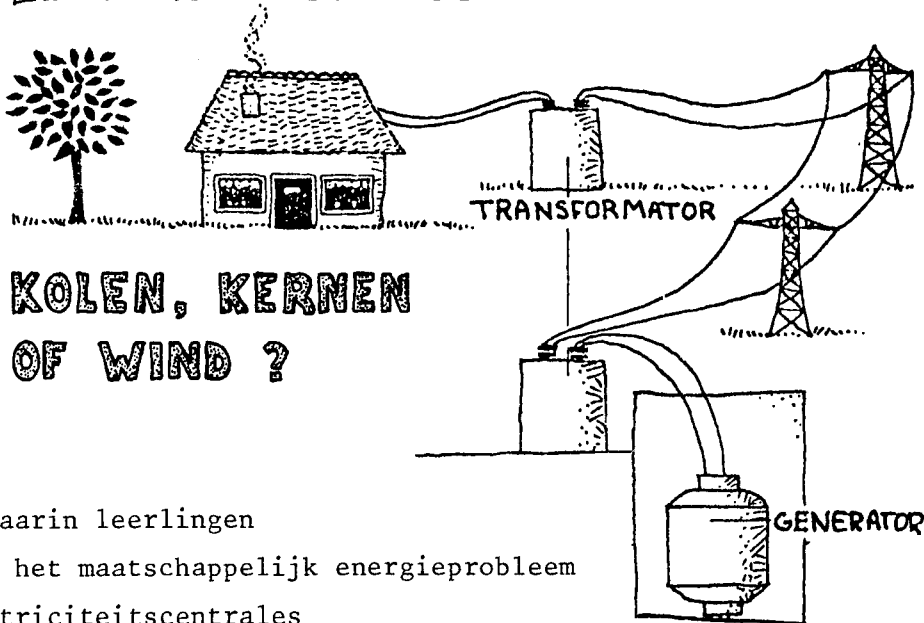




Aantekeningen voor de leraar

Energie in de Toekomst

ELEKTRICITEIT UIT



KOLEN, KERNEN
OF WIND ?

Een lessenserie waarin leerlingen

- kennismaken met het maatschappelijk energieprobleem
- leren over elektriciteitscentrales
- zelf de werking van een centrale bestuderen
- diskussieren over de keuze tussen een kolencentrale, kerncentrale of windturbine voor de toekomst

Experimentele uitgave voor de 3e klas mavo/havo/vwo.
Samengesteld door de projectgroep PLON.



© 1983 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	2
Verantwoording	3
1. Waarom Natuurkunde in de Samenleving	3
2. Waarom "Energie in de Toekomst"	6
3. De plaats van "Energie in de Toekomst" in het PLON-curriculum	7
4. De ervaringen met het thema in de klas	9
Het lesmateriaal	10
1. Het themaboek	10
2. Het kolen-kern-windspel	10
3. Apparatuur en werkmateriaal	10
Didactische opzet	11
Het lessenplan	14
1. Het minimum lessenplan	15
2. Een uitgebreider lessenplan	15
Didactische aanwijzingen	16
1. Algemeen	16
2. Het opstarten van het thema	16
3. De leerstofactiviteiten	17
4. Het vergelijkingsdeel	18
5. Rapportage	18
6. Afronding	18
Doelen voor de leerling	19
Doelen voor de leraar	20
Boeken en audiovisuele media	21
Lerarenvragenlijst	23
Bijlagen:	
D1 Het energievraagstuk in de klas	29
D2 Energie in het jaar 2000	33
D3 Toetsvragen	37
D4 Radioactiviteit in de klas	41
I1 Energiebeleid: van een harde weg is geen weg terug	44
I2 Tipvane-onderzoek	46
I3 De 2e hoofdwet van de warmteleer ("rendementswet")	48
AV1 Films en AV-media	53
AV2 Boeken	61
AV3 Adressen	63

Deze AVOL is verkrijgbaar bij

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

De prijs is f 7,50

VOORWOORD

U wilt dit PLON-thema in de klas gaan geven; fijn dat u meedoet! We hopen dat u deze aantekeningen voor leraren interessant zult vinden en dat zij u helpen bij het voorbereiden en geven van uw lessen met "Energie in de Toekomst". Deze AVOL is zowel bestemd voor hen die "Energie in de Toekomst" voor de eerste keer geven als voor hen die er al ervaring mee hebben.

De AVOL geeft informatie over de didactische opzet van het thema "Energie in de Toekomst" en bespreekt de verschillende fasen van het lessenplan. In de bijlagen zijn voorbeelden van toetsen en dergelijke opgenomen, er is een selectie informatief leesmateriaal te vinden en een lijst met films maakt het gemakkelijker het thema audiovisueel aan te kleden.

Op blz. 23 is een vragenlijst opgenomen. U kunt uw enthousiasme en kritiek daarin kwijt. We stellen het zeer op prijs als u die lijst wilt invullen en opsturen.

Deze AVOL heeft betrekking op de tweede versie van het thema "Energie in de Toekomst". In die versie is het thema in 1983 bij het NIB verschenen.

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

Juni 1983.

1. WAAROM NATUURKUNDE IN DE SAMENLEVING?

1.1 *Natuurkunde in de Samenleving.*

Door het PLON-project wordt een experimentele leergang natuurkunde ontwikkeld. Een gedeelte van de leerstofinhouden wordt ontleend aan de "gewone" wereld en niet uitsluitend aan de wereld van de vakwetenschap. De reden daarvoor is dat de meeste leerlingen in hun leven vooral hun natuurkunde-kennis nodig zullen hebben in dagelijkse, persoonlijke ervaringen of door betrokkenheid bij maatschappelijke vraagstukken. Slechts een aantal van hen zullen bovendien het vak "van binnen uit", in hun beroep of meer uit interesse, als hobby leren kennen en gebruiken. Fysische vindingen hebben de dagelijkse wereld en de maatschappij beïnvloed en nieuwe vindingen zullen in de toekomst hun invloed hebben. Daarbij valt te denken aan communicatie-systemen als telefoon, televisie, aan computers, aan verfijnde medische voorzieningen, aan constructie-technieken zoals die zichtbaar worden in enorme gebouwen, schepen en allerhande machinerie. Ook heeft fysische en technische kennis er belangrijk toe bijgedragen, dat er steeds massaler voedsel, medicijnen en allerlei gebruiksgoederen kunnen worden geproduceerd en dat er in de industrielanden nieuwe mogelijkheden ontstonden voor industriële groei.

De natuurkunde heeft dus belangrijke bijdragen geleverd aan de ontwikkeling van de samenleving. Mede door de moderne technologische vindingen en ontwikkelingen zijn echter ook nieuwe, grote problemen ontstaan: de kernwapenwedloop, vervuiling, werkloosheid, achterblijvende ontwikkelingen in Derde Wereldlanden. Het is niet vanzelfsprekend dat natuurkundigen ook de oplossingen voor die problemen kunnen aandragen. 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. Middelen daarvoor zijn wettelijke bepalingen (denk bijvoorbeeld aan voorschriften voor giflozingen, geluidhinder, luchtverontreiniging, veiligheid voor de arbeiders e.d.), herverdeling van gelden (voor onderzoek en "innovatie" in de industrie bijv.) en maatschappelijke acties (bijv. rond kernbewapening en energie).

Anders gezegd: de ontwikkeling van het vak natuurkunde vindt wat minder plaats "van binnen uit", wordt wat minder bepaald door de vindingen en prioriteiten van deskundigen binnen het vak zelf. Geleidelijk aan komt er wat meer invloed van buitenaf, ook wel van de gewone burger. Het is deze veranderde sturing van het vak natuurkunde en van de wijze waarop het vak zich ontwikkelt, die het noodzakelijk maakt ook in het onderwijs aandacht te schenken aan de relatie tussen de natuurkunde en de samenleving. *De leerlingen gaan immers een rol spelen bij die sturing.* De thema's "Natuurkunde in de Samenleving" houden zich expliciet met de sturing bezig. In andere thema's komt de relatie tussen natuurkunde en samenleving ook aan de orde, maar op een meer *direkte* en *concrete* manier: de leerlingen leren omgaan met apparaten als fototoestel, geluidweergave-systemen, veiligheidsgordels. Ze leren bovendien fysische criteria kennen die hen kunnen helpen bij het kiezen van een apparaat (bijv. de scherp-

VERANTWOORDING

stelling, vervorming, sterkte). De vraag naar de *sturing van het aanbod* van apparaten echter, komt in de meeste thema's *niet* aan de orde, maar is wel een vraag die achter de thema's "Natuurkunde in de Samenleving" ligt. Bijvoorbeeld: wel of geen kerncentrales?

