoeveelheid (overbodig) geweld opgeslagen waar je koud van wordt.

Meet de snelheid van een rij rijdende auto's (komt het meest voor in de spitsuren).

Hoeveel afstand er gemiddeld tussen de auto's in zo'n rij zit, is wat lastiger meetbaar. Kies een bepaalde tijdsduur, bijvoorbeeld 10 of 20 seconden. Tel hoeveel auto's er in die tijd passeren. Als je de (gemiddelde) snelheid van die auto's weet (die moet je toch meten!), kun je uitrekenen hoe ver de eerste auto van de rij in die tijd verder is gereden. Dan weet je de lengte van de autorij. Met een schatting van de gemiddelde lengte van de voorbij gereden auto's kun je dan de gemiddelde afstand tussen de auto's uitrekenen.

Herhaal je metingen van gemiddelde snelheid en onderlinge afstand een paar keer.

De grafiek geeft de lengte van de gemiddelde remweg bij verschillende snelheden. Ga na of er in de onderzochte verkeersstromen overbodig geweld lag opgeslagen of niet.



Je kunt nagaan of het automobilistengedrag te beïnvloeden is door bijvoorbeeld de plaatsing van een bord "afstand houden" of "veilige afstand m.". Je moet dan in een aantal gevallen weer de gemiddelde snelheid en onderlinge afstand meten op een flinke afstand achter het geplaatste bord.

Als de afstand van een auto tot de plek waar zijn voorganger stilstaat kleiner is dan de remweg, dan botst hij erop. Maar dan ga je er van uit dat in zo'n rij voortrijdende auto's een voorganger plotseling stilstaat. Dat kan wel gebeuren; bij een kettingbotsing bijvoorbeeld. Maar meestal legt die voorganger ook nog eerst een remweg af. Ook staan veel auto's sneller dan gemiddeld stil bij het remmen. Dat maakt de situatie dus gunstiger. Aan de andere kant kan de zaak er ook ongunstiger uitzien. Soms merkt een automobilist veel te laat dat zijn voorganger remt of stilstaat of zijn de weersomstandigheden zodanig dat de remweg langer is dan onder normale omstandigheden.

Daarom is het aanhouden van de veilige onderlinge afstand op z'n minst nodig om de kans op betrokken te raken in een kettingbotsing zo klein mogelijk te houden.

Kun je voorbeelden geven van situaties waarin je als voetganger of als fietser in het verkeer blootstaat aan verborgen geweld?

Vergelijkingsmatrix

De vergelijkingsmatrix wordt ingevuld naar aanleiding van de rapportages van de onderzoeksgroepen. Met behulp van die matrix is een vergelijking tussen de verschillende vervoermiddelen op een aantal technische punten wat beter mogelijk. Naast de vergelijkingsmatrix wordt in het leerlingenmateriaal een "startvraag" voor een klassediscussie/gesprek gegeven: "Welk vervoermiddel biedt volgens de ingevulde matrix de meeste voordelen? Wordt dat vervoermiddel ook meestal gebruikt? Zo nee, welke oorzaken zou dat kunnen hebben?" Hoe die klassediscussie verder verloopt is niet te voorspellen. Wel kunnen een aantal inhoudelijke punten voor die discussie aangegeven worden:

VOORBEELD-BRIEF NAAR DE OUDERS

Geachte ouders,

Vanaf (datum) zullen de leerlingen in (klas) gedurende zo'n twee weken tijdens de natuurkunde-lessen werken aan een thema over verkeersproblemen. Het lesmateriaal bij dit thema, met de naam "Stoppen of Doorrijden", is gemaakt door het "Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde" op de Rijksuniversiteit van Utrecht.

In het thema gaat het over de problemen die het snel groeiende verkeer met zich meebrengt, welke oplossingen er voor die problemen mogelijk zijn en welke keuzes daarbij gemaakt kunnen worden.

De snelle groei van het verkeer is onder andere veroorzaakt door de ontwikkeling van wetenschap (waaronder natuurkunde) en techniek. Daarom past dit thema in de natuurkunde-lessen: niet alleen de natuurkunde en de techniek zijn belangrijk, maar ook de manier waarop er in de samenleving gebruik van gemaakt wordt en de problemen die ze veroorzaken.

Bij een dergelijk thema is het niet meer mogelijk alle benodigde gegevens binnen de muren van het klaslokaal te verzamelen. De leerlingen zullen in een aantal gevallen zelfstandig buiten het schoolgebouw meetresultaten of andere gegevens moeten verzamelen. Voorbeelden van dit soort activiteiten zijn: op bezoek gaan bij de politie of een arbeidsbureau, geluidsmetingen verrichten, passagiers tellen bij het openbaar en particulier vervoer, enz.

U ontvangt deze brief om twee redenen:

- om u te informeren over het werken aan dit thema over "Natuurkunde en Samenleving" in de klas waarvan uw zoon/dochter deel uitmaakt;
- om u toestemming te vragen voor deelname van uw zoon/dochter aan activiteiten buiten het klaslokaal en schoolgebouw, zonder begeleiding van mij of een andere volwassene.

Als u nog vragen heeft, dan kunt u mij daarover altijd bellen. Ik ben in het algemeen telefonisch bereikbaar op (dag/tijd) op nummer (telefoonnummer).

Wilt u zo vriendelijk zijn bijgaande strook in te vullen, te ondertekenen en aan uw zoon/dochter mee te geven.

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Met vriendelijke groeten,
(naam/handtekening leerkracht)

met diploma de school verlaat.

Opdracht 7 kan uitgebreid worden naar andere vervoermiddelen. Ook dan moeten er gegevens verzameld worden door op stap te gaan of de telefoon te pakken.

- onderzoek 4 / geluidhinder

Bij de drie keuze-mogelijkheden worden in het leerlingenmateriaal suggesties gedaan voor praktijk-metingen van de geluidsterkte.

- onderzoek 5 / verkeersdrukke

Wat betreft de gemiddelde bezetting bij opdracht 3 geldt dezelfde opmerking als bij onderzoek 1 al gemaakt is. De meetresultaten van beide groepen kunnen onderling vergeleken worden.

Opdracht 4 suggereert om bijvoorbeeld óók de remweg (als veilige onderlinge afstand) mee te tellen bij de bepaling van het ruimtegebruik. Voor de fiets kan die gemeten worden. Voor vervoermiddelen als auto, bus en trein kunnen gegevens opgevraagd worden door de leerlingen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Nederlandse Spoorwegen bijvoorbeeld).

Bovendien zou de "uitspraak" van de NS over het personenautovervoer bijvoorbeeld op blz. 22 van het leerlingenmateriaal via metingen gecontroleerd kunnen worden.

- onderzoek 6 / verkeersonveiligheid

In de AVOL worden op blz. 26-28 een tweetal suggesties gedaan voor praktijk-onderzoek naar automobilistengedrag op het gebied van de verkeersveiligheid.

Naast deze suggesties voor een meer actieve uitwerking van de onderzoeken, wordt in de AVOL op blz. 18 nog de suggestie gedaan voor een interview-onderzoek naar de redenen waarom mensen van een bepaald vervoermiddel gebruik maken. De resultaten van zo'n onderzoek kunnen een functie hebben bij de vergelijking van vervoermiddelen op een aantal "technische" punten met behulp van de vergelijkingsmatrix.

Er is in het kader van dit deelthema "Natuurkunde en Samenleving" dus best wel wat te "onderzoeken" (en ook het verzamelen van benodigde gegevens bij instellingen of instanties buiten de school hoort daarbij). De onderzoeken zijn wel anders dan de leerlingen gewend zijn. Dat kan ook haast niet anders bij een dergelijk onderwerp. Het gaat hierbij om het gebruik van natuurkunde en techniek in de samenleving, en dat kun je niet met een laboratorium-opstelling onderzoeken.

Overigens is het wel van belang dat het voor alle betrokkenen, d.w.z. ouders en schoolleiding, duidelijk is dat leerlingen tijdens het werken aan dit thema zich buiten het schoolgebouw kunnen bevinden. Voor informatie naar de ouders toe kan bijvoorbeeld een brief als op de volgende bladzijde afgedrukt dienst doen.

De voorbereiding hangt voor een deel af van de manier van presenteren. Als je van plan bent de tekst in de klas te laten voorlezen, maak dan op een groot vel papier of op een overhead-transparant de tabel met de resultaten van de telefonische enquête en de uitlaatgas-verontreiniging.

Voordat je de tekst aan de klas voorlegt, vertel je de leerlingen dat dit een voorbeeld is van een onderzoek (zoals ze dat zelf uitgevoerd zouden kunnen hebben). Zij moeten zich voorstellen dat dit verslag naar de plaatselijke krant gestuurd wordt, maar dat de opsteller eerst nog het commentaar van de hele klas wil horen. Benadruk het gebruik van de gids bij de bespreking van de tekst.

Hieronder wordt de tekst met behulp van de gids geanalyseerd. Deze handleiding geeft aan met welke opmerkingen leerlingen kunnen aankomen in een discussie. Als ze voldoende gelegenheid krijgen om op de juiste momenten in de tekst na te denken, zullen de leerlingen zelf wel op de meeste punten die in de handleiding worden aangegeven, reageren. Als dit niet gebeurt, kun je mogelijk via wat gerichte vragen de leerlingen op ideeën brengen.

DISCUSSIE-HANDLEIDING

Aan de redactie van Smogstadsblad,

In uw krant las ik onlangs, dat wonen in Smogstad en het inademen van de lucht hier, hetzelfde betekent als twee pakjes sigaretten per dag roken. Iedereen weet dat auto's een heleboel luchtverontreiniging veroorzaken, dus ik heb uitgezocht hoe de luchtverontreiniging door auto's verminderd kan worden. Ik denk dat daar veel aan gedaan kan worden.

STOP VOOR DISCUSSIE

Je zo'n tekst kritisch bekijken. Je kunt de gids dus ook gebruiken om de resultaten van je eigen onderzoek te bekritisseren (en daarna je onderzoek beter op te zetten):

Wat wordt er onderzocht?

- Geeft de onderzoeker duidelijk aan op welke vraag hij een antwoord probeert te vinden?
- Legt hij uit waarom die vraag belangrijk is?
- Gaat hij bij zijn onderzoek uit van veronderstellingen ("het is duidelijk dat.....", "iedereen weet dat.....", "het is vanzelfsprekend dat", enz.), zonder dat onderzocht wordt of ze wel waar zijn?

Hoe wordt er onderzocht?

- Wordt de manier waarop de gegevens verzameld zijn, duidelijk en gedetailleerd beschreven, zodat je precies kunt nagaan wat de onderzoeker gedaan heeft?
- Is deze manier de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?

Er worden twee veronderstellingen gemaakt, waarvan er één erg duidelijk is: "Iedereen weet dat auto's een heleboel luchtverontreiniging veroorzaken! De tweede is wat moeilijker te ontdekken: "Ik denk dat daar veel aan gedaan kan worden."

Leerlingen kunnen de suggestie doen dat de veronderstelling "auto's veroorzaken een heleboel luchtverontreiniging", onderstaand moet worden met gegevens (b.v. hoeveel verontreiniging wordt door auto's veroorzaakt, vergeleken met andere bronnen van (lucht) verontreiniging?). De inleiding in de tekst zou sterker geweest zijn als de onderzoeker uitspraken had opgenomen als: "Dit is een belangrijk probleem. Het Ministerie van Volksgezondheid schat dat 80 tot 90% van de luchtverontreiniging in Smogstad door auto's veroorzaakt wordt:"

Ik denk dat auto's veel gebruikt worden door mensen die iedere dag naar hun werk in Smogstad rijden: door de forensen dus. Ik heb dat gecontroleerd door alle auto's die via de snelweg tussen 07.30 en 08.30 uur op een dinsdagmorgen Smogstad binnenreden te tellen. In dat uur kwamen er 1452 auto's voorbij! In 1128 auto's, ofwel 78%, zat slechts één persoon: de bestuurder. In 192 auto's, ofwel 13%, zaten twee personen en in de rest van de auto's (9%) zaten drie of meer personen. Deze gegevens maken duidelijk dat de meeste forensen in hun eentje naar Smogstad rijden. Dus vrijwel iedere forens, die dagelijks voor zijn werk naar de stad komt, betekent één binnenrijdende auto.

STOP VOOR DISCUSSIE

ANTWOORDSTROOK

Betreft: "Natuurkunde en Samenleving/Stoppen of Doorrijden"

Hierbij geef ik wel/geen (doorstrepen wat niet van toepassing is) toestemming dat mijn zoon/dochter meedoet aan het verzamelen van meetresultaten of andere gegevens voor het thema "Stoppen of Doorrijden" buiten het schoolgebouw, zonder begeleiding van de leerkracht of een andere volwassene.

naam van de leerling(e)

handtekening ouder(s)

datum

Het is noodzakelijk ook de schoolleiding van deze activiteiten tijdens de lesuren buiten het schoolgebouw op de hoogte te stellen (resp. toestemming te vragen voor dit soort activiteiten) en hen een afschrift te geven van de brief aan de ouders.

Om een overzicht te houden van waar de leerlingen buiten het schoolgebouw mee bezig zijn, en om te voldoen aan de eventuele behoefte van de kant van de schoolleiding aan "absentencontrole" kan bijvoorbeeld het volgende formulier dienst doen:

DATUM _____			
NAAM	TIJDSTIP VERTREK	BESTEMMING EN DOEL	TIJDSTIP TERUGKEER

Dit formulier kan door de leerlingen zelf ingevuld worden als ze tijdens de lesuren activiteiten buiten het schoolgebouw gepland hebben.

Daarnaast kan het handig zijn om de leerlingen een soort identiteits-/introductiekaart mee te geven bij activiteiten buiten het schoolgebouw. Dat kan een positieve invloed hebben op de bereidheid van instellingen, instanties en/of personen buiten (en binnen - bijvoorbeeld wat betreft het gebruik van de telefoon) de school om de gevraagde informatie te verstrekken. Hieronder een voorbeeld van zo'n identiteits-/introductiekaart.

IDENTITEITS-/INTRODUCTIEKAART

(naam van de school) (adres) (telefoonnummer)	
_____ maakt deel uit van een onderzoeksgroep op het terrein van de verkeersproblematiek en heeft toestemming om buiten het schoolgebouw gegevens hierover te verzamelen.	
_____ schoolleiding	_____ leerkracht

5.3. Verkeerstest 4

Verkeerstest 4 is bedoeld als een oriëntatie op de op een examen mogelijk te toetsen kennis. Voor het grootste deel zal dit betrekking hebben op de in de onderzoeksfase gebruikte en nieuw verworven natuurkundige kennis en de gehanteerde vergelijkingsmethodiek. Hieronder geven we een mogelijke invulling aan van verkeerstest 4. Als het daarbij om kennis gaat die al in voorgaande thema's aan de orde is geweest, wordt slechts naar die thema's verwezen.