1.2 Hoeveel lessen?

Hoeveel aandacht er in een bepaald leerplan moet worden besteed aan de relatie natuurkunde en samenleving 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 8-15 uur moeten worden uitgetrokken. In minder tijd valt er weinig diepte mee te bereiken, *mêêr* lestijd zou mogelijk een te grote verandering ineens zijn ten opzichte van de huidige lespraktijk.

1.3 Welke onderwerpen?

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

- het moet gaan over een maatschappelijke ontwikkeling, waarvan de *sturing* onderwerp vormt van een *brede discussie*;
- er moeten duidelijk herkenbare *alternatieve standpunten* zijn, die op basis van argumenten van allerlei soort (o.a. vanuit natuurkundige kennis te begrijpen) verdedigd kunnen worden;
- iets van de eerder behandelde *natuurkunde-leerstof* moet in het onderwerp zijn terug te vinden, of het moet mogelijk zijn enige relevante fysische kennis alsnog aan te brengen;
- het onderwerp moet zich er voor lenen om via *aansprekende en maatschappelijke 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 vier onderwerpen: energie, personenvervoer, kernwapens en watervoorziening in ontwikkelingslanden. De invulling van deze thema's wordt in de afzonderlijke AVOL's toegelicht. Zonder twijfel komen er veel meer onderwerpen in aanmerking. Binnen de beschikbare tijd meenden we echter met deze vier onderwerpen een acceptabele keus te hebben gedaan.

1.4 Het thema "Natuurkunde in de Samenleving" in de klas.

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

Conflicten en tegenstellingen op maatschappelijk niveau staan mogelijk ver af van leerlingen in deze leeftijdsgroep. Zij zitten in een ontwikkelingsfase die hen sterk op zichzelf en hun eigen problemen richt. Het effect van dit 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

VERANTWOORDING

worden onderschat: het bespreken en in discussie brengen van allerlei kanten van problemen die zich in onze wereld voordoen - ook al liggen ze niet direct in het gezichtsveld van de leerlingen - nuanceert de kijk op de problemen en op de natuurkunde. Maar slechts door een variatie van aansprekende en geschikte werkvormen en media zal de interesse van de leerling gewekt en behouden worden.

1.5 Doelen van het PLON-thema "Natuurkunde in de Samenleving".

De algemene doelen van de PLON-thema's "Natuurkunde in de Samenleving" zijn als volgt te beschrijven:

- ervaren dat de techniek onze samenleving aan de ene kant kan helpen stand houden en aan de andere kant met problemen kan confronteren;
- ervaren dat men voor de oplossing van zulke problemen voor persoonlijke en maatschappelijke keuzen komt te staan; daarbij kunnen allerlei argumenten (van technische en niet-technische aard) met elkaar in conflict zijn, waardoor er geen "juiste" keuze is;
- leren dat er zeer waardevolle en doordachte argumenten aan een (tegenovergesteld) standpunt ten grondslag kunnen liggen, die echter van een andere keuze (of waarde-oordeel) dan het eigen standpunt uitgaan;
- kennis en methoden aanreiken om standpunten (ook van "deskundigen") na te gaan op hun waarden en waarde-oordelen, zodat dit standpunt niet klakkeloos voor "waar" aangenomen wordt.

De ervaringen met de thema's leren dat deze doelen haalbaar zijn, en wel des te beter naarmate ze dichterbij de leerling gebracht kunnen worden en op een concrete manier uitgewerkt worden. In de afzonderlijke AVOL van elk thema wordt op de leerervaringen en leereffekten van de leerlingen ingegaan.

1.6 De deel-thema's "Natuurkunde in de Samenleving".

Het PLON-thema "Natuurkunde in de Samenleving" bestaat uit een viertal deelthema's:

- *Water voor Tanzania*
De leerlingen bereiden een keuze voor verschillende drinkwaterpompen voor een dorp in Tanzania voor en voeren de discussie daarover.
- *Energie in de Toekomst*
In de toekomst zal elektrische energie een steeds belangrijker plaats innemen. Om de vraag te beantwoorden hoe in de toekomst het beste de opwekking van electriciteit veilig gesteld kan worden, vergelijken de leerlingen een kolencentrale, een kerncentrale en windturbines met elkaar en ze gaan de invloed van beslissingen die daarover nu genomen worden voor de toekomst na.
- *Stoppen of Doorrijden*
De leerlingen krijgen een methode aangeboden om verschillende vervoersmiddelen te vergelijken op onderzoekbare criteria als energieverbruik, veiligheid, geluidshinder, snelheid.
- *Kernwapens en/of Veiligheid*
De leerlingen maken kennis met de standpunten dat kernwapens de vrede bedreigen en dat kernwapens de vrede gedurende 30 jaar hebben gewaarborgd. Op die wijze komen ze in aanraking met kernwapens als dilemma en met de rol van technisch/wetenschappelijke ontwikkeling in de wapenwedloop.

VERANTWOORDING

2. WAAROM "ENERGIE IN DE TOEKOMST"?

Er wordt veel aandacht besteed aan energie in het PLON-curriculum, enerzijds omdat de leerling dat in zijn directe omgeving thuis tegenkomt en het ons van belang lijkt dat hij/zij daar verstandig mee omgaat (Energie Thuis, Verwarmen en Isoleren), anderzijds omdat het energiebegrip als zodanig een belangrijke rol in de natuurkunde en de techniek speelt (Machines en Energie).

In het thema "Energie in de Toekomst" ligt de nadruk op de wisselwerking tussen de ontwikkeling en de mogelijkheden van natuurkunde en techniek enerzijds (o.a. ontwikkeling van kernreactor, tipvanes bij windmolens) en de maatschappelijke behoeften aan en gevolgen van energievoorziening (o.a. zoeken naar alternatieven, resp. vervuiling, politieke afhankelijkheid).

Er is gezocht naar de aansluiting bij de Brede Maatschappelijke Diskussie over energie en bij recente wetenschappelijke en technische ontwikkelingen. Omdat in de BMD vooral de kernenergie omstreden is hebben we gekozen voor het vergelijken van kernenergie met kolen en wind, die beide ook geschikt zijn voor grootschalige elektriciteitsopwekking. Hoewel de elektriciteitsopwekking slechts 20% van het totale energiegebruik uitmaakt hebben we toch de probleemstelling tot dat gebied beperkt vanwege de aktualiteit van de kernenergie-diskussie en vanwege het groeiende maatschappelijke belang van de elektriciteitsvoorziening. (Nu, in 1983, daalt het energiegebruik, maar het elektriciteitsgebruik daalt relatief het minst, terwijl het in eerdere jaren het sterkst gestegen is.)

Een gevolg van deze keuze is wel dat kleinschalige opwekkingssystemen zoals windmolens aan huis, biogasinstallaties in boerderijen en total-energy-systemen buiten beschouwing blijven. De ervaringen met de eerste versie van het thema hebben geleerd dat het ingaan op zowel grootschalige als kleinschalige systemen leidt tot een overvol en tweeslachtig thema. We hebben de centrale themavraag beperkt tot de voor- en nadelen van de keuze voor kolen-, kern- of windcentrales. De leraar die dicht bij huis wil blijven kan bijvoorbeeld aan het eind van het thema de keuze voor kolen-, kern- of windenergie relativeren en kleinschaliger modellen als alternatief voor die keuze stellen.

We zijn ons ervan bewust dat het voor een derde klas-leerling best moeilijk is zich in te leven in de maatschappelijke kant van de energieproblematiek, die veel verder van zijn bed ligt dan bijvoorbeeld de benzineprijs. Eind 3e klas gaat de leerling toch verder kijken.

Gezien de ervaringen in de klas met de eerste versie kunnen we ook zeggen dat de vergelijking tussen kolen- en kerncentrales (de wind is daar nu bijgekomen) zeer aanspreekt en blikverruimend werkt. Deze vergelijking, gekoppeld aan concrete klasseactiviteiten zoals het kolen-kern-windspel aan het eind van het thema, kan de leerling aanknopingspunten geven om de diskussie over energie in de kranten en op school beter te volgen.

VERANTWOORDING

3. DE PLAATS VAN "ENERGIE IN DE TOEKOMST" IN HET PLON-CURRICULUM.

Het thema is ontwikkeld voor gebruik in de derde klas mavo, havo en vwo. Er zijn tenminste 12 lessen van 50 minuten nodig om de minimumdoelstellingen van het thema te bereiken. Het is evenwel mogelijk dat aantal uren uit te breiden, of te verminderen, dit laatste echter ten koste van de doelstellingen. Verdere informatie daarover vindt u in de "Didaktische opzet".

In het kader hieronder vindt u de jaarprogramma's voor mavo, havo en vwo zoals ze door het PLON geadviseerd worden.

JAARPROGRAMMA 3-MAVO ¹⁾		JAARPROGRAMMA 3-HAVO/VWO ¹⁾		
Thema	Aantal lessen	Thema	Aantal lessen	Uitbreidingsmogelijkheden ⁴⁾
Bruggen	10	Bruggen	10	Instructieboek Krachten
Instructieboek Elektrische Schakelingen	6	Instructieboek Elektrische Schakelingen	10	Schakelen en Regelen
Zien Bewegen ²⁾	10,12,14	Zien Bewegen ²⁾	10,12,14	Kleur en Licht
Geluid Weergeven ²⁾	16,14,12	Geluid Weergeven ²⁾	16,14,12	
Natuurkunde in de Samenleving				een natuurkunde in de samenleving-thema ³⁾
Water voor Tanzania	6	Energie Thuis	10	verwarmen en Isoleren
Energie Thuis		NAS ³⁾	8	
Natuurkunde in de Samenleving/Energie in de toekomst	16			
	<u>64</u>		<u>64</u>	

- 1) Dit jaarprogramma is gebaseerd op twee lessen per week.
- 2) Het aantal lessen bij met name deze thema's hangt af van een aantal keuzen die de leraar maakt met betrekking tot het doen van bepaalde basisdelen, het laten uitvoeren van keuze-onderzoeken, enz.; zie daarvoor de AVOL's van de betreffende thema's.
- 3) Keuze uit de vier thema's "Natuurkunde in de Samenleving", bijvoorbeeld "Water voor Tanzania", "Energie in de Toekomst".
- 4) Bij een urenaantal van drie lessen per week in 3-havo/vwo; zie "jaarplan 3-havo/vwo", dat bij het PLON verkrijgbaar is.

VERANTWOORDING

Zowel bij gebruik op de mavo als op havo/vwo is de omvang (12 lessen) van dit thema een probleem. In de jaarplannen moet daarvoor ruimte gemaakt worden ten koste van andere thema's of moet het aantal lessen beperkt worden tot bijvoorbeeld 8 lessen. Op blz.15 wordt daarvoor een suggestie gedaan.

De reden dat het thema eigenlijk te groot is geworden ligt in de keuze voor een themaopzet waarin de gemeenschappelijke en niet-gemeenschappelijke punten van elektriciteitsopwekking met kolen-, kerncentrales en windturbines worden uitgewerkt. Daardoor zit er een stuk herhaling van elektromagnetisme uit "Geluid Weergeven" in, maar nu veel beter dan daar in een thematische context gevat. Men kan er dus voor kiezen een stuk elektromagnetisme bij "Geluid Weergeven" weg te laten en hier toe te voegen. Ook het begrip weerstand speelt een belangrijke rol, met name in het hoofdstuk over hoogspanningsleidingen (2.4). Zonder de relatie tussen V , I en R en (verlies-)vermogen is de functie van de hoogspanningsleiding niet te begrijpen. Het begrip weerstand is hier dus in thematisch verband nodig en kan verder uitgediept worden.

Wat de vaardigheden betreft sluit "Energie in de Toekomst" aan bij de andere thema's van de 3e klas en heeft het bovendien een brugfunctie naar de 4e klas:

- *zelfstandigheid*: er wordt veel zelfstandigheid van de leerlingen verwacht wat betreft het vormen en verdedigen van een eigen mening en het uitvoeren van onderzoek, op zoek gaan naar bronnen en informatie.
- *lezen van teksten*: er wordt een basis gelegd voor het kritisch lezen van teksten, van de krant e.d. waarop in de thema's "Stoppen of Doorrijden" en "Kernwapens en/of Veiligheid" verder gebouwd wordt.
- *rekenen*: er zitten vrij veel rekenopdrachten in het thema om de vergelijking tussen de centrales getalsmatig te onderbouwen.
- *abstraheren*: er wordt vrij veel van het abstractievermogen van de leerling gevraagd, bijvoorbeeld waar het gaat om energiestromen en massastromen door de centrale en het feit dat deze nauw aan elkaar gekoppeld zijn.
- *het presenteren van opgedane kennis* en *begrijpen van door anderen gepresenteerde kennis* is essentieel als het gaat om het vergelijken van de centrales. Het vooraf aangeven van de vergelijkingspunten door de leraar zal de leerlingen daarbij kunnen helpen.
- aan het *begrijpen van nieuwe natuurkundige kennis* in een vrij korte tijd worden vrij hoge eisen gesteld: een stuk kernfysica is nieuw, begrippen als rendement, energiebalans, condensor komen hier voor het eerst voor.
- op *praktikumvaardigheden* wordt wat minder een beroep gedaan. Bij het spelen van het kolen-kern-windspel wordt echter sterk een beroep gedaan op het doorzien van schakelingen, het lopen van stromen door lampjes en de gevolgen daarvan voor de energieconsumptie.

4. DE ERVARINGEN MET "ENERGIE IN DE TOEKOMST" IN DE KLAS

De eerste versie van het thema, dat twee jaar in diverse klassen is gebruikt, is uitvoerig geevalueerd. Er zijn 2 onderzoeksverslagen ¹⁾ over verschenen en er is een videoband gemaakt en geanalyseerd. Uit deze onderzoeken bleek onder andere:

- dat de leerlingen de onderwerpen de moeite waard vonden
- dat ze veel nieuwe dingen leerden bij de vergelijking tussen kern-energie en kolen
- dat het thema aan de moeilijke kant was
- dat leerlingen meer doe-activiteiten wilden
- dat de leraren moeite hadden met het vormgeven van de laatste lessen, waar een discussie over energie problematiek moest plaats vinden
- dat de leerlingen in het algemeen vonden dat hun standpunt t.a.v. kernenergie niet veel was veranderd maar wel genuanceerder was geworden.

Het een en ander was aanleiding om het thema nogal ingrijpend te wijzigen en er een duidelijker structuur in te brengen, vooral waar het gaat om de maatschappelijke discussie en de evaluatie.

In grote lijnen zijn de wijzigingen:

- in de oriëntatie minder nadruk op het wereld-energie-probleem, meer nadruk op de eigen omgeving: turfsteken en windmolens in het verleden, gasbel in het heden, windturbines of kerncentrales in de toekomst.
- de vergelijking van kolen-, kerncentrales en windturbines als centraal thema, zonder aandacht voor kleinschaliger oplossingen die in het onderzoeksdeel van de 1e versie zaten.
- een uitwerking van de gemeenschappelijke punten van de drie centrales: inductie, energiestromen, massastromen, transport via hoogspanningsleidingen.
- einddiscussie rond de vergelijking tussen kolen-, kerncentrales en windturbines.
- meer concrete activiteiten zoals proeven, zoeken naar verschillen tussen centrales, een eindspel met lampjes.

1) "Een onderzoek naar het functioneren van de PLON-thema's Energie Thuis en Energie in de Toekomst", Tejo v.d. Weiden, juni 1982 (EVA-MEMO 82-1108), "Themaverslag Energie in de Toekomst", Mirjam de Klerk, feb. 1983 (EVA-MEMO 83-0215), aan te vragen bij het PLON.

HET LESMATERIAAL

1. HET THEMABOEK

Het themaboek "Energie in de Toekomst" kan worden besteld bij:

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

Het themaboek is bestemd voor alle leerlingen.

2. HET KOLEN-KERN-WINDSPEL.

Een beschrijving van dat spel en de benodigde apparatuur zal los bij de AVOL bijgeleverd worden.

3. APPARATUUR EN WERKMATERIAAL

Practicum- en werkmateriaal moet door de school zelf worden verzorgd. Vanwege de eenvoud en de vanzelfsprekendheid van de voor dit thema benodigde apparatuur, is achterin in deze AVOL geen apparatuurgids opgenomen. Voor aanschaf van practicummateriaal kunt u zich richten tot diverse firma's. Met Breukhoven BV te Rotterdam heeft PLON een samenwerkingsovereenkomst, waarbij Breukhoven BV de levering van PLON-apparatuur op zich neemt.

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

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

Het thema is opgezet rond de centrale opdracht: Ga na wat volgens jou voor- en nadelen van het opwekken van elektriciteit met een kolen-, kerncentrale en een windturbine zijn. Houd samen met de klas een discussie over de keuze tussen de drie soorten centrales voor de elektriciteitsvoorziening in de toekomst op basis van de afweging van de voor- en nadelen.