VRAGEN	SAMENVATTING INFORMATIE
algemeen:	
1. Welke vervoermiddelen zijn er?	-
2. Waardoor is het vervoer van personen en goederen in de loop van deze eeuw sterk gegroeid?	centralisatie van productie (grondstofaanvoer en distributie van producten). ontwikkeling inwendige verbrandingsmotor en goedkope massaproductietechnieken. welvaartsstijging en bevolkingsgroei planologische ontwikkeling (woon-werk-verkeer).
3. Welke gevolgen heeft die groei van verkeer en transport voor de (Nederlandse) samenleving?	stijgend energie- en grondstoffenverbruik, verkeers(on)veiligheid. In een dicht bevolkt land (of gebied) ontstaan daarnaast problemen wat betreft luchtverontreiniging, geluidhinder en verkeersdrukte.

4. Welk(e) verschil(len) bestaan er tussen openbaar vervoer en particulier vervoer?

openbaar vervoer is in het algemeen milieuvriendelijker (minder energieverbruik, grondstoffenverbruik, luchtverontreiniging, enz. per reizigerskilometer) dan particulier vervoer; nadelen van openbaar vervoer zijn de geringe beweeglijkheid (vaste routes en stopplaatsen) en de vaste dienstregeling (wachttijden).

5. Op welke punten kun je vervoermiddelen met elkaar vergelijken, en waarom is zo'n vergelijking belangrijk?

vervoermiddelen zijn op "technische" punten met elkaar te vergelijken (energieverbruik, grondstoffenverbruik, snelheid, luchtverontreiniging, lawaai, enz. zijn meetbaar en controleerbaar). zo'n vergelijking is belangrijk om een bewuste keuze te kunnen maken voor een bepaald vervoermiddel; dit geldt zowel voor een individu als voor de samenleving als geheel.

energie:

6. Welke factoren bepalen het energieverbruik van vervoermiddelen?

massa (bepaalt de mate van energieverbruik voor het overwinnen van wrijving, zwaartekracht en bij snelheidsverandering).
snelheid (bepaalt de mate van energieverbruik voor het overwinnen van de luchtweerstand).
motorrendement.

7. Hoe vergelijk je het energieverbruik van vervoermiddelen?

energieverbruik =

$$\frac{\text{verbruikte energie}}{\text{aantal reizigers} \times \text{aantal kilometer}}$$

eenheid: J/rzkm

8. Welke manieren zijn er om het energieverbruik bij verkeer en transport te beperken?

verandering van rijgedrag: minder hard rijden, rustiger optrekken, minder rijden.
verandering van voertuigconstructie: kleinere en lichtere voertuigen, stroomlijning, motoren met hoger rendement.
de geschikte keuze van het vervoermiddel (zie 7).

verkeers(on)veiligheid

- | | | |
|-----|---|---|
| 9. | Op welke manier(en) kan de veiligheid van vervoermiddelen voor de inzittenden vergroot worden? | zie "Verkeer en Veiligheid" (veiligheids-gordels, bromfietshelmen, kooiconstructies en kreukelzones). |
| 10. | Welke (wettelijke) maatregelen kunnen er genomen worden om de verkeersveiligheid te verbeteren? | wegbeveiliging, snelheidsbeperking, in-richting woonerven, scheiding van ver-keersstromen (snel- en langzaam verkeer), enz. |

geluid(hinder)

- | | | |
|-----|--|--|
| 11. | Hoe wordt geluidsterk-
te gemeten? | zie "Geluid Weergeven" (dB(A)meter, ge-luidsterkteschaal). |
| 12. | Welke gevolgen kan een te grote geluidsterkte (of geluidoverlast) hebben? | gehoorverlies en uiteindelijk doofheid (bij regelmatige blootstelling aan meer dan 90 dB); hoofdpijn, verhoogde bloed-druk, nervositeit, enz.
als minder zichtbare effecten van regel-matige blootstelling aan geluid met een sterkte van meer dan 90 dB. |
| 13. | Wat zijn de geluid-bronnen bij (weg)-verkeer; waarvan is de geluidsterkte van deze bronnen afhanke-lijk? | banden; motor en uitlaatsysteem.
de geluidsterkte is afhankelijk van de snelheid en het toerental van de motor. |
| 14. | Welke (wettelijke en technische regelen kunnen er genomen wor-den om geluidoverlast tegen te gaan? | geluidsisolatie van geluidbronnen, snelheidsbeperkingen, verminderen van verkeersdrukke, geluidisolatie van wonin-gen en het weren van geluidoverlast in-bouwen in woningontwerp, aanleggen van geluidwallen enz. |
| 15. | Welke effecten hebben akoestische schermen, geluidwallen en beplan-ting op de geluidsterk-te? | verlaging van geluidsterkte in de omge-ving van de geluidbron; bij akoestische schermen, beplanting en gedeeltelijk ook bij geluidwallen wordt dit bereikt door een (gedeeltelijke) absorptie van geluid, bij geluidsmuren door terugkaat-sing van geluid. |
| 16. | Waarvan hangt de ge-luidisolatie van wanden (muren) af? | geluidisolatie is het verschil in geluid-sterkte aan beide kanten van een muur.
geluidisolatie is voornamelijk afhanke-lijk van de massa (dikte) van de muur. |

luchtverontreiniging

- | | |
|--|---|
| 17. Welke vormen van luchtverontreiniging worden door het verkeer veroorzaakt? | CO ₂ : zie NAS/Energie.
CO (als gevolg van onvolledige verbranding): dodelijk bij te hoge concentraties (kolendampvergiftiging). |
| 18. Welke gevolgen hebben deze verontreinigingen voor het milieu en je gezondheid? | C _x H _y en NO ₂ : smog-vorming (stank, oogirritatie en ademhalingsmoeilijkheden).
SO ₂ : ademhalingsstoornissen, schade aan land- en tuinbouwgewassen door zure regen (reactie SO ₂ met H ₂ O in atmosfeer).
Vaste stoffen: roet, lood (afkomstig uit toevoeging loodverbinding aan benzine voor rendementsverhoging): loodvergiftiging (kramp, bloedafwijking en verlamming - met name gevaarlijk voor kleine kinderen). |
| 19. Welk verband bestaat er tussen luchtverontreiniging en energieverbruik? | er is een rechtstreekse koppeling tussen energie-verbruik en luchtverontreiniging: hoe groter het energieverbruik, hoe groter de luchtverontreiniging in grammen verontreinigde stof (alleen de soort verontreinigende stof kan per geval verschillen). |

5.4. Gids voor het lezen van teksten / Luchtverontreiniging in Smogstad

De gids voor het lezen van teksten kan voor de leerling een hulpmiddel zijn bij het kritisch beoordelen van teksten (in kranten, tijdschriften, leerboeken - ook stukken van de thema-tekst dus! - onderzoeksverslagen van anderen en eigen onderzoeksverslagen).

Het werken met deze gids is niet in het lessenplan opgenomen, vanwege de beperkte tijd die er voor dit NAS-deelthema beschikbaar is. Als je wel meer tijd tot je beschikking hebt, dan lijkt het ons een erg nuttige activiteit!

De gids voor het lezen van teksten is in hoofdstuk 9 van deze AVOL opgenomen. Na de gids volgt een tekst "luchtverontreiniging in Smogstad", waarop de leerlingen de "gids" kunnen loslaten; de tekst geeft er alle aanleiding toe. Na een behandeling van deze tekst kan de "gids" gebruikt worden om door de leerlingen verzamelde artikelen te analyseren, om delen van de tekst van het NAS-deelthema "Stoppen of doorrijden" kritisch te beoordelen (hoofdstuk 1 en 3 bijvoorbeeld), om de door de leerlingen uitgevoerde onderzoeken te beoordelen, enz.

Hoe kun je te werk gaan bij het analyseren van de tekst "luchtverontreiniging in Smogstad" met behulp van de gids voor het lezen van teksten?

De leerlingen moeten in elk geval een kopie hebben van de gids. De tekst kan door een vrijwilliger uit de klas voorgelezen worden, als presentatie van "zijn" onderzoek. Je kunt de tekst ook kopiëren en aan alle leerlingen uitdelen.

- Welke andere dan technische factoren spelen bij de vergelijking/keuze van een vervoermiddel een rol? (startvraag). Kan/moet je die ook onderzoekbaar maken?
Als er leerlingen zijn die onderzoek verricht hebben naar de opvattingen die over verkeer en transport leven, dan kunnen de resultaten van dat onderzoek bij deze discussie ingebracht worden. Bovendien terugkoppelen naar probleeminventarisatie in de oriëntatiefase.
- Hoe weeg je persoonlijke en maatschappelijke motieven/argumenten tegen elkaar af?
- Is het uitgangspunt van de in de onderzoeken gemaakte vergelijkingen wel juist? (d.w.z. het energiezuinigste vervoermiddel is het beste, en krijgt het cijfer 1, enz.)
- In hoeverre moet het onderzoek en de daarop gebaseerde vergelijking met behulp van de vergelijkmatrix gerelativeerd worden? (het leerlingenmateriaal geeft al wat aanwijzingen in die richting)
- Wegen alle "probleemgebieden" in de vergelijkmatrix wel even zwaar? Je zou wegingsfactoren kunnen aanbrengen en kijken in hoeverre dat het beeld van de vergelijkmatrix verandert.



ieuw

Onderzoek in de onderzoeksfase

Een aantal leraren en leerlingen die in de cursus 1980-81 met dit deelthema gewerkt hebben, kwamen met de klacht dat de onderzoeken in "Stoppen of Doorrijden" nogal "saai" zijn. Inderdaad bevat dit deelthema nauwelijks proeven. Blijft over het vanachter de tafel nadenken over en beantwoorden van vragen en het beargumenteren van keuzes. De in het materiaal opgenomen onderzoeken bieden echter wel mogelijkheden tot een "actievare" manier van bezig zijn door de leerlingen. Hieronder zullen we proberen een aantal van die mogelijkheden aan te geven.

- onderzoek 1 / energieverbruik
Bij opdracht 2 kunnen leerlingen buiten metingen uitvoeren om de maximale én de gemiddelde bezetting van de genoemde vervoermiddelen te bepalen. Een vergelijking van de gemiddelde bezetting op verschillende tijdstippen van de dag behoort ook tot de mogelijkheden.
- onderzoek 2 / grondstoffenverbruik
In de marge van de leerlingentekst wordt gesuggereerd dat leerlingen er op uit trekken (of de telefoon pakken) om te achterhalen wat er met bijvoorbeeld auto-wrakken gebeurt.
- onderzoek 3 / snelheid
Bij opdracht 1 kunnen de leerlingen in plaats van schatten ook buiten gaan meten hoeveel reistijd er nodig is om met de genoemde vervoermiddelen van de ene plaats naar de andere te komen.
Bij opdracht 6 wordt de suggestie gedaan om op bijvoorbeeld een arbeidsbureau te gaan informeren hoeveel een leerling per maand zou kunnen verdienen als hij/zij

duidelijk dat.....", "iedereen weet dat.....", "het is vanzelfsprekend dat", enz.), zonder dat onderzocht wordt of ze wel waar zijn?

Hoe wordt er onderzocht?

- Wordt de manier waarop de gegevens verzameld zijn, duidelijk en gedetailleerd beschreven, zodat je precies kunt nagaan wat de onderzoeker gedaan heeft?
- Is deze manier de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden? (bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker mensen om informatie te verkrijgen, terwijl hij die informatie ook had kunnen verzamelen met eigen waarnemingen of metingen?)
- Is de bron van de gegevens de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden? (bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker volwassenen om uit te vinden wat kinderen denken van een bepaald probleem?)
- Is er meer dan één informatiebron gebruikt, zodat de gegevens uit verschillende bronnen met elkaar vergeleken kunnen worden om de informatie meer betrouwbaar te maken? (Als dat niet gebeurd is: welke andere informatiebronnen had de onderzoeker kunnen gebruiken?).

Als de onderzoeker gevraagd heeft naar meningen die mensen hebben:

- legt de onderzoeker uit
 - welke vragen hij gesteld heeft, en waar en wanneer hij dat deed?
 - aan wie heeft hij die vragen gesteld?
 - aan hoeveel mensen hij die vragen gesteld heeft?
 - hoe hij die groep mensen heeft samengesteld?
- zijn de gestelde vragen "neutraal"? (Of laat de onderzoeker merken welk antwoord hij wil hebben, zoals "vindt u niet dat ...?")
- is het aantal mensen aan wie de vragen voorgelegd zijn, groot genoeg en zijn deze mensen willekeurig uitgekozen? (Of heeft de onderzoeker maar een paar mensen ondervraagd?)

Als de onderzoeker zelf waarnemingen en/of metingen gedaan heeft:

- legt de onderzoeker uit
 - wat hij waargenomen of gemeten heeft?
 - hoe, wanneer en waar hij zijn waarnemingen of metingen gedaan heeft?
 - hoeveel waarnemingen en metingen aan hetzelfde verschijnsel hij deed op verschillende tijdstippen of op verschillende plaatsen?
- zijn de waarnemingen of metingen herhaald om er zeker van te zijn dat ze juist zijn?
- zijn de waarnemingen of metingen zonder vooringenomenheid verricht? (Of lijkt het erop dat de onderzoeker alleen die gegevens verzamelt, die één bepaalde opvatting ondersteunen?).

Als de onderzoeker gegevens uit andere bronnen gebruikt:

- zijn het recente gegevens?
- komen de gegevens uit een betrouwbare bron? (Of komen ze uit een bron die mogelijk belang heeft bij het ondersteunen van een bepaalde opvatting?)

Wat zijn de resultaten van het onderzoek?

- Is de informatie die verzameld wordt, geschikt om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
- Worden de informatie en gegevens kort en duidelijk weergegeven:
 - maakt de onderzoeker een samenvatting van de resultaten als hij veel meningen, waarnemingen of metingen heeft verzameld? (bijvoorbeeld: "In totaal 12 mensen zeiden vóór het watsontwerp te zullen stemmen, en 28 mensen tégen").
 - geeft de onderzoeker zijn resultaten in de vorm van percentages? (bijvoorbeeld: "58% was vóór, 23% tégen en 21% had geen mening").
 - gebruikt de onderzoeker grafieken, tabellen, kaarten, plaatjes, enz. om zijn resultaten weer te geven?
 - kunnen de resultaten op een andere, betere manier weergegeven worden?
- Zijn er genoeg gegevens verzameld om op de onderzoeksvraag een antwoord te kunnen geven?

Welke conclusies levert het onderzoek op?

- Als er conclusies getrokken worden, zijn die dan gebaseerd op de gegevens? (Of trekt de onderzoeker conclusies uit onvoldoende of niet ter zake doende gegevens?).
- Kunnen er andere conclusies uit het verzamelde materiaal getrokken worden?
- Vergelijkt de onderzoeker informatie uit verschillende bronnen, en geeft hij de overeenkomsten en verschillen aan?
- Roept het onderzoek nieuwe vragen op?
- Geeft de onderzoeker aan op welke punten er aanvullende informatie verzameld zou moeten worden?
- Zijn er oplossingen voor het onderzochte probleem, en zijn deze mogelijke oplossingen aangegeven?
- Geeft de onderzoeker aan waarom zijn resultaten belangrijk kunnen zijn?
- Geven de onderzoeksresultaten een mogelijke oplossing aan? Zo ja, worden ook alternatieve oplossingen besproken.