Het thema is daarvoor opgebouwd op dezelfde wijze als veel andere PLON-thema's.

Deel 1: oriëntatie

De leerlingen gaan kijken naar de sporen van de energievoorzieningen van het verleden (turfsteken, windmolens), van het heden (olie- en aardgasleidingen, kolenmijnen) en van de toekomst.

Aan de orde komen: hoe zit energiebehoefte en energiegebruik "ingebakken" in de maatschappij; hoe groot is het energieverbruik; welke gevolgen heeft het energiegebruik gehad in het verleden voor het landschap, het milieu en hoe zal dat in de toekomst kunnen zijn?

De opdrachten zijn bedoeld voor het opzoeken en verwerken van gegevens in de tekst en het verhelderen van eigen verwachtingen over energiegebruik, vervuiling e.d.

Deel 2: elektriciteit opwekken en transporteren

In dit tweede deel van het thema gaat het over de aspecten die kolencentrales, kerncentrales en windmolens met elkaar gemeen hebben: inductie, energieomzettingen, het feit dat de energiedragende massa een verandering ondergaat en het transportsysteem van hoogspanningsleidingen.

- Het hoofdstuk over inductie is een herhaling van stukken uit "Geluid Weergeven".
- Het hoofdstuk "Energiestromen" gaat in op de wet van behoud van energie en rendement. Rendement komt vooral als een belangrijk maatschappelijk gegeven aan de orde: een hoger rendement betekent een belangrijke energie- en geldbesparing.
Zowel bij wind- als bij stoomturbines wordt gebruik gemaakt van stromingsenergie. Het rendement daarvan is om fysische redenen aan een theoretisch maximum gebonden. Aan rendementsverbetering zijn dus grenzen gesteld. Wel zijn er mogelijkheden om afvalwarmte van thermische centrales te gebruiken voor stadsverwarming, met als nadeel dat het rendement van de elektriciteitsproductie daardoor daalt door de hogere temperatuur van het koelwater.
- Het hoofdstuk "De massastroom in een centrale" gaat over de verandering die de energiedragende massa in een centrale ondergaat: alleen snelheidsafname bij wind; chemische verandering bij steenkool en nucleaire veranderingen bij uranium.
Centraal in het hoofdstuk staat: alles wat je in de centrale stopt komt er (in een gewijzigde vorm) weer uit en kan als afval tot (grote) milieuproblemen leiden. Omdat met name bij het onderwerp "de massastroom in de kerncentrale" veel nieuwe begrippen nodig zijn (isotoop, radio-actief, halveringstijd) gaat dit hoofdstuk vooral in op kernfysica.

DIDACTISCHE OPZET

- Het hoofdstuk "Van de centrale naar huis" gaat over de noodzaak elektriciteit onder hoge spanning te transporteren in verband met transportverliezen. De transformator uit "Geluid Weergeven" en vermogen uit "Energie Thuis" worden hier herhaald en toegepast op elektriciteitstransport. Ook het begrip weerstand speelt hier een belangrijke rol.

De leerlingen kunnen deze hoofdstukken na elkaar of in een andere volgorde doornemen in groepen. Sommige stukken, met name over kernfysica en hoogspanning, zijn ook geschikt om in een klassikale les te behandelen (hoewel dat niet noodzakelijk is).

Deel 3: vergelijking

In het vergelijkingsdeel staan de kolencentrale, de kerncentrale en de windturbine op ongeveer dezelfde wijze beschreven, zodat het mogelijk is deze centrales met elkaar te vergelijken op een aantal vergelijkingspunten:

- De energie in de grondstof (omzettingen die nodig zijn om de energie er uit te halen)
- Van grondstof tot stroom (de werking van de centrale zelf, rendement)
- Milieueffekten (thermische verontreiniging, afval)
- Meer dan alleen de centrale... (winning van de grondstof, omzetten tot bruikbare vorm, transport, bouw en afbraak van de centrale, energiebalans).

Elke centrale wordt door één of twee leerlingengroepen uitvoerig bestudeerd. Woorden of begrippen die ze niet kennen, kunnen ze opzoeken in de onderwerpenlijst achterin, die verwijst naar de bladzijden waar het begrip wordt uitgelegd.

Aan de hand van een rapportage-opdracht vertelt de groep aan de klas hoe de centrale werkt. Daarna kunnen de centrales met elkaar vergeleken worden op het punt "veiligheid".

Veiligheid is als centraal vergelijkingspunt gekozen omdat een belangrijk deel van de energiediskussie juist om dat begrip gaat en omdat daarbij alle vier de vergelijkingspunten, aan de hand waarvan de centrales beschreven zijn, aan de orde komen.

De leerlingen kunnen zelf andere vergelijkingspunten noemen, zoals de beschikbaarheid van de energiebron, de kosten, het land van herkomst, geschiktheid om met kleinschalige systemen te werken.

Afrondende activiteiten

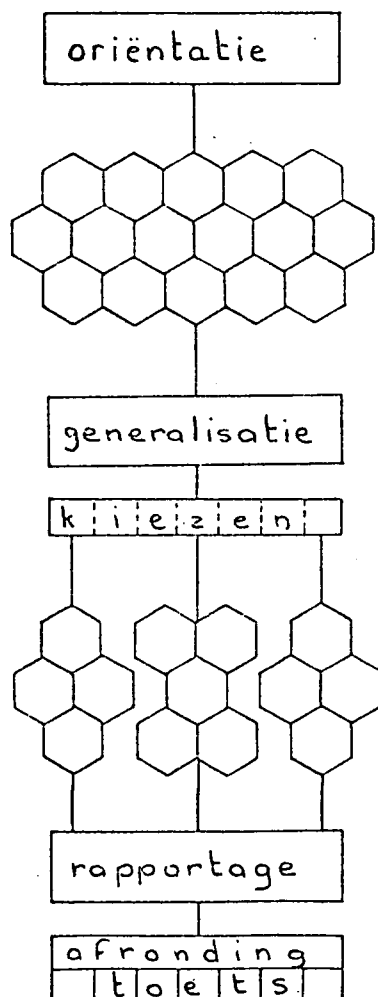
De afrondende activiteiten kunnen op twee manieren opgezet worden:

- Rond het vormen van een eigen mening en het kennis nemen van andermans meningen. Het hoofdstukje "Meningen" geeft daartoe een aanzet. Het resultaat van de discussie zou een concrete activiteit van de leerlingen kunnen zijn: gelijkgezinden zouden gezamenlijk een brief kunnen schrijven naar de direktie van de GKN (Gemeenschappelijke Kerncentrales Nederland) of naar een actiegroep als Milieudefensie, waarin een standpunt of informatie kritisch becommentarieerd wordt.

- Rond het ervaren van het nemen van beslissingen over de energievoorziening in de toekomst. Daarvoor is het kolen-kern-windspel gemaakt. Dat spel gaat over het verdelen van een gegeven hoeveelheid energie (elektrische stroom) over een aantal maatschappelijke sectoren die door lampjes de stroom afnemen, bouw van centrales, brandstofvoorziening, warmte, fabricage van isolatiemateriaal, luxe artikelen. Per ronde (jaar) worden beslissingen genomen terwijl de beschikbare hoeveelheid elektrische stroom bepaald wordt met een dobbelsteen. Er worden, na enkele oefenronden, 10 ronden gespeeld in groepen van 4 tot 6 leerlingen. Na 10 ronden wordt gekeken wie van de verschillende groepen zich de meeste luxe kan veroorloven. Het spel is zo gemaakt dat duidelijk wordt dat er energie geïnvesteerd moet worden (in centrales, in isolatie) om later energie te produceren of, bij gelijkblijvend comfort, minder energie te consumeren. Een preciesere beschrijving van het spel is bij deze AVOL bijgevoegd.

De structuur van het thema

Schematisch weergegeven, ziet de opbouw van het thema er als volgt uit.



Oriëntatie op het themaboek, de leraar vertelt wat er gaat gebeuren.

Deel 1, de oriëntatie, wordt in groepjes doorgewerkt en de opdrachten worden uitgevoerd.

Leerstofactiviteiten: de leerlingen horen en leren over inductie, energieomzettingen, verandering van grondstoffen in de centrale en transport van elektrische energie. Zij doen er proeven over en maken opdrachten.

De klas wisselt informatie uit over de activiteiten die ze niet gezamenlijk hebben gedaan; de overeenkomsten en verschillen tussen kolencentrales, kerncentrales en windturbines worden kort aangeduid.

De leerlingengroepen kiezen voor het bestuderen van een centrale en krijgen een rapportageopdracht mee.

De leerlingen bestuderen een centrale en bereiden de rapportage voor.