Om de discussie te starten, kun je de vraag stellen: "Welke vraag wil de onderzoeker in dit deel van het onderzoek beantwoorden; geeft hij die vraag duidelijk genoeg weer?"

Gedurende de discussie kan de vraag rijzen:

"Hoe kun je in de tijd van één uur 1452 auto's tellen en dan ook nog te noteren hoeveel inzittenden elke auto heeft?".
 Leg dan uit dat de onderzoeker in werkelijkheid maar gedurende vijf minuten auto's geteld heeft. De resultaten werden daarna met 12 vermenigvuldigd om de totalen voor een heel uur te krijgen. De werkelijke telling bestond uit 94 auto's met één inzittende, 16 auto's met twee en 11 auto's met drie of meer inzittenden.
 Bespreek of deze meetresultaten voldoende betrouwbaar zijn (je zou ook kunnen vragen of er een manier is om de betrouwbaarheid vast te stellen). Je kunt ook benadrukken dat, los van de vraag naar de betrouwbaarheid, de onderzoeker precies had moeten uitleggen hoe hij de metingen heeft uitgevoerd.

De onderzoeker veronderstelt dat het verkeer tussen 07.30 en 08.30 uur voornamelijk bestaat uit forensen. Is deze veronderstelling juist? Kan deze veronderstelling gecontroleerd worden?

Er wordt geen poging gedaan om de resultaten met die van andere meningen te vergelijken. Vraag de leerlingen of zij suggesties hebben voor andere onderzoeksmethoden om gegevens boven tafel te krijgen over de omvang van het forensenverkeer.

Leerlingen moeten opmerken dat gegevens makkelijker onthouden en vergeleken kunnen worden als ze in een tabel (of staafdiagram of sector-diagram) weergegeven worden.

Vraag of de onderzoeker conclusies getrokken heeft uit de gegevens. De eerste, "...dat de meeste forensen in hun eentje naar Smogstad rijden", is waarschijnlijk juist, als de oorspronkelijke veronderstelling (nl. dat deze gegevens betrekking hebben op het forensenverkeer) juist is. De tweede conclusie, "Dus vrijwel iedere forens, die dagelijks voor zijn werk naar de stad komt, betekent één binnenrijdende auto", wordt door de gegevens niet ondersteund. De onderzoeker heeft geen gegevens over het aantal forensen dat met andere vervoermiddelen reist.

Naar aanleiding van deze informatie heb ik per telefoon een onderzoek gedaan naar de opvatting van forensen over het gebruik van openbaar vervoer. Ik heb 20 namen in het telefoonboek geprikt, en deze mensen een aantal vragen over de telefoon voorgelegd. Dat heeft me een hele week gekost, want veel mensen bleken overdag nooit thuis te zijn. Daardoor moest ik nieuwe namen prikken. De volgende tabel geeft een overzicht van de vragen die ik gesteld heb en de resultaten.

Telefonische enquête

	meer dan eenmaal per week	eenmaal per week	minder dan een- maal per week	zelden of nooit
1. Hoe vaak gaat u naar Smogstad?	1	3	15	1
2. Op welke manier gaat u naar Smogstad?				
- met eigen auto?	14	5	1	
- meerijden met iemand anders	2	8	10	
- met de bus?	0	1	19	
3. Zou u met de bus gaan als dat minder kost dan met de auto?	2	14	4	
Er bestaat een plan om een sneltramsysteem aan te leggen tussen Smogstad en de omringende plaatsen. Zou u die sneltram gebruiken als dat minder gaat kosten dan het gebruik van uw eigen auto?	5	4	11	
Auto's veroorzaken 90% van de verontreiniging van onze lucht. Is dat voor u een reden om de sneltram te nemen, zodra die aangelegd is?	8	3	9	
4. Hoe beoordeelt u de luchtverontreiniging in onze streek?	7	12	1	

een grote een nauwelijks een
bijdrage matige bijdrage
bijdrage

5. Wat is uw mening over
het aandeel van auto's
in de luchtverontreiniging?

15

4

1

STOP VOOR DISCUSSIE

- Gaat hij bij zijn onderzoek uit van veronderstellingen ("het is duidelijk dat.....", "iedereen weet dat.....", "het is vanzelfsprekend dat", enz.), zonder dat onderzocht wordt of ze wel waar zijn?

De manier van selecteren van de 20 namen wordt niet uitgelegd.

Hoe wordt er onderzocht?

- Wordt de manier waarop de gegevens verzameld zijn, duidelijk en gedetailleerd beschreven, zodat je precies kunt nagaan wat de onderzoeker gedaan heeft?
- Is deze manier de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
(bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker mensen om informatie te verkrijgen, terwijl hij die informatie ook had kunnen verzamelen met eigen waarnemingen of metingen?)
- Is de bron van de gegevens de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
(bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker volwassenen om uit te vinden wat kinderen denken van een bepaald probleem?)
- Is er meer dan één informatiebron gebruikt, zodat de gegevens uit verschillende bronnen met elkaar vergeleken kunnen worden om de informatie meer betrouwbaar te maken? (Als dat niet gebeurd is: welke andere informatiebronnen had de onderzoeker kunnen gebruiken?).

Als de onderzoeker gevraagd heeft naar meningen die mensen hebben:

- legt de onderzoeker uit
 - welke vragen hij gesteld heeft, en waar en wanneer hij dat deed?
 - aan wie heeft hij die vragen gesteld?
 - aan hoeveel mensen hij die vragen gesteld heeft?
 - hoe hij die groep mensen heeft samengesteld?
- zijn de gestelde vragen "neutraal"? (Of laat de onderzoeker merken welk antwoord hij wil hebben, zoals "vindt u niet dit...?")
- is het aantal mensen aan wie de vragen voorgelegd zijn, groot genoeg en zijn deze mensen willekeurig uitgekozen? (Of heeft de onderzoeker maar een paar mensen ondervraagd?)

Vestig de aandacht van de leerlingen op de resultaten van de telefonische enquête. Vraag of de resultaten een aanwijzing geven voor de geschiktheid van de gegevens voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Een telefonische enquête die overdag wordt uitgevoerd zal juist de forensen niet bereiken, als ze op hun huisadres opgebeld worden. De antwoorden op de eerste vraag geven dit duidelijk aan!

Hoe kun je dan achter de opvatting van de forensen zelf komen? (De leerlingen zouden in staat moeten zijn meer geschikte methoden voor te stellen).

Leerlingen moeten in staat zijn het laatste onderdeel van vraag 3 als een niet-neutrale vraag te herkennen. Bij de vragen 4 en 5 ligt het wat lastiger. Bij vraag 4 wordt ervan uitgegaan dat er luchtverontreiniging bestaat. Vraag 5 is niet-neutraal in combinatie met het laatste onderdeel van vraag 3: daar wordt namelijk gesteld dat op 90% van de luchtverontreiniging door auto's veroorzaakt wordt.

De vraag of de steekproef groot genoeg is, valt moeilijk te beoordelen. Als vuistregel geldt dat minstens 30 tot 40 meningen verzameld moeten worden om het resultaat enigszins betrouwbaar te maken. Bij het samenstellen van een steekproef moeten alle soorten forensen vertegenwoordigd zijn, dus niet alleen degenen die per auto reizen. Pas dan kan de steekproef een redelijk beeld geven van de opvattingen van de forensen.

De gegevens uit de tweede vraag uit de tabel stemmen overeen met het resultaat van mijn telling op de snelweg. De meeste mensen rijden alleen in hun auto, zonder medepassagiers. De antwoorden op de derde vraag geven aan dat men liever niet met de bus gaat. Maar ook dat de mensen wel de sneltram willen nemen in plaats van hun eigen auto als dat snel genoeg gaat en goedkoop genoeg is. De vragen 4 en 5 heb ik opgenomen om er achter te komen of de geïnterviewden auto's (en de luchtverontreiniging die zij veroorzaken) als een probleem ervaren. De antwoorden geven aan dat de mensen dat inderdaad zo zien.

STOP VOOR DISCUSSIE

Wat zijn de resultaten van het onderzoek?

- Is de informatie die verzameld wordt, geschikt om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
- Worden de informatie en gegevens kort en duidelijk weergegeven:
 - maakt de onderzoeker een samenvatting van de resultaten als hij veel meningen, waarnemingen of metingen heeft verzameld? (bijvoorbeeld: "In totaal 12 mensen zeiden vóór het wetsontwerp te zullen stemmen, en 28 mensen tégen").
 - geeft de onderzoeker zijn resultaten in de vorm van percentages? (bijvoorbeeld: "56% was vóór, 23% tégen en 21% had geen mening").
 - gebruikt de onderzoeker grafieken, tabellen, kaarten, plaatjes, enz. om zijn resultaten weer te geven?
 - kunnen de resultaten op een andere, betere manier weergegeven worden?
- Zijn er genoeg gegevens verzameld om op de onderzoeksvraag een antwoord te kunnen geven?

In dit geval is een tabel (inderdaad) de duidelijkste manier om de gegevens weer te geven.

Welke konklusies levert het onderzoek op?

- Als er konklusies getrokken worden, zijn die dan gebaseerd op de gegevens? (Of trekt de onderzoeker konklusies uit onvoldoende of niet ter zake doende gegevens?).
- Kunnen er andere konklusies uit het verzamelde materiaal getrokken worden?
- Vergelijkt de onderzoeker informatie uit verschillende bronnen, en geeft hij de overeenkomsten en verschillen aan?
- Roept het onderzoek nieuwe vragen op?
- Geeft de onderzoeker aan op welke punten er aanvullende informatie verzameld zou moeten worden?
- Zijn er oplossingen voor het onderzochte probleem, en zijn deze mogelijke oplossingen aangegeven?
- Geeft de onderzoeker aan waarom zijn resultaten belangrijk kunnen zijn?
- Geven de onderzoeksresultaten een mogelijke oplossing aan? Zo ja, worden ook alternatieve oplossingen besproken.

De onderzoeker stelt dat de resultaten van de telefonische enquête en de verkeerstelling met elkaar overeenstemmen: de meeste mensen rijden alleen in hun auto, zonder madapassagiers. De gegevens van de telefonische enquête (vraag 2, onderdeel "meerijden met iemand anders") zijn hier niet zo erg mee in overeenstemming. De uiteenlopende gegevens van de enquête en de verkeerstelling worden mogelijk veroorzaakt door het verschil in beide steekproeven: grotendeels niet-forensen (enquête) tegenover (waarschijnlijk:) grotendeels wel-forensen (verkeerstelling).

Vestig de aandacht op de antwoorden bij vraag 3 en vraag de leerlingen welke conclusie zij zelf zouden trekken. Lees dan de conclusie van de onderzoeker: "De antwoorden op de derde vraag geven aan dat men liever niet met de bus gaat. Maar ook dat de mensen wel de sneltram willen nemen in plaats van hun eigen auto als dat snel genoeg gaat en goedkoop genoeg is." Vraag dan of deze conclusies juist zijn (en de laatste is dat niet: de meerderheid geeft als antwoord "misschien" op het tweede onderdeel van vraag 3).

Tenslotte kun je aan de leerlingen vragen of ze een verklaring hebben voor het verschil in de antwoorden op het tweede en derde onderdeel van vraag 3 (De "aanwijzing van de onderzoeker" in het derde onderdeel van vraag 3 moet voor de leerlingen duidelijk genoeg zijn).

Als dit nog niet eerder aan de orde is geweest: vraag de leerlingen wat zij van de "toelaatbaarheid" van de vragen 4 en 5 vinden. De geïnterviewden wordt eerst verteld dat auto's zo'n 90% van de luchtverontreiniging veroorzaken (bron?) en krijgen dan de vraag voorgelegd of auto's een grote bijdrage aan de luchtverontreiniging leveren.

Ik heb ook geprobeerd uit te zoeken of sommige auto's minder verontreinigend zijn dan andere. De resultaten van dit deel van mijn onderzoek zijn erg interessant. Ik heb met mensen van Ford-, Renault-, Volkswagen- en Toyotagarages hier in de stad gepraat, en ze gevraagd hoeveel verontreiniging er in de uitlaatgassen van hun nieuwste modellen zit. Bij de Ford- en Renaultgarage konden ze dat niet vertellen, omdat ze die gegevens niet van de fabriek doorkrijgen. Maar volgens hen voldoen de nieuwste modellen wel aan de door de regering opgestelde normen. De twee andere garages gaven de volgende gegevens:

	verontreinigings norm		Toyota	Volkswagen	
koolwaterstoffen	1,6	9/km	1,2	9/km	1,2 9/km
koolstofmonoxyde	20	9/km	9,0	9/km	20 9/km
stikstofoxyden	1,5-1,6	9/km	1,0	9/km	1,2 9/km

Beide automerken voldoen aan de verontreinigingsnormen; de verontreiniging door een Toyota is minder dan die door een Volkswagen. De resultaten laten zien dat sommige auto's minder verontreiniging veroorzaken dan andere. Het maakt dus verschil uit in welk automerk je rijdt.

STOP VOOR DISCUSSIE

Hoe wordt er onderzocht?

- Wordt de manier waarop de gegevens verzameld zijn, duidelijk en gedetailleerd beschreven, zodat je precies kunt nagaan wat de onderzoeker gedaan heeft?
- Is deze manier de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden? (bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker mensen om informatie te verkrijgen, terwijl hij die informatie ook had kunnen verzamelen met eigen waarnemingen of metingen?)
- Is de bron van de gegevens de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden? (bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker volwassenen om uit te vinden wat kinderen denken van een bepaald probleem?)
- Is er meer dan één informatiebron gebruikt, zodat de gegevens uit verschillende bronnen met elkaar vergeleken kunnen worden om de informatie meer betrouwbaar te maken? (Als dat niet gebeurt in:

De onderzoeker legt uit hoe hij aan zijn gegevens komt, maar niet hoe de gegevens in de tabel tot stand zijn gekomen. Koolwaterstoffen, koolstofmonoxyde en stikstofdioxyden zijn (verontreinigende) bestanddelen van uitlaatgassen. In de fabriek wordt een aantal willokeurige auto's getest. Een gemiddelde van de gemeten gehalten aan verontreinigende stoffen is dan de vastgestelde uitstoot. De verontreinigingsnorm geeft de maximaal door de regering toegestane uitstoot.

Je kunt twifelen aan de geschiktheid (objectiviteit) van garage-eigenaren/personen als informatiebron voor luchtverontreiniging door auto's.

Als de onderzoeker gegevens uit andere bronnen gebruikt:

- zijn het recente gegevens?
- komen de gegevens uit een betrouwbare bron? (Of komen ze uit een bron die mogelijk belang heeft bij het ondersteunen van een bepaalde opvatting?)

Wat zijn de resultaten van het onderzoek?

- Is de informatie die verzameld wordt, geschikt om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
- Worden de informatie en gegevens kort en duidelijk weergegeven:
 - maakt de onderzoeker een samenvatting van de resultaten als hij veel meningen, waarnemingen of metingen heeft verzameld? (bijvoorbeeld: "In totaal 12 mensen zeiden vóór het wetsontwerp te zullen stemmen, en 28 mensen tégen").
 - geeft de onderzoeker zijn resultaten in de vorm van percentages? (bijvoorbeeld: "56% was vóór, 23% tégen en 21% had geen mening").
 - gebruikt de onderzoeker grafieken, tabellen, kaarten, plaatjes, enz. om zijn resultaten weer te geven?
 - kunnen de resultaten op een andere, betere manier weergegeven worden?
- Zijn er genoeg gegevens verzameld om op de onderzoeksvraag een antwoord te kunnen geven?

Garage-eigenaren/personeel heeft er belang bij dat het automerk dat zij verkopen een zo gunstig mogelijk beeld heeft. Daarom moeten de door de garages verstrekte gegevens gecontroleerd worden, door informatie uit andere bronnen (regering, consumentenorganisatie, o.i.d.) te verzamelen.

De gegevens zijn niet voldoende om een antwoord te geven op de vraag: "... uit te zoeken of sommige auto's minder verontreinigend zijn dan andere.". De gegevens laten hooguit zien dat er een verschil bestaat in koolstofdioxide-uitstoot tussen de Toyota en de Volkswagen. De waarden voor de koolwaterstoffen- en stikstofdioxide-uitstoot verschillen zo weinig dat het de vraag is of er wel een verschil is. De conclusie dat "... sommige auto's minder verontreiniging veroorzaken dan andere" kan niet gerechtvaardigd worden op basis van een steekproef, bestaand uit slechts twee automerken. Vooral niet omdat de betrouwbaarheid van de informatiebron ter discussie staat.

Welke conclusies levert het onderzoek op?

- Als er conclusies getrokken worden, zijn die dan gebaseerd op de gegevens? (Of trekt de onderzoeker conclusies uit onvoldoende of niet ter zake doende gegevens?)
- Kunnen er andere conclusies uit het verzamelde materiaal getrokken worden?
- Vergelijkt de onderzoeker informatie uit verschillende bronnen, en geeft hij de overeenkomsten en verschillen aan?
- Roept het onderzoek nieuwe vragen op?

Ik denk dat ik een paar antwoorden gevonden heb op de vraag "Hoe kan de luchtverontreiniging door auto's verminderd worden?". De luchtverontreiniging kan ten eerste verminderd worden door alleen auto's te kopen die de minste verontreiniging opleveren. Een Toyota en een Volkswagen zijn in dat opzicht beter dan een Ford of Renault. Ten tweede denk ik dat er veel gedaan kan worden naar aanleiding van mijn verkeerstelling en mijn telefonische enquête: 87% van de forensen die elke dag de auto gebruiken om naar Smogstad te reizen, zitten in hun eentje in hun eigen auto. Als je die mensen zo ver kunt krijgen dat ze met z'n tweeën in een auto gaan zitten, dan zou er maar de helft van de auto's nodig zijn, en de luchtverontreiniging door uitlaatgassen zou met de helft afnemen. Maar er is nog een andere mogelijkheid. Volgens mijn telefonische enquête zullen de meeste forensen op z'n minst bereid zijn goedkoop vervoer per sneltram uit te proberen, als die eenmaal aangelegd is.

STOP VOOR DISCUSSIE

kunnen de resultaten op een andere, betere manier weergegeven worden?

- Zijn er genoeg gegevens verzameld om op de onderzoeksvraag een antwoord te kunnen geven?

Welke conclusies levert het onderzoek op?

- Als er conclusies getrokken worden, zijn die dan gebaseerd op de gegevens? (Of trekt de onderzoeker conclusies uit onvoldoende of niet ter zake doende gegevens?)
- Kunnen er andere conclusies uit het verzamelde materiaal getrokken worden?
- Vergelijkt de onderzoeker informatie uit verschillende bronnen, en geeft hij de overeenkomsten en verschillen aan?
- Roept het onderzoek nieuwe vragen op?

Zoals al eerder aangegeven: de resultaten van de telefonische enquête zeggen niets over de opvattingen van de forensen, omdat die niet ondervraagd werden.

De stelling: "78% van de forensen die elke dag de auto gebruiken om naar Smogstad te reizen, zitten in hun eentje in hun eigen auto", is een gerechtvaardigde conclusie, aangenomen dat de telling inderdaad betrekking had op forensen verkeer.

Wijds er op dat de onderzoeker in dit geval erg voorzichtig geweest is met het neerschrijven van zijn conclusie. In plaats van over 78% van de forensen te praten, zegt hij: 78% van de forensen die elke dag de auto gebruiken om Er is dus enige aanleiding om te veronderstellen dat de onderzoeker sommige door hem gemaakt veronderstellingen ook heeft herkend, zonder dat overigens duidelijk op te schrijven.

De opmerking: "Als je die mensen zo ver kunt krijgen de luchtverontreiniging zou met de helft afnemen", is een redelijke voorspelling of veronderstelling (hypothese), geen conclusie. In staat zijn om redelijke voorspellingen te doen is één van de belangrijkste uitkomsten van (wetenschappelijk) onderzoek.

Welke conclusies levert het onderzoek op?

- Als er conclusies getrokken worden, zijn die dan gebaseerd op de gegevens? (Of trekt de onderzoeker conclusies uit onvoldoende of niet ter zake doende gegevens?).
- Kunnen er andere conclusies uit het verzamelde materiaal getrokken worden?
- Vergelijkt de onderzoeker informatie uit verschillende bronnen, en geeft hij de overeenkomsten en verschillen aan?
- Roept het onderzoek nieuwe vragen op?
- Geeft de onderzoeker aan op welke punten er aanvullende informatie verzameld zou moeten worden?
- Zijn er oplossingen voor het onderzochte probleem, en zijn deze mogelijke oplossingen aangegeven?
- Geeft de onderzoeker aan waarom zijn resultaten belangrijk kunnen zijn?
- Gaven de onderzoeksresultaten een mogelijke oplossing aan? Zo ja, worden ook alternatieve oplossingen besproken.

Omdat de telefonische enquête betrekking had op niet-forensen, kunnen er andere conclusies getrokken worden (howel gebaseerd op een te kleine steekproef), bijvoorbeeld niet-forensen nemen liever niet de bus naar Smogstad.

De onderzoeker heeft gegevens vergeleken, afkomstig uit een verkeerstelling en uit een telefonische enquête, deze gegevens waren echter niet vergelijkbaar omdat ze niet op dezelfde groep betrekking hadden.

Er worden twee mogelijke oplossingen voor het probleem aangegeven: sneltram en met elkaar meerijden. Het belang van het onderzoeksresultaat wordt waargegeven in de slotopmerkingen van de onderzoeker.

De onderzoeker zou de bijdrage van de uitlaetgassen aan de luchtverontreiniging kunnen vergelijken met de bijdrage van andere verontreinigingsbronnen, en zo wat duidelijker kunnen aangeven welke afname van de luchtverontreiniging er bereikt kan worden door de maatregelen die hij voorstelt. Daarvoor zal hij ook gegevens moeten hebben over het aandeel van het forensenverkeer in het totale verkeersbeeld.

Het hele onderzoek concentreert zich op de luchtverontreiniging. Als afsluiting kun je de leerlingen vragen welke andere factoren er rond het hele probleem spelen (bijvoorbeeld de kosten van de sneltram-verbinding, de gevolgen voor de werkgelegenheid bij een massaal gebruik van het sneltramsysteem, enz.)

6. FILMS, DIASERIES, LITERATUUR, ADRESSEN

FILMS

Technisch Filmcentrum, Arnhemsestraat 17, Velp (085-629188)

- G 140-987 Verkeersprobleem (28 min.; kleur, BP)
- G 138-676 Er was eens ... (30 min.; kleur; huidig en toekomstig railvervoer, SNCF)
- G 111-033 De dieselmotor (20 min.; kleur; Shell)
- 190-713 Sterling motor (18 min.; kleur)
- 2910 Geluidshinder (13 min.; kleur; introductie)

Rijksvoorlichtingsdienst, Anna Pauwlowastraat 76, Den Haag (070-614181)

- EV 490 De motor (17 min.; kleur, schema's en modellen van de zuigermotor)
- MS 1526 Lucht om te leven (29 min.; kleur, luchtverontreiniging in de VS, Shell)
- Wat een leven (18 min.; kleur, geluidsoverlast, Min. van Verkeer en Waterstaat)

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Deemstraat 1, Voorburg (070-694121)

Diverse films over verkeersveiligheid(sonderzoek)

LITERATUUR

Natuurkunde en Samenleving

Eykelhof e.a. VU-Amsterdam 1978

De toekomst van het autosysteem bij nader inzien

G. Hupkes, Intermediair 12 (2805, 0406, 1106, 1806-1976)

Energy conservation: ways and means

J. Over, Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Den Haag 1974

Verkeerslawaaï in Nederland

M.M.A. Jansen e.a., Coutinho, Muiderberg, 1977

Geluidbeheersing; Lawaaibestrijding

E. van Steenberghe, Nijgh en van Ditmar, Den Haag 1975

ADRESSEN

A.N.W.B., Wassenaarseweg 220, Den Haag (070-264426)
ENFB (Echte Nederlandsche Fietzersbond), Postbus 2150, Woerden (03480-16250)
Voorlichting Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Plesmanweg 1-6,
Den Haag (070-747474)
Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Dr. Reijersstraat 12,
Leidschendam (070-209260)
Nederlandse Stichting Geluidhinder, Stieltjesweg 1, Postbus 381,
Delft (015-562723)
RAI/BOVAG, Europaplein 2, Amsterdam (020-440944)
Stop de kindermoord, Postbus 5058, Amsterdam
Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Princessegracht 23, Den Haag
(070-184542)
Veilig Verkeer Nederland, Utrechtseweg 79, Hilversum (035-11441)
ROVER (Stichting Reizigers Openbaar Vervoer), Postbus 6141, Haarlem

7. IDEEEN DIE HIELPEN

Bij het schrijven van het leerlingenmateriaal en de AVOL is, naast de talrijke suggesties vanuit het PLON-team, gebruik gemaakt van ideeën die voorkomen in:

- Energy and Society, investigations in decision making (BSCS), Colorado, VS, 1977
- Natuurkunde in de Samenleving, Eykelhof e.a., VU-Amsterdam 1980
- TNO-nieuws, mei 1972
- Scholing in actie, uitgave kritische leraren, 1971

De AVOL voor de cursus 1981-82 is bijgesteld op grond van de ervaringen van verschillende proefschoolleraars met het werken aan dit NAS-deelthema. In hoofdstuk 10 zijn bovendien een tweetal proefwerken opgenomen, gemaakt door Charles van Raemdonck (Ashram College, Alphen a/d Rijn).

8. VRAGENLIJST VOOR DE LERAAR

NAS/STOPPEN OF DOORRIJDEN

1981-82

Lees de vragenlijst eerst even in grote lijnen door, dan krijg je een indruk hoe je de lijst "economisch" kan invullen, terwijl je toch je enthousiasme en je kritiek kwijt kan.

OVER DE LERAAR EN DE SCHOOL

Naam leraar

Naam school plaats

Leservaring natuurkunde: jaar, waarvan jaar met PLON

In welke klassen heb je met dit thema les gegeven? (leerjaar/schooltype)

Hoeveel leerlingen waren dit in totaal? leerlingen

HET THEMA IN GROTE LIJNEN

We zijn geïnteresseerd in de grote lijnen volgens welke je lessen verlopen zijn en hoe dit ging. Het gaat om de grote lijnen die jij zelf onderscheidt. Begin eerst in de linkerkolom de activiteiten op te schrijven die jij als afzonderlijke gehelen in je lessen ziet. Je kunt, als je dat wilt, de fasen oriëntatie t/m evaluatie aanhouden, zoals in onderstaand voorbeeld.

activiteit/werkvorm/materiaal	bedoelingen/ervaringen
Oriëntatie-fase onderdelen:	VOORBEELD
Onderzoeks-fase onderdelen:	
Rapportage en waarderingsfase onderdelen:	
Evaluatie-fase onderdelen:	

hierlangs afknippen

aktiviteit/werkvorm/materiaal

bedoelingen/ervaringen

Noem eens iets dat echt lekker liep bij dit thema

.....

.....

.....

Noem eens iets dat je echt tegenviel bij dit thema

.....

.....

.....

Ga je dit thema volgend jaar weer gebruiken?

Ja/Nee, want

.....

.....

Zijn er dan dingen die je beslist anders gaat doen?

.....

.....

.....

Heb je de leerlingen voor dit thema beoordeeld? Ja/Nee

Indien ja, welke leeractiviteiten (uit het schema op blz. 48 bijvoorbeeld) heb je in je beoordeling opgenomen?

.....

.....

Heb je een proefwerk gegeven? Ja/nee Zo ja, dan zouden we het op prijs stellen als je een copie van de opgaven bijsluit.

HET LESMATERIAAL

Wil je hieronder kort aangeven welk materiaal je gebruikt hebt en je eventueel commentaar daarbij geven?

		gebruikt (aangeven door x)	eventueel commentaar
<u>Leerlingboek</u>			
hfdst. 1	leestekst voor de oriëntatiefase		

		gebruikt	eventueel commentaar
hfdst. 2	thema-overzicht		
	oriëntatie op de onderzoeksmethode		
	deelonderzoeken:		
	1. energieverbruik		
	2. grondstoffenverbruik		
	3. snelheid		
	4. geluid(hinder)		
	5. verkeersdruk		
hfdst. 3	6. verkeers(on)-veiligheid		
	vergelijkingsmatrix		
	leestkest		

DE LEERDOELEN

In verband met de revisie van het thema vragen we je commentaar over de leerdoelen 1 tot en met 7 die in hoofdstuk 3 van de AVOL zijn weergegeven (blz. 10 ev., kolom 1).

De volgende leerdoelen vind ik erg waardevol om in dit thema na te streven:

de nummers

De volgende leerdoelen vind ik eigenlijk niet zo nodig:

De volgende keer dat ik dit thema geef, hoop ik meer aandacht te besteden aan de leerdoelen:

Ik hoop dat het PLON in de volgende versie van het thema meer aandacht besteedt aan de leerdoelen

.....

(je kunt hier eventueel ook andere noemen dan in hfdst. 3 genoemd zijn)

DE VOORBEREIDING

Hoeveel tijd heb je ongeveer besteed aan de voorbereiding van het thema (lessenplan, materiaal uitzoeken e.d., AVOL lezen, de voorbereidingsbijeenkomst van het PLON enz.)? Ca. uur.

Heb je de voorbereidingsbijeenkomst van het PLON bijgewoond? Ja/nee

Indien ja, gaf dat veel extra's boven de AVOL?