De groepen presenteren hun rapportage. De klas gaat de centrales met elkaar vergelijken

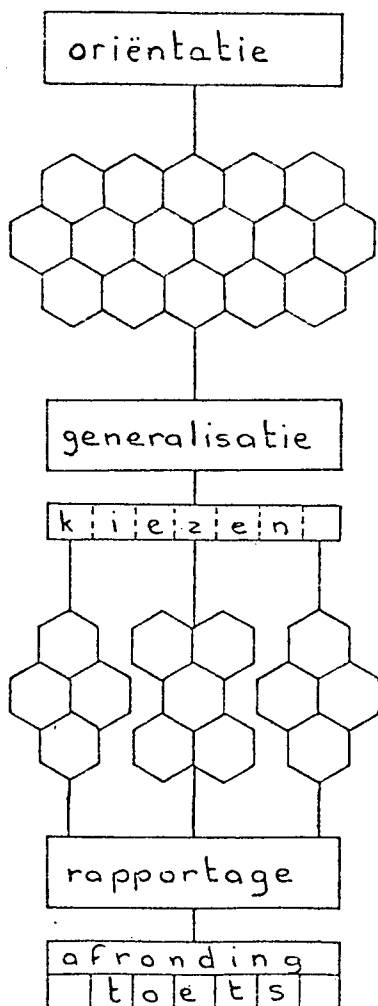
Klassikale discussie, het kolen-kern-windspel wordt gespeeld, er worden meningen met elkaar vergeleken.

Er wordt eventueel een eindtoets afgenomen.

Deze didactische opzet is gebaseerd op 12 lessen. Hierna wordt het lessenplan besproken met mogelijke inkorting en uitbreiding.

HET LESSENPLAN

1. HET LESSENPLAN



les	aktiviteiten	wat is nodig
1-2	Oriëntatie, inleidend klasgesprek, groeps-activiteiten: doorlezen deel 1 en het uitvoeren van de opdrachten.	Themaboek inleiding en deel 1, aanvullende boeken uit de bibliotheek, prikbord voor kranteartikelen, kaart van Nederland om veenmeren, dalgronden en dijkdoorbraken, centrales, hoogspanningsleidingen aan te wijzen; eventueel een film.
3-6	leerstofactiviteiten: proeven doen, leestekst lezen, luisteren naar de uitleg van de leraar, in groepen aan elkaar uitleggen, opdrachten uitvoeren; klassikale demonstratie van transformator en hoogspanningsleiding; klasgesprek over overeenkomst en verschillen tussen de centrales.	Themaboek deel 2, apparatuur, rekenmachine, eventueel excursie naar elektriciteitsbedrijf, eventueel ioniserende stralingspraktikum.
7	Inleiding tot het vergelijkingsdeel, geven van een rapportageopdracht, indelen in 3, 4 of 7 groepen (zie blz. 18); kiezen van een centrale of een vergelijkingspunt als groeponderwerp.	Themaboek deel 3, rapportageopdracht, overzicht van de vergelijkingspunten van de centrales.
7-9	Bestuderen van een centrale; opdrachten uitvoeren, rapportage voorbereiden.	Informatiebronnen; stukken papier om rapportage - tekeningen te maken.
10	Rapportage, vergelijking tussen de centrales.	Rapportage tekeningen
11-12	Afronding of door meningen vergelijken en brieven te schrijven of: het kolen-kern-windspel.	Kranteartikelen, informatiefolders. Dobbelsteen, apparatuur.
13	evt. toets.	

2. INKORTING VAN HET LESSENPLAN

Omdat er in het jaarplan 3e klas mavo slechts 16 lessen voor "Energie Thuis" en "Energie in de Toekomst" samen zijn uitgetrokken (bij 2 lessuren per week) kan het voorkomen dat er geen 12 uur voor het thema beschikbaar is. Hier staan een aantal mogelijkheden om het thema in te korten, waarbij uiteraard een aantal leerdoelen vervallen.

- Oriëntatie beperken tot 1 les, bijvoorbeeld alleen de energievoorziening in het heden aan de orde laten komen.
- Minder leerstof: geen herhaling van inductie, transformator en weerstand. Concentreren op het begrip rendement, turbine, generator uit hoofdstuk 2.2. Van hoofdstuk 3.3 begrippen uit de atoomtheorie oproepen vanuit de scheikundeles; de begrippen uranium -235 en -238, kernsplijting, radioactieve straling, neutronen, halveringstijd, geen onderscheid in alfa, beta- en gammastraling aanbrengen. Van hoofdstuk 3.4 alleen proef 3 demonstreren, niet ingaan op kwantitatieve aspecten. Inkorten tot 2 lessen.
- Afronding beperken tot 1 les: alleen einddiskussie over meningen houden, bijvoorbeeld aan de hand van de artikelen in het themaboek of recente artikelen uit de krant.
- Samenwerken met andere vakken, bijvoorbeeld maatschappijleer (als dat in 3 mavo gegeven wordt) scheikunde of aardrijkskunde, in de oriëntatie en in de afronding.

3. UITBREIDING VAN HET LESSENPLAN

Er zijn veel mogelijkheden om het thema uit te breiden. Allereerst is 12 lessen al best weinig om de gestelde doelen te bereiken. Alle "extra" dingen die juist zo van belang zijn voor dit thema zoals excursies, films, boeken uit de bibliotheek raadplegen, kosten snel één of meer lessen extra.

Aandacht besteden aan de krant en het kritisch lezen van berichten op feitelijke informatie en op meningen is een goede uitbreiding van het thema.

Ook is het heel instructief het kolen-kern-windspel enkele keren te spelen vanuit verschillende beleidsbeslissingen, bijvoorbeeld maximaal isoleren tegenover een maximaal aantal centrales produceren.

Verder behoren ook uitgebreide herhalingen van de begrippen inductie, weerstand en vermogen tot de mogelijkheden. Extra lesmateriaal, opgaven en dergelijke moeten er dan door de leraar bijgemaakt worden.

Ten slotte kan er meer dan incidentele aandacht besteed worden aan de leesteksten.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

1. ALGEMEEN

Kranteartikelen

Op het moment dat dit geschreven wordt, gaat er geen dag voorbij zonder dat er iets in de krant staat dat bruikbaar is voor het thema. Naar onze verwachting zal dat de komende jaren nog wel zo blijven. Het is zinvol de leerlingen te vragen die stukjes te lezen, uit te knippen en in de klas op een prikbord te hangen. Door de overstelpende hoeveelheid materiaal is de kans echter groot dat het prikbord zo vol is en de artikelen eigenlijk niet gelezen worden.

Om dat te voorkomen kan de leraar een selectiekriterium aangeven waarop de artikelen beoordeeld worden, liefst zó dat het ook inderdaad nodig is het artikel te lezen voordat je het daarop kunt beoordelen.

Bijvoorbeeld: - artikelen over de ombouw van centrales tot kolencentrales
- artikelen die ingaan op de vergelijking tussen kolencentrales, kerncentrales en/of windmolens.
- artikelen die gaan over de veiligheid van een van de drie centrales.

Samenwerking met andere vakken

In vakken als scheikunde, aardrijkskunde en maatschappijleer komt energie ook veelal aan de orde. In overleg met de betreffende secties kan afgesproken worden dat de energieproblematiek in de betrokken vakken tegelijkertijd aan de orde komt, er een onderlinge taakverdeling ontstaat, zodat de leerlingen iets zien van de samenhang tussen de vakken. Ook met een vak als Nederlands (lezen en analyseren van teksten) of economie liggen raakvlakken en samenwerkingsmogelijkheden.

Het thema kan ook aanknopingspunten geven voor een project door allerlei vakken heen.

2. HET OPSTARTEN VAN HET THEMA

De ervaring leert dat het opstarten van zo'n samenlevingsthema meer tijd kost dan je op het eerste gezicht zou denken. Het kost vrij veel moeite om de vraagstelling die aan het thema ten grondslag ligt (wat is beter voor de toekomst, elektriciteit uit kolen, uranium of wind?) helder te krijgen en daaraan de noodzaak te ontlenen diep in de natuurkunde te duiken. Veelal hebben leerlingen de neiging om aan de oppervlakte te blijven: "ik ben tegen kernenergie" (of ervoor) zonder dieper in te gaan op de feitelijke achtergronden of de vraag welke argumenten andere mensen hebben om precies de tegenovergestelde mening te huldigen. Een grondig aangepakte oriëntatie waarbij dergelijke dingen uitgesproken worden, heeft tot effect dat de leerlingen met enthousiasme het thema aanpakken en ook volhouden en buiten de les (met huiswerk of zelfs in de vrije tijd) ervoor werken.