.....

Op welke hoofdstukken heb je de nadruk gelegd bij het lezen van de AVOL? Zijn er ook hoofdstukken die je nauwe-

lijks gelezen hebt?

Welke drie hoofdstukken vond je het meest waardevol?

Wat zijn de belangrijkste dingen die je uit de AVOL gehaald hebt?

.....

Wat heb je gemist in de AVOL?

.....

HET LESMATERIAAL IN DE AVOL

Wil je hieronder kort aangeven welk lesmateriaal uit de AVOL je gebruikt hebt, en je eventueel commentaar daarbij geven?

	gebruikt (aangeven door x)	eventueel commentaar
verkeerstest 1		
probleemgebied		
verkeerstest 2		
verkeerstest 3		
verkeerstest 4		
gids voor het lezen van teksten		
luchtverontreiniging in Smogstad		

9. LEERLINGMATERIALEN DIE HET LEERLINGBOEK COMPLETEREN

Tot besluit van deze avol drukken we nog wat gebruiksklaar leerlingenmateriaal af.

Omdat het gebruik van dit materiaal afhangt van het opgestelde lessensplan (en van de hoeveelheid tijd die voor het deelthema beschikbaar is), is dit materiaal niet in het leerlingenboek opgenomen. Voor gebruik in de klas van (delen van) dit materiaal zal de school zelf voor vermenigvuldiging moeten zorgen.

Je treft achtereenvolgens aan:

1. Verkeerstest 1
2. Probleemgebied
3. Verkeerstest 2
4. Verkeerstest 3
5. Verkeerstest 4
6. Gids voor het lezen van teksten
7. Luchtverontreiniging in Smogstad

Hieronder volgen een aantal beweringen over verkeer en transport. Lees elke bewering, en beslis of je het er mee eens bent of oneens, of dat je het gewoon niet weet. Maak dan het rondje bij het door jou gekozen antwoord zwart. Geef bij elke bewering maar één antwoord. Bij veel vragen kan niet gesproken worden van één "juist" antwoord omdat het er om gaat wat jij er van vindt. Je wordt op dit vragenlijstje dan ook niet beoordeeld.

	eens	weet niet	oneens
1. Om naar school te lopen gebruik je méér energie in de vorm van voedsel dan wanneer je met de fiets gaat.	☐	☐	☐
2. De regering zou een belastingverlaging moeten invoeren voor mensen die in kleine auto's rijden	☐	☐	☐
3. Verkeer en transport zorgen voor méér dan de helft van het energieverbruik in Nederland	☐	☐	☐
4. Beperking van het goederenvervoer over de weg zou een goede manier zijn van brandstofbesparing	☐	☐	☐
5. Zo lang anderen nog in grote auto's rondrijden, is er geen enkele reden waarom ik op de fiets zou blijven gaan	☐	☐	☐
6. De benzineprijzen zullen zeer snel lager worden	☐	☐	☐
7. Kleine auto's zijn oncomfortabel	☐	☐	☐
8. De "energiecrisis" is een uitvinding van de oliemaatschappijen om zo de prijzen te kunnen opdrijven en méér winst te kunnen maken	☐	☐	☐
9. Auto-ontwerpers besteden meer aandacht aan hoe het ding er uitziet, dan aan hoeveel energie hij verbruikt	☐	☐	☐
10. In Nederland is de luchtverontreiniging door het goederenvervoer over de weg groter dan de luchtverontreiniging door personenauto's	☐	☐	☐

	eens	weet niet	oneens
11. Als je kijkt naar het energieverbruik dan is het voordeliger om goederen met de trein te vervoeren in plaats van per vrachtwagen	☐	☐	☐
12. Een bus kan evenveel personen vervoeren als er gemiddeld in dertig personenauto's zitten	☐	☐	☐
13. Als je benzinetank van je auto vrijwel leeg is, moet je met maximumsnelheid naar het dichtsbijzijnde tankstation rijden	☐	☐	☐
14. Het energieverbruik bij verkeer en transport zou sterk omlaag gebracht kunnen worden door het ontwikkelen van motoren met een hoger rendement	☐	☐	☐
15. Om energie te besparen moet de regering een benzinerantsoenering invoeren	☐	☐	☐
16. De uitlaatgassen van auto's met benzine-motoren bevatten veel meer giftig koolstofmonoxyde dan de uitlaatgassen van een dieselmotor; daarom moeten alle voertuigen van dieselmotoren voorzien worden	☐	☐	☐
17. Om de toenemende verkeersdruk te bestrijden, moet de regering méér en bredere autowegen laten aanleggen	☐	☐	☐
18. Reizen met de fiets is veel veiliger dan met de auto	☐	☐	☐
19. In het stadsverkeer is de snelheid van een auto tijdens het spitsuur ongeveer even groot als die van een fiets	☐	☐	☐
20. Om energie te besparen moet de regering er bij iedereen op aandringen de auto wat vaker te laten staan	☐	☐	☐

Bewering:

mee eens / mee oneens

Geef aan of de groep het met de hierboven staande bewering eens of oneens was. Probeer nu zo veel mogelijk argumenten te geven waarom je die mening hebt. Daarna probeer je bij elk argument aan te geven of dit argument een feit, aanname of een mening is.

Feit informatie afkomstig uit onderzoek, dat gecontroleerd kan worden: "Het lijkt mij vaststaan dat....."

Aanname een bewering waarvan aangenomen wordt dat die juist is, maar waarvoor (nog) geen bewijs op tafel licht: "Je mag veronderstellen dat"

Mening een oordeel (standpunt) gebaseerd op persoonlijke ervaringen of gevoelens: "Ik vind dat"

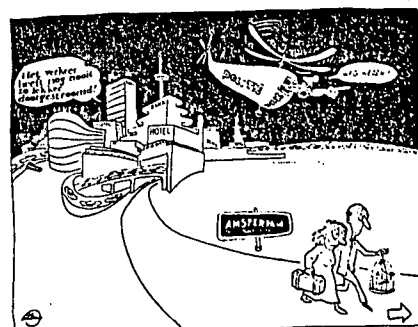
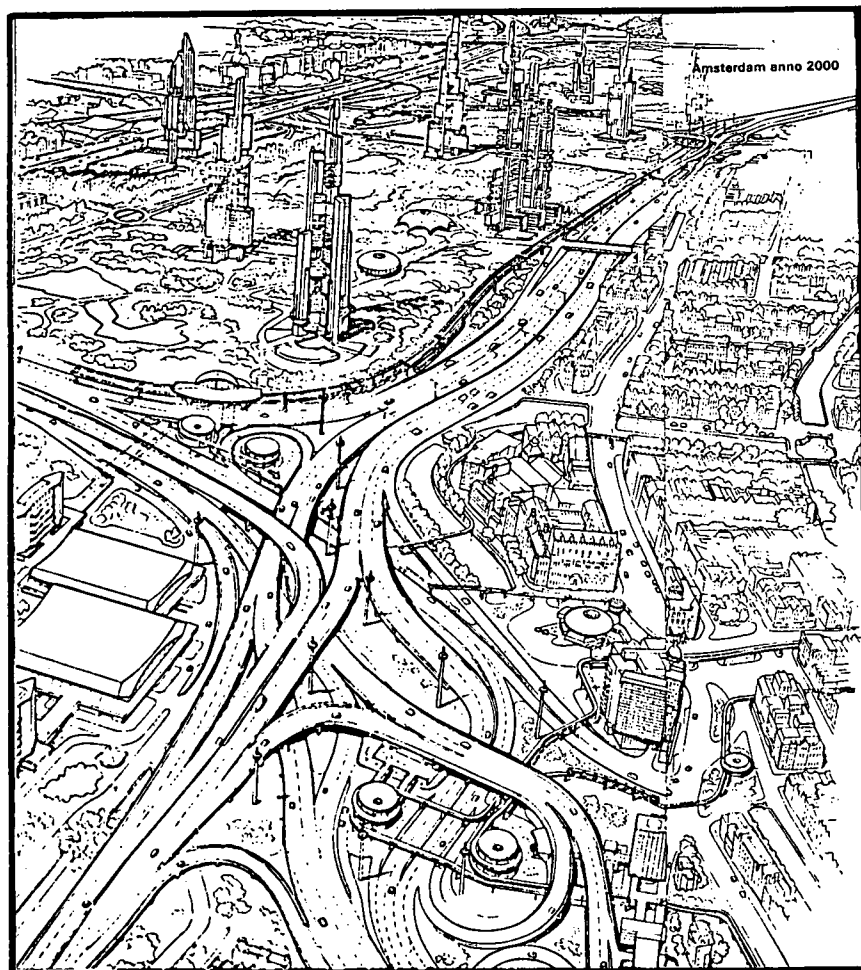
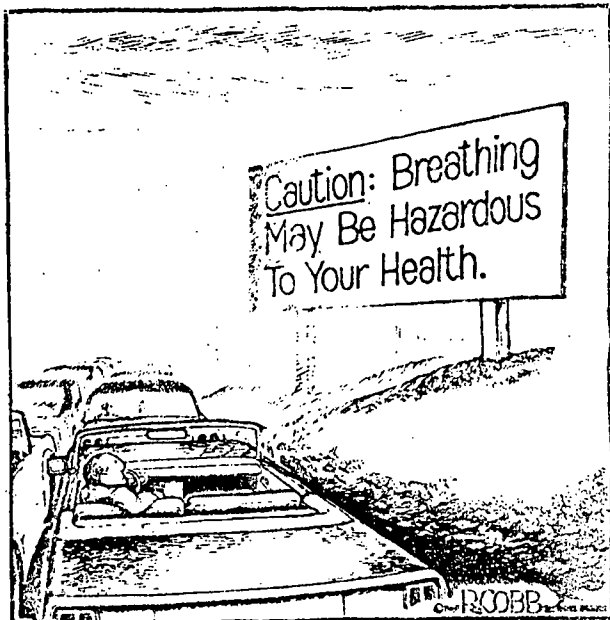
argument	feit, aanname of mening?

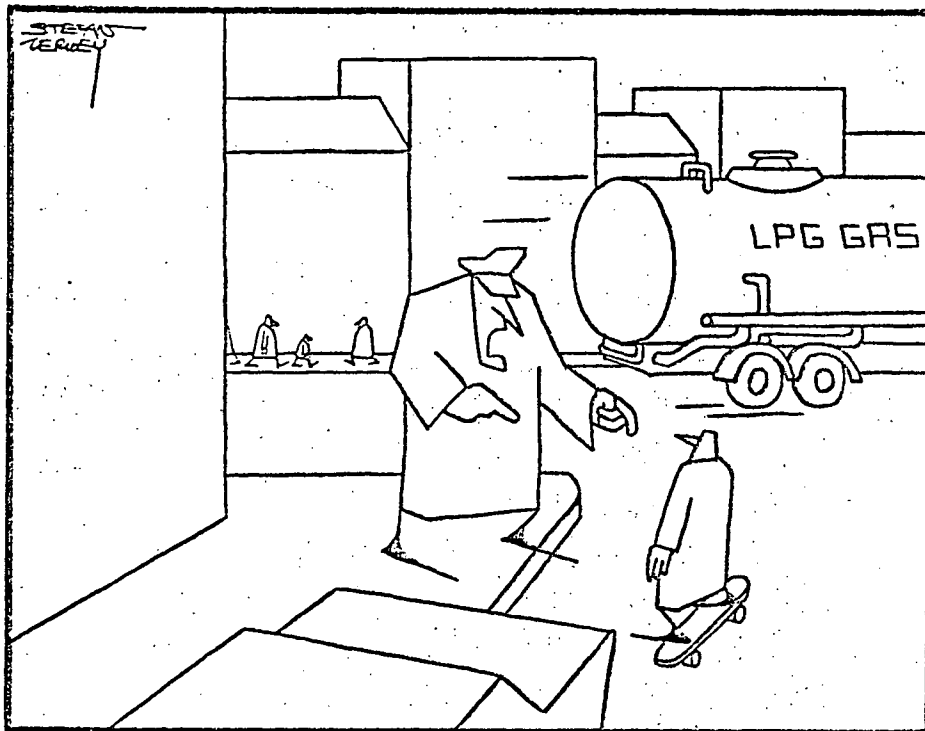
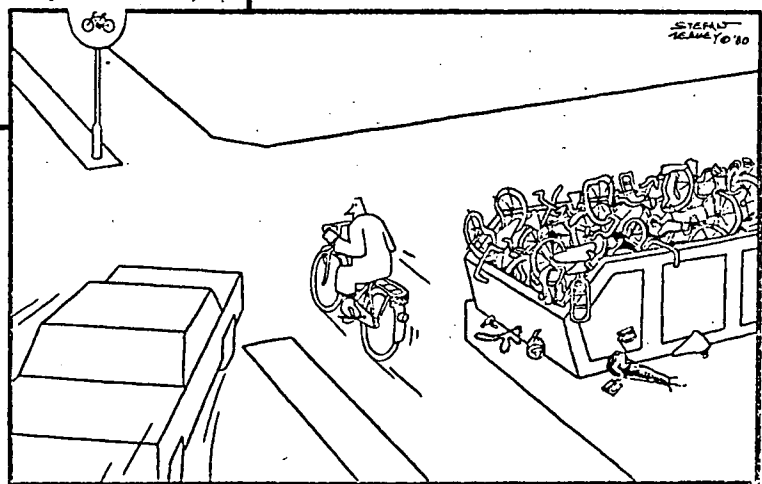
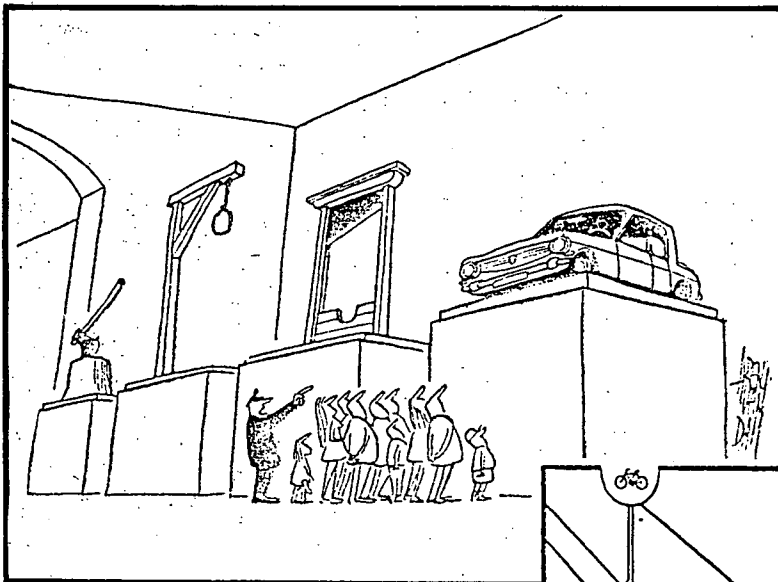
Bewering:

Jullie groep kon niet beslissen of je het met de hierboven staande bewering eens of oneens was. Je probeert nu over drie dingen een beslissing te nemen: wat zou je willen weten om een beslissing over de bewering te kunnen nemen, waarom denk je dat je die informatie nodig hebt, waar zou je de gewenste informatie kunnen vinden?

welke informatie hebben we nodig?	waarom hebben we die informatie nodig?	waar kunnen we die informatie vinden?