Er zijn veel mogelijkheden om het thema op te starten met een film, zie bijlage AV1.

Voor het hoofdstuk over "Energie vroeger" is het handig een kaart van Nederland te hebben. Daarop kan worden aangegeven welke plassen door vervening zijn ontstaan, waar de vroegere hoogveengebieden liggen, waar dijkdoorbraken ontstaan zijn door te dicht onder de dijk uit te venen.

Verder kan daarop aangewezen worden wat nu de vindplaatsen van energiedragers zijn, waar centrales staan, wat als koelwater wordt gebruikt en waar hoogspanningsleidingen lopen.

De hoofdstukken uit de oriëntatie kunnen door leerlingen in groepen zelfstandig worden doorgewerkt.

3. DE LEERSTOFAKTIVITEITEN

Voor de korte herhaling van het inductie-principe zal een cirkuspraktikum van ongeveer een halve les voldoende zijn. De benodigde praktikummaterialen spreken voor zich, daarom is er geen apparatueurgids opgenomen.

Voor het tweede hoofdstuk zal wat meer tijd nodig zijn. Het uitrekenen van rendement kan uitgesteld worden tot later (bijvoorbeeld in het thema "Verwarmen en Isoleren"). Nu is slechts van belang te weten wat het percentage betekent. De uitleg van de noodzaak de stoom in een stoomturbine te condenseren is moeilijk. Het kan niet van leerlingen verwacht worden dat ze zelf die uitleg kunnen geven; wel is van belang dat ze de noodzaak van condenseren kennen en weten dat daardoor het rendement nooit 100% wordt.

In het hoofdstuk "De massastromen in de centrale" staan veel nieuwe begrippen uit de kernfysica. Het is misschien zinvol de leerling een houvast te geven over wat hij/zij uit dit hoofdstuk moet kennen, door een lijst van begrippen te geven. Ons inziens zijn de belangrijkste:

- atoom, kern, elektron, proton, neutron
- kernreactie, kernsplijting
- uranium-235; uranium-238
- radioactieve straling, radioactieve kernen
- (eventueel) alfa-, beta- en gammastraling; neutronenstraling
- halveringstijd
- invloed van de straling op het menselijk lichaam.

De berekeningen in het hoofdstuk "Van de centrale naar huis" zijn vrij ingewikkeld. Zeker in geval van tijdnood kan het leerdoel beperkt blijven tot de notie bij de leerlingen: hoe hoger de spanning tijdens transport, hoe kleiner de transportverliezen; voor het verhogen en verlagen van een wisselspanning heb je een transformator nodig.

Proef 3 is een demonstratieproef. Voorzichtigheid is geboden door de hoge spanning in de draden. Als veiligheidsmaatregel kan de hoogspanningsleiding in een plastic buis gelegd worden. Het is sterk af te raden deze proef door leerlingen te laten doen.

DIDACTISCHE AANWIJZINGEN

4. HET VERGELIJKINGSDEEL

Een probleem bij het maken van werkgroepen kan zijn dat de groepen te groot worden als er slechts 3 groepen (voor elke centrale één) worden gemaakt. Dit is eenvoudig op te lossen door er vier groepen bij te maken: naast groepen die de hele kolencentrale, kerncentrale en windturbine bestuderen, vier groepen die van elke centrale één vergelijkingspunt bestuderen, met name:

- de energie in de grondstof
- van grondstof tot stroom
- milieueffekten
- meer dan alleen de centrale

Een groot voordeel van deze indeling in 7 groepen is dat vrijwel elke groep mee kan praten over een deel van de resultaten van de andere groep.

Wijs de leerlingen op het gebruik van de onderwerpenlijst achterin.

5. RAPPORTAGE

De rapportage kan plaatsvinden in een klassikale vorm of in de vorm van een markt. In beide gevallen is het aan te bevelen dat de leerlingen de rapportage goed voorbereiden door schema's, tekeningen te maken: bijvoorbeeld "centrale-groepen" van het principe van de centrale, de "vergelijkingsgroepen" door de drie centrales op hun punt te vergelijken en eventueel in volgorde te zetten. Bij klassikale rapportage is het niet nodig dat alle zeven groepen hun zegje doen. Alleen de "centrale-groepen" zouden dat kunnen doen, waarbij de "vergelijkingsgroepen" kunnen aanvullen of becommentarieren.

6. AFRONDING

Als afronding kan het vergelijkingspunt "veiligheid" uitgediskussieerd worden en kunnen diverse teksten (bijvoorbeeld die uit het themaboek of folders van belangengroepen als KEMA, actiegroepen e.d.) daarop bekeken worden.

Het lijkt ons van belang dat de leerling gestimuleerd wordt een zekere maatschappelijke "actie" te ondernemen, bijvoorbeeld een commentaar op een folder aan de makers van de folder. Dit hoeft echter niet als klassikale activiteit te gebeuren. Door leerlingen die het met elkaar eens zijn met elkaar een brief te laten schrijven, kan benadrukt worden dat het doel van het thema niet is dat iedereen dezelfde mening krijgt (zoals een klassikale brief zou suggereren) maar slechts zijn mening kan vormen en/of verdiepen.

De didactische aanwijzingen bij het kolen-kern-windspel staan in de aparte bijlage daarover.

DOELEN VOOR DE LEERLING

Het is de bedoeling dat de leerlingen *tijdens* "Energie in de Toekomst"

- zich een beeld vormen over het maatschappelijk belang van "energie".
- een idee krijgen van de reikwijdte van beslissingen over energievoorzieningen met het oog op de toekomst
- zich kennis verwerven over de principes van de opwekking en distributie van elektriciteit
- kolencentrales, kerncentrales en windmolens kunnen vergelijken op een aantal vergelijkingspunten
- meningen in de discussie over energie kunnen herkennen en argumenten voor en tegen die meningen kunnen aanvoeren
- zich bewust worden van standpunten die zij kunnen innemen ten aanzien van de energieproblematiek en enkele wegen leren kennen beleidsbeslissingen vanuit zo'n mening te beïnvloeden.
- een aantal fysische begrippen leren kennen die een belangrijke rol in de energiediskussie spelen
- een indruk krijgen van de rol die de wetenschap en techniek kunnen spelen bij het zoeken naar nieuwe energiebronnen en het verbeteren van energieomzetters (bijvoorbeeld tipvanes bij windturbines, bestrijding van SO₂-uitstoot van kolencentrales).
- het belang van berekeningen in de natuurkunde voor maatschappelijke problemen en voorspellingen zien (bijv. bij rendementsverbetering).

En verder:

- plezierig met elkaar werken
- goede discussies met elkaar voeren
- zin krijgen om zich verder in de energieproblematiek en in de natuurkunde te verdiepen.

Het is de bedoeling dat de leerlingen *na* "Energie in de Toekomst":

- vroegere energiebronnen in het landschap kunnen herkennen
- een idee hebben van de omvang van het huidige energiegebruik in Nederland en de voornaamste energiebronnen
- enkele mogelijke toekomstige energiebronnen kunnen noemen
- weten wat een generator, dynamo en turbine is
- twee energiewetten kennen en weten wat rendement is
- weten wat een condensor van een stoomturbine is en waarom die nodig is
- een aantal begrippen uit de kernfysica kennen en die kunnen gebruiken in de kernenergiediskussie
- weten waarom het nodig is elektriciteit onder hoogspanning te transporteren
- kerncentrales, kolencentrales en windturbines kunnen vergelijken op de punten:
 - grondstof
 - de werking van de centrale
 - milieu
 - bouw en afbraak van de centrale
 - veiligheid
- beter de artikelen over energiediskussie kunnen lezen en kunnen meediskussieren.
- aan dit thema terugdenken als een plezierig en zinvol thema.

DOELEN VOOR DE LERAAR

Het is de bedoeling dat de leraar *tijdens* "Energie in de Toekomst"

- de leerlingen stimuleert zich te verdiepen in de energieproblematiek
- de leerlingen de relatie tussen natuurkundige kennis en het maatschappelijk energievraagstuk laat zien
- de leerlingengroepen begeleidt bij het lezen van teksten en het uitwerken van opdrachten
- helder uitlegt wanneer er voor de leerlingen nieuwe moeilijke begrippen aan de orde komen
- oog heeft voor de verschillen in niveau en accent waarmee verschillende leerlingen het thema kunnen meemaken
- de leerlingen een heldere probleemstelling en opdracht meegeeft in het vergelijkingsdeel
- de leerlingen goede feed-back geeft op de prestaties die zij leveren
- een sfeer schept waarin de leerlingen zin hebben om verder te werken ondanks het tijdstip (eind van het jaar) wanneer het thema aan de orde is.

Het is de bedoeling dat de leraar *na* "Energie in de Toekomst"

- zin heeft om met de leerlingen verder te gaan
- enkele voorbeelden kan geven van situaties waaruit blijkt dat zowel de natuurkunde-kiezers als de niet-kiezers iets zinvol geleerd hebben van dit thema
- een paar voorbeelden kan geven van situaties waarin hij/zij goed funktioneerde en verbeteringen kan aangeven voor situaties waarin hij/zij niet zo goed funktioneerde
- zin heeft volgend jaar dit thema weer te doen.
- het gevoel heeft dat de leerlingen met zinvolle natuurkunde bezig geweest zijn, die ze later nog zullen gebruiken.
- meer zicht heeft gekregen op het kennen en kunnen van de leerlingen.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

SAMENWERKING MET HET NBLC EN HET NIAM

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

Inlichtingen bij: Het Nederlands Bibliotheek- en Lectoriumcentrum
t.a.v. M. Bartling
Taca Scheltemastraat 5
Postbus 93054
2509 AB Den Haag
Tel. 070-264351

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

In samenwerking met het NIAM heeft PLON-proefscholleraar Theo Boks een aantal films uitgezocht bij verschillende thema's. In Bijlage AV1 vindt u de door hem opgestelde lijst samen met verdere filmsuggesties. In Bijlage AV2 vindt u adressen en in AV3 boeken voor dit thema.

LERARENVRAGENLIJST

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

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

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

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

Datum _____

OVER DE LERAAR EN DE SCHOOL

Naam leraar _____

Naam school _____ Plaats _____

Leservaring natuurkunde _____ jaar, waarvan _____ jaar met PLON.

In welke klassen hebt u met het thema "Energie in de Toekomst" les gegeven?

(leerjaar/schooltype) _____

Hoeveel leerlingen waren dit in totaal? _____ leerlingen

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

ALGEMENE VRAGEN OVER HET ONDERWIJS

Hoe kwam u "Energie in de Toekomst" op het spoor?

Wat was voor u de reden om dit thema te doen?

LERARENVRAGENLIJST

Kent u andere PLON-thema's?

ja/nee

OVER "ENERGIE IN DE TOEKOMST"

Had u een amanuensis om u te helpen?

ja/nee

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

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

Opmerkingen hierover:

Wilt u hieronder uw lessenplan voor "Energie in de Toekomst" weergeven?

LERARENVRAGENLIJST

Heeft u toetsen/proefwerken gegeven? ja/nee

Zo ja, dan zouden wij het op prijs stellen als u een kopie van de opgaven bijsluit.

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

Zo ja, dan zouden wij het op prijs stellen als u een kopie daarvan bijsluit.

KRITIEK OP HET MATERIAAL

Hieronder kunt u uw positieve en negatieve opmerkingen over de afzonderlijke delen van het materiaal kwijt (te lang, te kort, weglaten, inkorten, te moeilijk, voorstellen voor verbetering, enz.).

Themaboek inleiding

deel 1 oriëntatie

deel 2 Elektriciteit opwekken en transporteren

deel 3 Vergelijkingsdeel

LERARENVRAGENLIJST

Deel 4 leesteksten _____

De AVOL _____

KRITIEK OP HET TOTAALCONCEPT

Welke leerstof was te moeilijk/makkelijk? _____

Welke activiteiten lukken al dan niet goed? _____

Welk deel van het thema moet vervallen/veranderen? _____

Waarom moet dat vervallen/veranderen? _____

Welke leerstof of activiteit moet worden toegevoegd? _____

Waarom? _____

LERARENVRAGENLIJST

Welke onderdelen van het lessenplan uit de AVOL (blz. 14) zou u willen veranderen? _____

Hoe verliep het kolen-kern-windspel?

Kunt u enkele voorbeelden noemen van leerervaringen van leerlingen, die u typerend voor Natuurkunde in de Samenleving vindt? _____

Noemt u a.u.b. drie bijzondere voordelen van "Energie in de Toekomst".

Noemt u a.u.b. drie bijzondere nadelen van "Energie in de Toekomst".

Heeft u bij dit thema samengewerkt met leraren van andere vakken? ja/nee

Welke vakken? _____

Gaat u "Energie in de Toekomst" volgend jaar weer gebruiken? ja/nee

Het energievraagstuk in de klas*

FRANS VAN DER LOO, NVON-Energiediskussiegroep Paraday 50 (1), februari 1981

Als je het energievraagstuk in het onderwijs aan de orde stelt – en zeker als dat niet louter informatief, maar ook gericht op meningsvorming gebeurt – zijn twee vragen vooraf van belang: wat stel je aan de orde en hoe doe je dat? In het volgende ga ik met name op de eerste vraag in en maak ik daarnaast enkele opmerkingen over de tweede vraag.

Omschrijvingen van het energievraagstuk

Wanneer we besluiten het energieprobleem in het onderwijs te behandelen is allereerst de vraag: wat verstaan we onder het energieprobleem?

Duidelijk is dat dit zeer verschillend wordt ervaren. Ter illustratie een aantal omschrijvingen van het energievraagstuk:

a. We krijgen een *tekort aan brandstof*; een materiële definitie, die veel mensen geven.

b. Wij hebben een *tekort aan kapitaal*: het energieprobleem is geen materieel probleem, maar een economisch probleem. Zo is in een boekje van Amory Lovins¹ te lezen: 'Er is geen tekort aan energie, maar een toenemend tekort aan kapitaal. Het argument dat we meer kernreactoren moeten bouwen om "de opties open te houden" is onzin. Een beleid, waarbij olie door kernenergie vervangen wordt, absorbeert het kapitaal, dat beschikbaar is voor investering in andere opties. Kernenergie kan alleen nagestreefd worden ten koste van de alternatieven.'

c. Wij zijn te *afhankelijk van de Arabieren*; toen in het voorjaar de EEG-topconferentie in Venetië priep tot meer kernenergie in Europa, had dat weinig te maken met het feit dat olie en gas opraken, maar alles met de geopolitieke dimensie van het energieprobleem.

d. De mensen *verspillen teveel*; de essentie van het energieprobleem ligt in de mentaliteit van de mensen. Prof. Dirken² schrijft hierover:

'Juist voor de energieproblematiek is het ontoereikend alleen technisch of economisch plannen te

maken. De oplossing van het energieprobleem is evenzeer een sociale en kulturele zaak.'

e. *Ambtenaren* houden veranderingen tegen; zo spreekt Potma³ over het 'institutionele vliegwiel' als hij het erover heeft dat het beleidsdenken op Economische Zaken zo traag verandert en er zo weinig creativiteit in het overheidsbeleid tot uiting komt.

Duidelijk is dat je op zeer uiteenlopende manieren tegen het energievraagstuk aan kunt kijken en de volgende vraag is of er iets over te zeggen is hoe leerlingen er tegen aan kijken.

Het INVRO-project⁴ heeft hier enig onderzoek naar gedaan waaruit blijkt dat leerlingen (3e klas) het energieprobleem veel omschrijven met *'olie en gas raken op'*, de materiële dimensie dus.

Dezelfde beeld tref ik aan bij mijn studenten op de NLO.

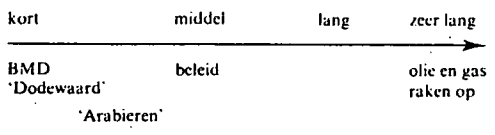
Als je anderzijds nagaat hoe het energievraagstuk in de krant tot ons komt, dan is dat op dit ogenblik in de vorm van de actie rond Dodewaard. In dat kader wordt plotseling over heel andere dingen gepraat. Dan gaat het niet meer erom dat olie en gas opraken, maar om welke samenleving we willen en of we nog vertrouwen hebben in de parlementaire democratie.

M.a.w. de alledaagse praktijk van het energieprobleem ziet er heel anders en veel complexer uit dan de omschrijving die leerlingen vaak geven.

Van analyse naar keuze

Een taak voor het onderwijs is m.i. deze beide beelden van het energieprobleem aan elkaar te koppelen: te laten zien welke aspecten een rol spelen in het energievraagstuk en aan te geven wat het verband er tussen is.

Tevens denk ik dat het verschil tussen beide beelden te maken heeft met de tijdsdimensie: 'olie en gas raken op' is het energieprobleem zoals dat speelt op zeer lange termijn, terwijl Dodewaard en beleidsmaatregelen in het algemeen op veel kortere termijn spelen (figuur 1).