Schrijf bij elk plaatje je eigen commentaar.





De opkomst van het gemotoriseerde transport van personen en goederen is een zaak waar natuurkunde en techniek van alles mee te maken hebben (gehad). Maak een lijstje van onderwerpen die volgens jou te maken hebben met de gevolgen van verkeer en transport op grote schaal voor de samenleving.

Lees eerst de tekst van hoofdstuk 1: "Van lopen tot stilstaan"

OPDRACHTEN

1. Geef in maximaal 200 woorden een samenvatting van hoofdstuk 1.

-
2. Zoek in de tekst van hoofdstuk 1 minstens één feit en één mening op.

Feit(en):

Mening(en)

Lees de onderzoekopdrachten in hoofdstuk 2: "Kiezen tussen rail en vangrail"

Beantwoord tijdens het doorlezen de vragen die hieronder staan.

VRAGEN

1. Een elektromotor heeft een rendement van 80%. Een benzinemotor heeft een veel lager rendement. Uit het oogpunt van energieverbruik is het dus beter zoveel mogelijk elektromotoren te gebruiken in plaats van benzine-motoren.
Geef minstens één argument waarom dit laatste twijfelachtig is.
2. Energiebesparing in het verkeer is onder andere mogelijk door in kleinere en lichtere voertuigen te gaan rijden.
Leg uit waarom dit zo is.
3. Dreigende uitputting van (sommige) grondstoffenvoorraden maakt het nodig om zuinig met de beschikbare grondstoffen om te springen. Voor het maken van een treinstel heb je veel meer grondstoffen (en energie) nodig dan voor het maken van een auto. Uit het oogpunt van grondstoffenverbruik is het dus beter om in auto's rond te rijden dan om met de trein te gaan. Geef minstens één argument die de laatste bewering op losse schroeven zet.
4. Met de auto en de fiets kun je direct van de ene plaats naar de andere reizen (in tegenstelling tot het vervoer per trein of bus). Als je met de auto gaat, kost je dat echter veel minder tijd dan met de fiets.
Wat kun je tegen deze laatste bewering inbrengen?

5. Waarom is het invoeren van snelheidsbeperkingen een maatregel die geluidsoverlast door het verkeer bestrijdt?
6. Een auto is veel kleiner dan een bus. Uit het oogpunt van het tegengaan van verkeersopstoppingen is het dus beter om een auto te gebruiken dan om de bus te nemen.
Welk bezwaar kun je tegen deze bewering in brengen?
7. Waardoor is de remweg van een trein veel langer dan de remweg van een auto?
Waardoor is vervoer per trein dan toch veiliger dan vervoer per auto?
8. Auto's kunnen voor inzittenden veiliger gemaakt worden door kooikonstrukties en kreukelzones.
Geef (minstens twee) redenen waardoor dit leidt tot een hoger energieverbruik van zo'n veilig(er) gemaakte auto.

Eigenlijk is dit geen test. Hieronder staat een omschrijving van de onderdelen uit het PLON-examenprogramma die met dit thema te maken hebben. Je kunt bij deze test nagaan waar de informatie, die bij die onderdelen hoort, te vinden is in het PLON-materiaal. Schrijf achter elk woord (of elke zin) een samenvattend "antwoord". Bij sommige woorden of zinnen zul je in het materiaal geen "antwoord" vinden. Dat komt omdat die informatie door sommige onderzoeksgroepen verzameld is. Je kunt die groepen vragen of zij die informatie kunnen geven.

VRAGEN	SAMENVATTING INFORMATIE
algemeen:	
1. Welke vervoermiddelen zijn er?	
2. Waardoor is het vervoer van personen en goederen in de loop van deze eeuw sterk gegroeid?	
3. Welke gevolgen heeft die groei van verkeer en transport voor de (Nederlandse) samenleving?	
4. Welk(e) verschil(len) bestaan er tussen openbaar vervoer en particulier vervoer?	
5. Op welke punten kun je vervoermiddelen met elkaar vergelijken, en waarom is zo'n vergelijking belangrijk?	
energie:	
6. Welke factoren bepalen het energieverbruik van vervoermiddelen	

7. Hoe vergelijk je het energieverbruik van vervoermiddelen?
8. Welke manieren zijn er om het energieverbruik bij verkeer en transport te beperken?

verkeers(on)veiligheid:

9. Op welke manier(en) kan de veiligheid van vervoermiddelen voor de inzittenden vergroot worden?
10. Welke (wettelijke) maatregelen kunnen er genomen worden om de verkeersveiligheid te verbeteren?

geluid(hinder):

11. Hoe wordt geluidsterkte gemeten?
12. Welke gevolgen kan een te grote geluidsterkte (of geluidsoverlast) hebben?
13. Wat zijn de geluidbronnen bij (weg)verkeer; waarvan is de geluidsterkte van deze bronnen afhankelijk?
14. Welke (wettelijke en technische) maatregelen kunnen er genomen worden om geluidsoverlast tegen te gaan?
15. Welke effecten hebben akoestische schermen, geluidwallen en beplanting op de geluidsterkte?

16. Waarvan hangt de geluid-
isolatie van wanden
(muren) af?

luchtverontreiniging:

17. Welke vormen van lucht-
verontreiniging worden
door het verkeer veroor-
zaakt?

18. Welke gevolgen hebben
deze verontreinigingen
voor het milieu en je
gezondheid?

19. Welk verband bestaat
er tussen luchtveront-
reiniging en energie-
verbruik?

Deze gids kan handig zijn als je teksten leest, waarin onder andere onderzoeksresultaten beschreven worden. Met behulp van deze gids kun je zo'n tekst kritisch bekijken. Je kunt de gids dus ook gebruiken om de resultaten van je eigen onderzoek te bekritisieren (en daarna je onderzoek beter op te zetten)!

Wat wordt er onderzocht?

- Geeft de onderzoeker duidelijk aan op welke vraag hij een antwoord probeert te vinden?
- Legt hij uit waarom die vraag belangrijk is?
- Gaat hij bij zijn onderzoek uit van veronderstellingen ("het is duidelijk dat.....", "iedereen weet dat.....", "het is vanzelfsprekend dat", enz.), zonder dat onderzocht wordt of ze wel waar zijn?

Hoe wordt er onderzocht?

- Wordt de manier waarop de gegevens verzameld zijn, duidelijk en gedetailleerd beschreven, zodat je precies kunt nagaan wat de onderzoeker gedaan heeft?
- Is deze manier de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
(bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker mensen om informatie te verkrijgen, terwijl hij die informatie ook had kunnen verzamelen met eigen waarnemingen of metingen?)
- Is de bron van de gegevens de meest geschikte om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
(bijvoorbeeld: interviewt de onderzoeker volwassenen om uit te vinden wat kinderen denken van een bepaald probleem?)
- Is er meer dan één informatiebron gebruikt, zodat de gegevens uit verschillende bronnen met elkaar vergeleken kunnen worden om de informatie meer betrouwbaar te maken? (Als dat niet gebeurt is: welke andere informatiebronnen had de onderzoeker kunnen gebruiken?).

Als de onderzoeker gevraagd heeft naar meningen die mensen hebben:

- legt de onderzoeker uit
 - welke vragen hij gesteld heeft, en waar en wanneer hij dat deed?
 - aan wie heeft hij die vragen gesteld?
 - aan hoeveel mensen hij die vragen gesteld heeft?
 - hoe hij die groep mensen heeft samengesteld?
 - zijn de gestelde vragen "neutraal"? (Of laat de onderzoeker merken welk antwoord hij wil hebben, zoals "vindt u niet dat ...?")
 - is het aantal mensen aan wie de vragen voorgelegd zijn, groot genoeg en zijn deze mensen willekeurig uitgekozen? (Of heeft de onderzoeker maar een paar mensen ondervraagd?)
-

Als de onderzoeker zelf waarnemingen en/of metingen gedaan heeft:

- legt de onderzoeker uit
 - wat hij waargenomen of gemeten heeft?
 - hoe, wanneer en waar hij zijn waarnemingen of metingen gedaan heeft?
 - hoeveel waarnemingen en metingen aan hetzelfde verschijnsel hij deed op verschillende tijdstippen of op verschillende plaatsen?
- zijn de waarnemingen of metingen herhaald om er zeker van te zijn dat ze juist zijn?
- zijn de waarnemingen of metingen zonder vooringenomenheid verricht? (Of lijkt het erop dat de onderzoeker alleen die gegevens verzamelt, die één bepaalde opvatting ondersteunen?).

Als de onderzoeker gegevens uit andere bronnen gebruikt:

- zijn het recente gegevens?
- komen de gegevens uit een betrouwbare bron? (Of komen ze uit een bron die mogelijk belang heeft bij het ondersteunen van een bepaalde opvatting?)

Wat zijn de resultaten van het onderzoek?

- Is de informatie die verzameld wordt, geschikt om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden?
- Worden de informatie en gegevens kort en duidelijk weergegeven:
 - maakt de onderzoeker een samenvatting van de resultaten als hij veel meningen, waarnemingen of metingen heeft verzameld? (bijvoorbeeld: "In totaal 12 mensen zeiden vóór het wetsontwerp te zullen stemmen, en 28 mensen tégen").
 - geeft de onderzoeker zijn resultaten in de vorm van percentages? (bijvoorbeeld: "56% was vóór, 23% tégen en 21% had geen mening").
 - gebruikt de onderzoeker grafieken, tabellen, kaarten, plaatjes, enz. om zijn resultaten weer te geven?
 - kunnen de resultaten op een andere, betere manier weergegeven worden?
- Zijn er genoeg gegevens verzameld om op de onderzoeksvraag een antwoord te kunnen geven?

Welke konklusies levert het onderzoek op?

- Als er konklusies getrokken worden, zijn die dan gebaseerd op de gegevens? (Of trekt de onderzoeker konklusies uit onvoldoende of niet ter zake doende gegevens?).
 - Kunnen er andere konklusies uit het verzamelde materiaal getrokken worden?
 - Vergelijkt de onderzoeker informatie uit verschillende bronnen, en geeft hij de overeenkomsten en verschillen aan?
 - Roept het onderzoek nieuwe vragen op?
-

- Geeft de onderzoeker aan op welke punten er aanvullende informatie verzameld zou moeten worden?
 - Zijn er oplossingen voor het onderzochte probleem, en zijn deze mogelijke oplossingen aangegeven?
 - Geeft de onderzoeker aan waarom zijn resultaten belangrijk kunnen zijn?
 - Geven de onderzoeksresultaten een mogelijke oplossing aan? Zo ja, worden ook alternatieve oplossingen besproken.
-

Aan de redactie van Smogstadsblad,

In uw krant las ik onlangs, dat wonen in Smogstad en het inademen van de lucht hier, hetzelfde betekent als twee pakjes sigaretten per dag roken. Iedereen weet dat auto's een heleboel luchtverontreiniging veroorzaken, dus ik heb uitgezocht hoe de luchtverontreiniging door auto's verminderd kan worden. Ik denk dat daar veel aan gedaan kan worden.

Ik denk dat auto's veel gebruikt worden door mensen die iedere dag naar hun werk in Smogstad rijden: door de forensen dus. Ik heb dat gecontroleerd door alle auto's die via de snelweg tussen 07.30 en 08.30 uur op een dinsdagmorgen Smogstad binnenreden te tellen. In dat uur kwamen er 1452 auto's voorbij! In 1128 auto's, ofwel 78%, zat slechts één persoon: de bestuurder. In 192 auto's, ofwel 13%, zaten twee personen en in de rest van de auto's (9%) zaten drie of meer personen. Deze gegevens maken duidelijk dat de meeste forensen in hun eentje naar Smogstad rijden. Dus vrijwel iedere forens, die dagelijks voor zijn werk naar de stad komt, betekent één binnenrijdende auto.

Naar aanleiding van deze informatie heb ik per telefoon een onderzoek gedaan naar de opvatting van forensen over het gebruik van openbaar vervoer. Ik heb 20 namen in het telefoonboek geprikt, en deze mensen een aantal vragen over de telefoon voorgelegd. Dat heeft me een hele week gekost, want veel mensen bleken overdag nooit thuis te zijn. Daardoor moest ik nieuwe namen prikken.

De volgende tabel geeft een overzicht van de vragen die ik gesteld heb en de resultaten.

Telefonische enquête

	meer dan eenmaal per week	eenmaal per week	minder dan een- maal per week	zelden of nooit
1. Hoe vaak gaat u naar Smogstad?	1	3	15	1
	altijd of bijna altijd	af en toe	nooit	
2. Op welke manier gaat u naar Smogstad?				
- met eigen auto?	14	5	1	
- meerijden met iemand anders	2	8	10	
- met de bus?	0	1	19	
	ja	nee	misschien	
3. Zou u met de bus gaan als dat minder kost dan met de auto?	2	14	4	

	ja	nee	misschien
Er bestaat een plan om een sneltramsysteem aan te leggen tussen Smogstad en de omringende plaatsen.			
Zou u die sneltram gebruiken als dat minder gaat kosten dan het gebruik van uw eigen auto?	5	4	11
Auto's veroorzaken 90% van de verontreiniging van onze lucht. Is dat voor u een reden om de sneltram te nemen, zodra die aangelegd is?	8	3	9
	ernstig	matig	geen last van
4. Hoe beoordeelt u de luchtverontreiniging in onze streek?	7	12	1
	een grote bijdrage	een matige bijdrage	nauwelijks een bijdrage
5. Wat is uw mening over het aandeel van auto's in de luchtverontreiniging?	15	4	1

De gegevens uit de tweede vraag uit de tabel stemmen overeen met het resultaat van mijn telling op de snelweg. De meeste mensen rijden alleen in hun auto, zonder medepassagiers. De antwoorden op de derde vraag geven aan dat men liever niet met de bus gaat. Maar ook dat de mensen wel de sneltram willen nemen in plaats van hun eigen auto als dat snel genoeg gaat en goedkoop genoeg is. De vragen 4 en 5 heb ik opgenomen om er achter te komen of de geïnterviewden auto's (en de luchtverontreiniging die zij veroorzaken) als een probleem ervaren. De antwoorden geven aan dat de mensen dat inderdaad zo zien.

Ik heb ook geprobeerd uit te zoeken of sommige auto's minder verontreinigend zijn dan andere. De resultaten van dit deel van mijn onderzoek zijn erg interessant. Ik heb met mensen van Ford-, Renault-, Volkswagen- en Toyotagarages hier in de stad gepraat, en ze gevraagd hoeveel verontreiniging er in de uitlaatgassen van hun nieuwste modellen zit.

Bij de Ford- en Renaultgarage konden ze dat niet vertellen, omdat ze die gegevens niet van de fabriek doorkrijgen. Maar volgens hen voldoen de nieuwste modellen wel aan de door de regering opgestelde normen.

De twee andere garages gaven de volgende gegevens:

	verontreinigings norm	Toyota	Volkswagen
-----	-----	-----	-----
koolwaterstoffen	1,6 9/km	1,2 9/km	1,2 9/km
koolstofmonoxyde	20 9/km	9 9/km	20 9/km
stikstofoxyden	1,5-1,6 9/km	1,9 9/km	1,2 9/km
-----	-----	-----	-----

Beide automerken voldoen aan de verontreinigingsnormen; de verontreiniging door een Toyota is minder dan die door een Volkswagen. De resultaten laten zien dat sommige auto's minder verontreiniging veroorzaken dan andere. Het maakt dus verschil uit in welk automerk je rijdt.

Ik denk dat ik een paar antwoorden gevonden heb op de vraag "Hoe kan de luchtverontreiniging door auto's verminderd worden?". De luchtverontreiniging kan ten eerste verminderd worden door alleen auto's te kopen die de minste verontreiniging opleveren. Een Toyota en een Volkswagen zijn in dat opzicht beter dan een Ford of Renault. Ten tweede denk ik dat er veel gedaan kan worden naar aanleiding van mijn verkeerstelling en mijn telefonische enquête: 87% van de forensen die elke dag de auto gebruiken om naar Smogstad te reizen, zitten in hun eentje in hun eigen auto. Als je die mensen zo ver kunt krijgen dat ze met z'n tweeën in een auto gaan zitten, dan zou er maar de helft van de auto's nodig zijn, en de luchtverontreiniging door uitlaatgassen zou met de helft afnemen. Maar er is nog een andere mogelijkheid. Volgens mijn telefonische enquête zullen de meeste forensen op z'n minst bereid zijn goedkoop vervoer per sneltram uit te proberen, als die eenmaal aangelegd is.

10. VOORBEELDEN VAN TOETS- OF EXAMENVRAGEN

1. Geef minstens twee redenen voor de sterke toename van verkeer en transport in de loop van deze eeuw.
2. Noem minstens drie problemen die ontstaan bij een sterke toename van verkeer en transport in een dichtbevolkte samenleving.
3. Uit het oogpunt van energiebesparing zou de regering een belastingverlaging moeten invoeren voor mensen die in kleine auto's rijden.
 - a. Geef één argument dat deze mening ondersteunt.
 - b. Geef één argument dat deze mening bestrijdt.
4. Noem de naar jouw idee belangrijkste maatregelen om op de volgende gebieden de problemen, die het verkeer veroorzaakt, te verminderen. Geef steeds minstens één argument voor elke maatregel.
 - a. energieverbruik.
 - b. geluidhinder.
 - c. file-vorming.
 - d. onveiligheid.
 - e. luchtverontreiniging.
5. In vergelijking met benzine-motoren hebben electromotoren een hoog rendement: 70% van de elektrische energie die erin gestopt wordt kan nuttig gebruikt worden voor de voortbeweging. Bij benzinemotoren is het rendement slechts 25%. Verder zijn electromotoren geruisloos in vergelijking met benzinemotoren en produceren ze ook geen uitlaatgassen.

Geef op elk van de drie genoemde punten (rendement, lawaai en luchtverontreiniging) je bezwaren tegen deze vergelijking van een electromotor met een benzinemotor als krachtbron voor wegverkeer.
6. Om een afstand van 1 km af te leggen heeft een elektrische auto $0,35 \text{ kWh} = 1,26 \cdot 10^6 \text{ J}$ aan elektrische energie nodig. De elektrische energie moet in een elektriciteitscentrale opgewekt worden door de verbranding van fossiele brandstoffen. Die centrale heeft een rendement van 40%.
 - a. Hoeveel Joule in de vorm van fossiele brandstoffen wordt er in de elektriciteitscentrale verbruikt om een elektrische auto 1 km te laten rijden?

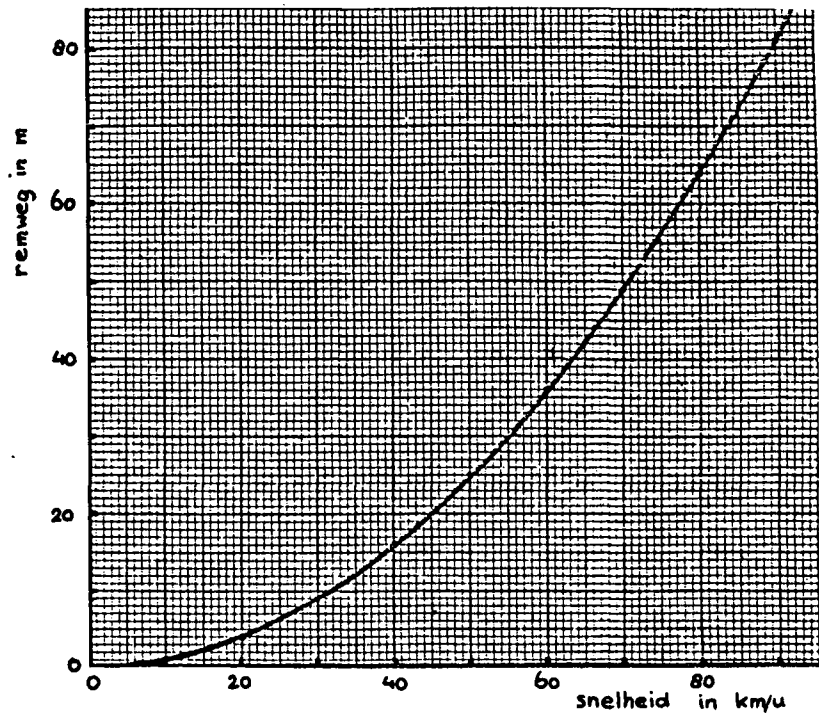
Een auto met benzinemotor heeft een benzineverbruik van 1 liter op een afstand van 10 km. In 1 liter benzine zit een energie van $33 \cdot 10^6 \text{ J}$ opgeslagen.
 - b. Hoeveel Joule in de vorm van benzine wordt er verbruikt om de auto met benzinemotor 1 km te laten rijden?
 - c. Welk soort motor, een benzinemotor of een electromotor, is vanuit het oogpunt van energieverbruik het meest geschikt als krachtbron voor wegverkeer.

7. Om het energieverbruik van vervoermiddelen te vergelijken, kijk je naar de energie die een vervoermiddel nodig heeft om één reiziger over een afstand van 1 km te vervoeren.
- Hoe groot is het energieverbruik per reizigerskilometer van een auto die een afstand van 10 km aflegt op 1 liter ($= 33 \cdot 10^6$ J) benzine als er twee mensen in de auto zitten. Bij vrachtvervoer gaat het niet om reizigers die vervoerd moeten worden, maar om een hoeveelheid goederen.
 - Op welke manier zou je het energieverbruik van vrachtvervoermiddelen kunnen vergelijken?
 - Hoe groot is het energieverbruik per kg.kilometer van een bestelwagen die een afstand van 8,5 km aflegt op 1 liter benzine, als er 600 kg vracht vervoerd wordt?
8. Het energieverbruik bij vrachtvervoer kan vergeleken worden door te kijken naar de energie die nodig is om met verschillende transportmiddelen 1 ton ($= 1000$ kg) vracht over een afstand van 1 km te vervoeren. In de tabel vind je gegevens over dit energieverbruik:

transportmiddel	snelheid in km/u	energieverbruik bij gemiddelde belading in J/ton km
vrachtwagen	70	$4,1 \cdot 10^6$
electrische trein (incl. electriciteitsopwekking)	85	$0,51 \cdot 10^6$
binnenvaartuig	15-30	$0,21 \cdot 10^6$
pijpleiding		$0,23 \cdot 10^6$

- Waarom worden in de tabel ook gegevens over de snelheid opgenomen?
- Rangschik de genoemde transportmiddelen naar toenemend energieverbruik.
- Wat is vanuit energie-oogpunt de beste manier om een lading koelkasten te vervoeren? Welk bezwaar kun je tegen deze oplossing aanvoeren?
- Wat is vanuit energie-oogpunt de beste manier om een hoeveelheid aardolie te vervoeren? Welk bezwaar kun je tegen deze oplossing aanvoeren?
- Wat is de snelste manier om een hoeveelheid vracht te vervoeren? Geef een toelichting bij je antwoord.

9. In de grafiek zie je de gemiddelde remweg van een auto bij verschillende snelheden.



- Hoe groot is de veilige onderlinge afstand tussen twee auto's als zij met een snelheid van 80 km/uur rijden?
- Hoeveel auto's kunnen er tegelijkertijd veilig rijden op een enkelbaansweg met een lengte van 1 km? (De gemiddelde lengte van een personenauto is 5 m).
Schrijf je berekening op.

Op een weg met een lengte van 1 km (enkelbaans) kunnen tegelijkertijd 14 auto's veilig rijden met een snelheid van 80 km/uur: de capaciteit van de weg is 14 voertuigen/km.

- Leg uit hoe de wegcapaciteit verandert bij een grotere snelheid van de auto's.

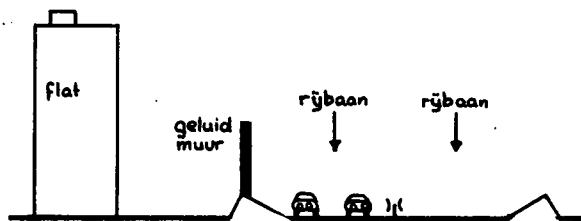
Een trein heeft bij een snelheid van 80 km/uur een remweg van 2 km, en is 100 m lang.

- Waardoor is de remweg van een trein zo groot in vergelijking met die van een auto?
- Bereken de capaciteit van een (enkelbaans) spoorlijn. Als je de berekening van de capaciteit van de spoorlijn goed uitvoert, vind je een veel kleinere capaciteit dan bij een enkelbaansweg. Er kunnen dus méér auto's veilig op een weg van 1 km lengte rijden, dan treinen op een spoorbaan van dezelfde lengte.
- vind je de capaciteit van een weg/spoorlijn een goede manier om het ruimtegebruik van auto's en treinen met elkaar te vergelijken? Noem minstens één bezwaar tegen deze manier van vergelijken van het ruimtegebruik.
- Wat moet je weten om het ruimtegebruik van auto en trein wel goed met elkaar te kunnen vergelijken? En hoe vergelijk je dat ruimtegebruik dan?

10.
 - a. Welke onderdelen van een rijdend motorvoertuig veroorzaken lawaai?
 - b. Waarvan is de geluidproductie van een rijdend voertuig afhankelijk?
 - c. Geef drie mogelijkheden voor de bestrijding van geluidoverlast door wegverkeer
 - d. Geef aan wat de bron is van het lawaai dat een trein maakt. Kun je maatregelen verzinnen die deze vorm van geluidhinder bestrijden?

11. In de tekening zie je het ontwerp voor een geluidmuur langs een verkeersweg.

- a. Leg uit welke fout de ontwerpers gemaakt hebben.
- b. Er zijn twee oplossingen mogelijk om de gemaakte fout te herstellen. Noem ze allebei en geef ze weer in een tekening.

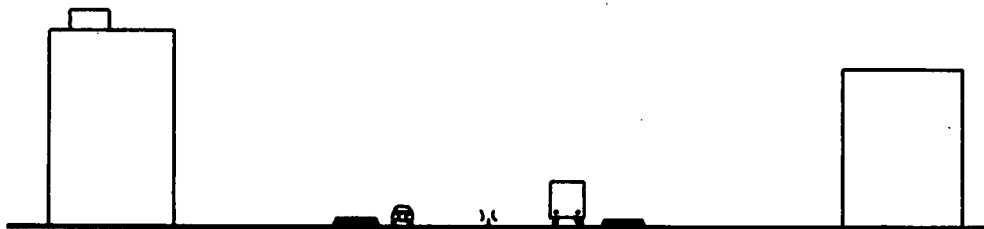


Enkele jaren later besluit de gemeenteraad dat er aan de andere kant van de weg ook flats gebouwd moeten worden.

Deze flats worden heel slim ontworpen. Ze krijgen aan de kant van de verkeersweg een hele dikke muur zonder ramen, zodat de flats aan de kant van de verkeersweg heel goed tegen geluid geïsoleerd zijn.

- c. Welk gevolg heeft de bouw van deze nieuwe flat voor de bewoners van de oude flat wat betreft de geluidoverlast?
- d. Welke extra voorziening zou er nog op de dikke buitenmuur van de nieuw te bouwen flat aangebracht moeten worden om de geluidoverlast voor bewoners van de oude flat weer te beperken?

12. In de tekening zie je de doorsnede van een flatgebouw naast een snelweg. Teken hierin een geluidwal met een hoogte die jij wenselijk vindt. Noem de argumenten, waarom je de wal juist die hoogte geeft.

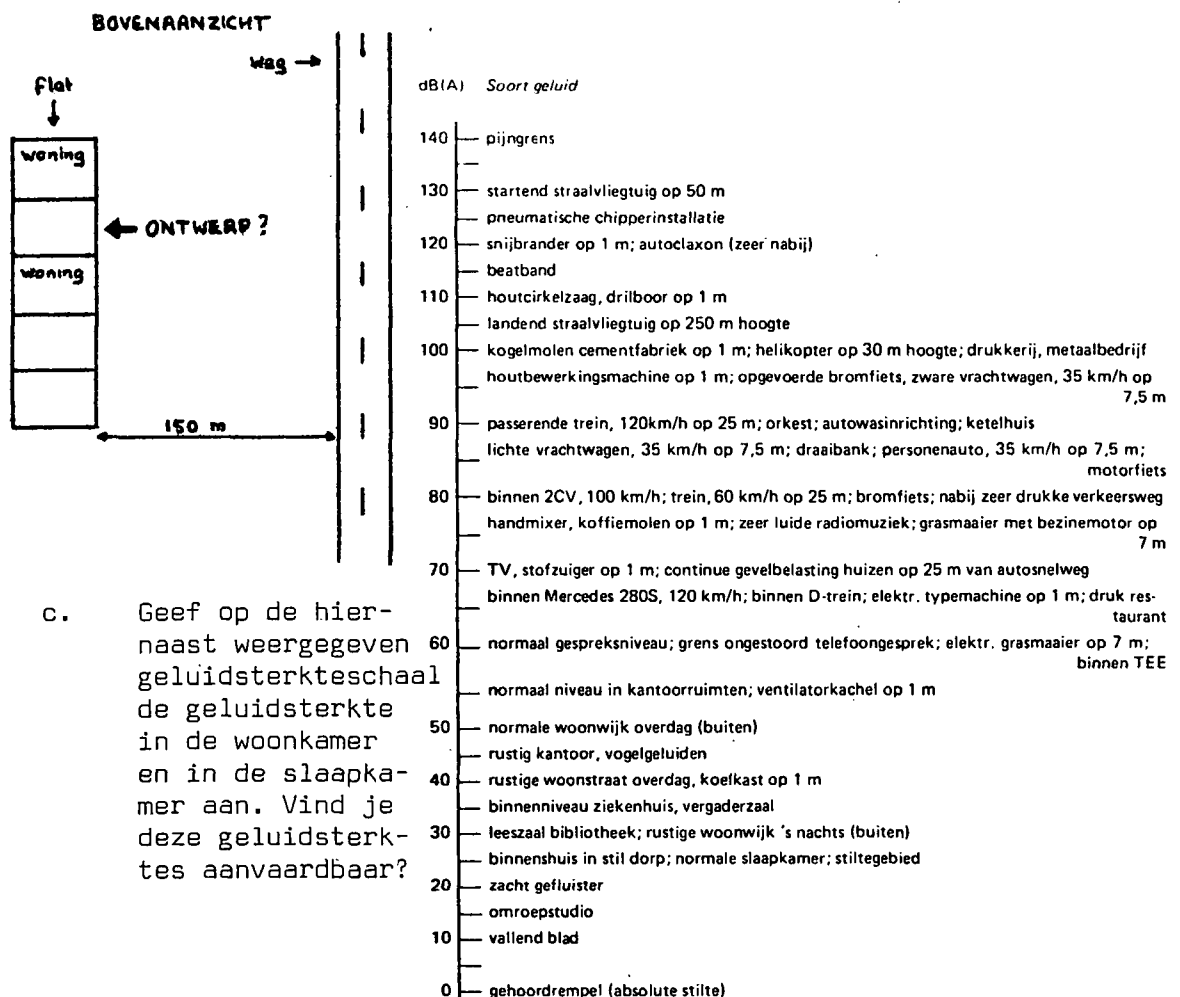


13. Een geluidsmuur of -wal is een goede manier om de geluidhinder in een bestaande situatie te beperken. Maar zou je nu niet van tevoren rekening kunnen houden met dat probleem en op een goedkopere manier de geluidoverlast kunnen beperken? (We nemen aan dat het niet mogelijk is de huizen ergens anders neer te zetten). Dit kan inderdaad: door bij het ontwerpen van de indeling van de woningen langs een snelweg rekening te houden met de richting waarin de snelweg ligt.

De situatie is in de figuur getekend.

Gegevens:

- de weg kun je zien als een geluidbron met een sterkte van 90 dB(A).
 - de verzwakking van het geluid tussen de weg en de flat is 3 dB(A) per 100 m.
 - de verzwakking van geluid bij het passeren van een huismuur is gemiddeld 30 dB(A) (we maken geen verschil tussen binnen- en buitenmuren).
- a. Ontwerp een plattegrond voor een flatwoning: het moet een tweekamerflat worden (woonkamer, slaapkamer, keuken, douche en wc). Zorg er voor dat de toekomstige bewoners zo weinig mogelijk last hebben van het verkeerslawaai. Licht je ontwerp kort toe.
- b. Bereken de geluidsterkte als gevolg van de verkeersweg in de verschillende ruimten van de woning.



- c. Geef op de hier-naast weergegeven geluidsterkteschaal de geluidsterkte in de woonkamer en in de slaapkamer aan. Vind je deze geluidsterktes aanvaardbaar?

14. Een bewering uit een werkstuk over verkeer en transport, gemaakt door een aantal leerlingen:
- "Er komen steeds meer auto's, dus komen er ook meer parkeerplaatsen en wegen, dus komen de winkels verder uit elkaar te liggen.

Er zijn dus meer auto's nodig om bij die winkels te komen. Als er meer auto's komen, blijven er minder passagiers over voor het openbaar vervoer. Dit wordt dus minder rendabel, zodat men steeds meer redenen krijgt om dit af te schaffen. Als dat gebeurt zijn er nog meer auto's nodig."

- a. Deze redenering bevat een aantal zwakke plekken. Noem er één. Licht toe waarom de door jou genoemde stap in de redenering zo zwak is.
- b. Veronderstel dat de ontwikkeling in het personenvervoer in Nederland juist wordt geschetst door de hierboven weergegeven redenering. Noem enkele nadelige gevolgen van een dergelijke ontwikkeling.
- c. Bedenk een aantal maatregelen (technische, economische, wetelijke, enz.) die de geschetste ontwikkeling in de groei van het aantal auto's zouden kunnen tegengaan.

15.

ENERGIE EN HET VOEDSELPROBLEEM

Vermenging van benzine met alcohol mag dan een uitstekend alternatief lijken om het dreigende olietekort, tenminste tijdelijk, het hoofd te kunnen bieden. In werkelijkheid echter kan deze methode het verschil tussen de rijke en de arme landen alleen maar verscherpen. Dat is althans de mening van Lester Brown, president van het Worldwatch Institute. Alcohol ontstaat door gisting van suikers. Die suikers worden verkregen uit planten zoals suikerriet, cassave en granen. Het gevaar bestaat nu dat de verbouw van gewassen ten behoeve van de alcoholproductie binnen afzienbare tijd lonender gaat worden dan de verbouw van voedingsgewassen. Als dat zo is, zal de toch al niet zo rooskleurige voedselsituatie in de wereld nog meer in gevaar komen. Degenen die er de dupe van worden, zijn de mensen die nu al op de rand van permanente ondervoeding leven. Al in 1975 lanceerde de Braziliaanse regering een plan om uitsluitend ten behoeve van de alcoholproductie het suikerrietareaal uit te breiden tot 3 miljoen hectare, dat is 10% van de voor landbouw ge-

schikte grond. Een merkwaardig plan als men bedenkt dat twee derde van de Braziliaanse bevolking ondervoed is. Volgens Brown zou het beter zijn als de verbouw van cassave aangemoedigd werd. Cassave is een plant die weinig eisen stelt en gemakkelijk op minder goede grond geteeld kan worden. Als men de uitspraken van president Carter beluistert, kan men alleen het ergste vrezen voor de voedselproductie. In januari van dit jaar verklaarde Carter dat de Verenigde Staten streven naar een produktie van 910 miljard liter alcohol in 1985. Daarvoor is 2 miljard ton maïs nodig. Om een Volkswagenkevertje een jaar lang geheel op alcohol te laten rijden heeft men 7 ton graan nodig. In de Derde Wereld is het geen zeldzaamheid dat mensen moeten zien in leven te blijven met een kwart ton graan per jaar. Als men bedenkt dat de toename van de voedselproductie ver achterblijft bij de groei van de wereldbevolking, vraagt men zich toch wel af waar we mee bezig zijn.

Bron: Kijk, juli 1980

- a. Benzine, gemengd met alcohol, is een bruikbare motorbrandstof. Alcohol kan gemaakt worden uit allerlei planten. Noem tenminste één voordeel van het gebruik van alcohol als brandstof.
- b. Noteer voor iemand die dit artikel niet gelezen heeft in één of twee zinnen welk probleem Lester Brown aan de orde stelt.
- c. Schrijf in hoogstens 10 regels op wat (volgens het artikel) de mening is van Lester Brown.
- d. Weet je genoeg over de voor's en tegen's van het bijmengen van alcohol in de benzine om zelf een mening te geven? Zo ja, ben je het met Brown eens? Leg uit. Zo nee, wat zou je graag eerst nog willen weten?

Opmerking:

Bovenstaande opgaven zijn (nog) niet op leerlingen uitgetest. Ze moeten dus gezien worden als suggesties, waaraan mogelijk nog flink wat te verbeteren valt. Verbeteringen van en nieuwe suggesties v (of uitwerkingen van) opgaven worden in dank ontvangen.



Hieronder volgen een tweetal volledige proefwerken over het NAS-deelthema Stoppen of Doorrijden, zoals gebruikt op het Ashram College in de cursus 1980-81.

STOPPEN OF DOORRIJDEN

1981 (A)

1. Als je je van het station Alphen a/d Rijn naar het station Leiden wilt verplaatsen, dan heb je de keuze uit verschillende manieren van transport, zoals lopen, auto, trein, fiets, bus enz. Bij de keuze van het transport, kun je bijv. kijken naar de (werkelijke) gemiddelde snelheid van elk.

a Welke gegevens moet je te weten zien te komen (door opmeten of opzoeken) en welke dingen bereken je daarmee om tot de (werkelijke) gemiddelde snelheid te komen.

b Hieronder staan 2 kolommen:

transport	gem. snelheid
trein	4,3 km/h
bus	11 "
auto	44 "
fiets	19 "
lopen	14 "

Zet het transport en de gem. snelheid op de juiste manier naast elkaar.

2. Een andere manier van vergelijken kan zijn: de kosten van het brandstofverbruik.
- a Dit is bij het onderzoek gedaan voor lopen.
 Hierbij werden de volgende gegevens verstrekt:
 vermogen van de loper: 480 W
 de loper doet over 1 km: 7 minuten
 afstand Alphen-Leiden: 16 km
 een kaasboterham van 100 g kost: 46 cent
 100 g brood levert: 930 kJ 100 g kaas: 1100 kJ 100 g boter: 1500 kJ
Bereken met deze (en eventueel nog andere vertelde) gegevens de kosten van het brandstofverbruik
- b Het is gebleken dat van de vijf soorten transport de fiets het minst en de auto het meest aan brandstof kost.
 Op welke plaats komen lopen, bus en trein?
3. Je kunt de verschillende manieren van transport ook vergelijken op veiligheid.
- a Vooral treinen zijn erg veilig.
 Welke 4 beveiligingsystemen zijn genoemd?
- b Het aantal verkeersongelukken is van 1973 tot 1979 afgenomen.
 Noem 2 wettelijke maatregelen die daartoe hebben bijgedragen.
4. Andere vergelijkingsmogelijkheden zijn: het ruimtegebruik en het materiaalverbruik.
 Hieronder zie je in een overzicht enkele gegevens.

transport	lengte	massa	levensduur	gem. bezetting
trein	25 m	45000 kg	$6 \cdot 10^6$ km	40 pers
bus	8 m	9000 kg	$1 \cdot 10^6$ km	20 "
auto	4 m	900 kg	125000 km	2 "
fiets	1,5 m	20 kg	7000 km	1 "
schoenen	0,4 m	0,9 kg	500 km	1 "

Bereken voor elk soort transport het ruimtegebruik en het materiaalverbruik (wees duidelijk ^{over} welke eenheid je daarvoor gebruikt).

- 5.a Gebruik nu de gegevens en resultaten uit de vragen 1, 2 en 4 om te zeggen welk soort transport volgens jou het beste is en welke het slechtste is (leg uit waarom je dat vindt).
- b Een ander aspect is de geluidhinder.
 Noem 4 verschillende maatregelen die men daartegen kan treffen.

1. Een van de manieren om naar de verschillende soorten transport te kijken, is door op het brandstof/energie-verbruik te letten.
 Hieronder zie je een tabel daarover:

transport	energieverbruik in kJ/km
trein	ca. 36000
bus	ca. 10000
auto	ca. 4000
fiets	ca. 100
lopen	ca. 200

- a Wat moet je doen en welke gegevens moet je daarbij opmeten of opzoeken om het energieverbruik te berekenen voor lopen en voor bus.
- b Als we i.p.v. een trein even naar een elektrische auto kijken, dan is er $1,26 \cdot 10^6$ J elektrische energie nodig om de auto 1 km te laten rijden. Deze elektrische energie wordt in een centrale opgewekt uit fossiele brandstoffen. Het rendement van de centrale is 40%. Hoeveel joule aan energie wordt er dus eigenlijk verbruikt om 1 km te rijden.
- c Een trein vervoert meer mensen dan een fiets.

transport	gem. bezetting
trein	40 pers.
bus	20 "
auto	2 "
fiets	1 "
lopen	1 "

Gebruik nu ook deze gegevens om een betere vergelijking te maken tussen de verschillende manieren van transport. Leg uit en geef berekening.

2. Een andere faktor is de geluidhinder van de voertuigen.
- a Op welke afstand meet men de geluidsterkte en hoe groot is de geluidsterkte voor een auto en voor een vrachtauto.
- b Eén van de onderdelen van de auto die lawaai maakt, is de uitlaat. Teken zo'n uitlaat in doorsnede en geef er een korte uitleg bij. Met hoeveel neemt de geluidsterkte toe als er een gat in de wand zit?
- c Men noemt vaak het te hard rijden van auto's als oorzaak. Hoe snel rijdt een auto die over 100 m (bij konstante snelheid) 8,1 s doet? Hoeveel minder wordt de geluidsterkte als die auto 30 km/h zou rijden?
- d Noem drie mogelijkheden om de geluidsoverlast te verminderen.

3. Andere vergelijkingsmogelijkheden zijn: het ruimtegebruik en het materiaalverbruik. Hieronder zie je in een overzicht enkele gegevens.

transport	lengte	massa	levensduur	gem. bezetting
trein	25 m	45000 kg	$6 \cdot 10^6$ km	40 pers
bus	8 m	9000 kg	$1 \cdot 10^6$ km	20 "
auto	4 m	900 kg	125000 km	2 "
fiets	1,5 m	20 kg	7000 km	1 "
schoenen	0,4 m	0,9 kg	500 km	1 "

Bereken voor elk soort transport het ruimtegebruik en het materiaalverbruik (wees duidelijk ^{over} welke eenheid je daarvoor gebruikt).

4. a Gebruik nu de gegevens en resultaten uit vragen 1 en 3 om te zeggen welk soort transport volgens jou het beste is en welke het slechtste is (geef duidelijke uitleg).
- b Noem nog 3 andere (dan tot nu zijn genoemd) factoren waarop je het transport zou kunnen vergelijken.

*Overzicht van PLON-thema's voor mavo en onderbouw
havo-vwo*

VOOR DE 2e KLAS

- Een eerste verkenning in de natuurkunde
- Mensen en metalen – themaboek
- Keuzeonderzoeken
- Werken met water – themaboek
- Leven in lucht
- IJs, water en stoom (I en II)

Tevens zijn beschikbaar:

- Terugblik 2e klas, avol/app. gidsen, rommelpakket Leven in lucht, waterbladen en demonstratiebladen Werken met water.

VOOR DE 3e KLAS

- Bruggen
- Zien bewegen
- Geluid weergeven
- Natuurkunde in de samenleving: Water voor Tanzania
- Elektrische schakelingen – instructieboekje
- Energie thuis
- Natuurkunde in de samenleving: Energie in de toekomst

Tevens zijn beschikbaar:

- Kleur en licht
- Avol/app. gidsen

VOOR DE 4e KLAS MAVO EN DE 3e KLAS HAVO-VWO

- Verkeer en veiligheid
- Krachten – instructieboekje
- Natuurkunde in de samenleving: Stoppen of doorrijden?
- Verwarmen en isoleren
- Schakelen en regelen
- Machines en energie
- Natuurkunde in de samenleving: Kernwapens

Tevens zijn beschikbaar:

- Repeteerthema voor het eindexamen mavo
- Examenboekje voor mavo
- Avol/app. gidsen