Figuur 1

Het gaat er dan om de *oorzaak-analyse* die leerlingen maken van het energieprobleem te koppelen aan, te verbreden tot de korte termijn waarop *beleidskeuzes* plaatsvinden. De konstatering van de eindigheid van fossiele brandstofvoorraden zouden we willen verbreden tot meningsvorming over wat thans zou moeten gebeuren om tot een oplossing te komen.

En juist in die beleidskeuzes op korte termijn wordt het energieprobleem complex, en gaan technische, economische, sociale en politieke factoren een rol spelen en gaat het juist om een onderlinge afweging van die factoren.

In het onderwijs zullen daarom 2 aspecten van belang zijn:

a. Aan te geven dat het bij het energievraagstuk in wezen gaat om afwegingen, om *keuzes*, die gemaakt worden op grond van niet alleen feitelijke informatie, maar zeker ook van waarden.

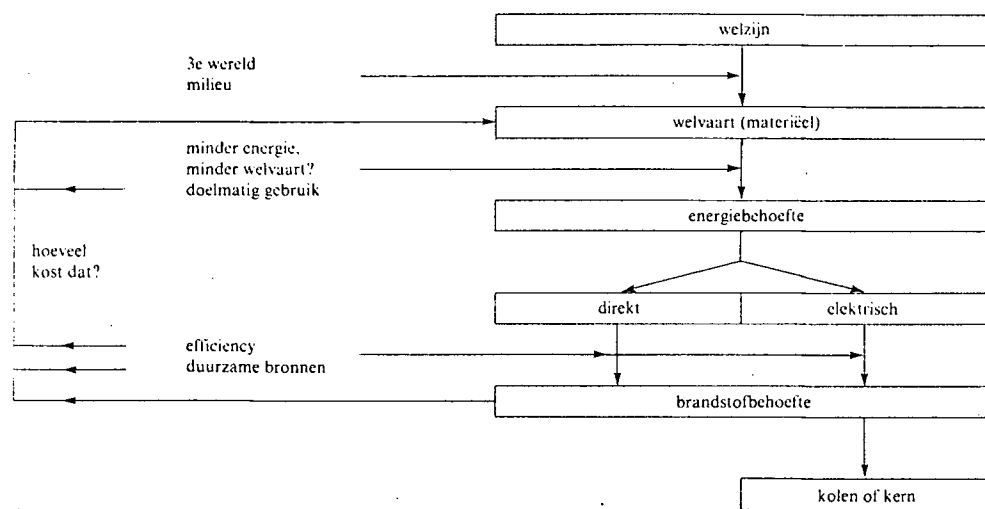
b. In de complexiteit van het energieprobleem een *structuur* aan te brengen. Zicht geven op hoe verschillende aspecten samenhangen is van meer belang dan leerlingen overladen met informatie.

Elementen in de energiediskussie

Ik wil vervolgens een poging doen een aantal elementen in de energiediskussie op een rij te zetten, in een dergelijke structuur te plaatsen. Aan de hand daarvan wil ik aangeven welke keuzes er te maken zijn, en wat de keuzes precies zijn.

Het is allereerst duidelijk dat de energiediskussie niet alleen gaat over de keuze tussen kolen of kernenergie, die de regering aanvankelijk inzet van de Brede Maatschappelijke discussie wilde maken. Er zijn veel meer aspecten in het geding.

* Een inleiding op de NVON-Energiediskussiedag op 11 oktober 1980, Frans van der Loo: p.a. Gelderse Leergangen, PB 9031, 6500 JM Nijmegen.



Figuur 2

Iemand verzuchtte eens dat 90% van het gepraat in de energiediskussie gaat over slechts 10% van onze brandstofbehoefte (voor de rekenaars onder ons: elektriciteit neemt 20% van ons brandstofgebruik voor zijn rekening en kernenergie zal in Nederland nooit veel meer dan 50% van de elektriciteit leveren).

Immers, kernenergie levert elektriciteit, maar elektriciteit vormt slechts een deel van onze energiebehoefte. Onze energiebehoefte hangt weer samen met het welvaartsniveau dat wij wensen en dat is weer afhankelijk van ons welzijnsbegrip.

Deze aspecten zijn schematisch aangegeven in figuur 2.

Laten we de verschillende fasen doorlopen en kijken welke keuzes in het geding zijn:

Hoeveel welvaart?

Als een optimaal welzijn ons uitgangspunt vormt is de vraag welk materieel welvaartsniveau hiermee correspondeert. Het is duidelijk dat een steeds toenemende produktie op gespannen voet staat met een leefbaar milieu en ook met een gelijkere

welvaartsverdeling tussen Noord en Zuid. Vele politieke keuzes moeten hier gemaakt worden.

Hoeveel energie?

Als we eenmaal ons gewenste welvaartsniveau vastgesteld hebben is de volgende vraag hoeveel energie we hiervoor nodig hebben. Vaak wordt dit als een vast verband gezien, de zgn. ijzeren koppeling.

Of omgekeerd: als we geen kernenergie wensen, betekent dit dat we binnenkort in de kou zitten en onze krant bij het licht van een kaarsje moeten lezen? Steeds duidelijker wordt echter dat dit niet de reële keus is en dat we veel energie kunnen besparen bij behoud van welvaart, nl. door een doelmatiger gebruik.

Lange tijd bestond er inderdaad een vast verband tussen de stijging van het energieverbruik en de stijging van het BNP (als graadmeter voor welvaart). In de *Energienota*⁵ is onderstaand staatje opgenomen (figuur 3) waaruit blijkt dat dit verband voor Nederland sinds de oliekrisis van 1973 drastisch veranderd is.

Tabel 3.2. Gemiddelde jaarlijkse groei van het primair energieverbruik in % gedeeld door die van het BNP in %

	1960/1972	1972/1977
Groot-Brittannië	0.73	1
West-Duitsland	0.99	0.30
USA	1.11	0.35
Nederland	1.65	0.43
Italië	1.59	0.43
Frankrijk	0.99	0.61
Japan	1.02	0.65
Canada	1.02	0.68
Zweden	1.08	0.81
Spanje	1.10	1.63
Zwitserland	1.15	2
OESO	1.05	0.53

Bron: International Energy Trends, OESO, 17 mei 1978.

1. Negatieve groei energieverbruik.
2. Negatieve groei BNP.

Figuur 3 Een tabel uit de *Energienota*.

In 1960-1972 ging 1% jaarlijkse groei van het BNP gepaard met 1.65% toename van het primair energieverbruik. Van 1972-1977 was dit slechts 0.43%. Ondanks het feit dat deze verhouding in bijna alle landen afgenomen is wordt in de *Energienota* voor de periode tot 2000 toch weer een hoger percentage aangenomen n.l. 0.90%.

Verder verschijnen steeds meer studies, die aangeven dat onze huidige welvaart op veel minder energieverbruik gebaseerd kan zijn. Zo berekent Leach⁶ dat Englands welvaart kan verdrievoudigen in 2025 zonder dat het brandstofverbruik toeneemt. Voor Nederland heeft Potma³ berekend dat als we vanaf nu ons produktieniveau konstant houden we in 2000 met 31% minder brandstof dan nu toekunnen. En dit alles met voornamelijk technische maatregelen, dus zonder verandering van levensstijl. Minder energie hoeft dus niet minder welvaart te betekenen, maar wel moeten we er dan voor kiezen op grote schaal te investeren in doelmatiger en minder energie-intensieve produktiewijzen.

Hoeveel elektriciteit?

Gezien onze energiebehoefte is een belangrijke keuze

hoeveel we daarvan in de vorm van elektriciteit willen hebben.

Kernenergie levert immers elektriciteit en hoe meer elektriciteit we willen, hoe groter de behoefte aan kernenergie wordt. Verder is elektriciteit een hoogwaardige en handzame vorm van energie, maar ook zeer onrendabel in de opwekking (30%).

Een ge lektificeerde samenleving gaat zeer verspillend met zijn brandstof om. Frankrijk - als voorbeeld hiervan - heeft gekozen voor kernenergie op grote schaal - in de komende vier jaar komen er zestien reaktoren klaar - en voorziet nu vele huizen van elektrische verwarmingssystemen om de opgewekte elektriciteit aan kwijt te kunnen.

Wat Nederland betreft is het aandeel van elektriciteit in onze energiehuishouding stevig aan discussie onderhevig: in 1972 voorspelde minister Langman een behoefte in 2000 van 100 000 MW, terwijl de huidige *Energienota* uitgaat van een behoefte van ca. 20 000 MW.

Hoeveel brandstof?

Het verschil tussen (finale) energiebehoefte en brandstofbehoefte wordt uitgemaakt door de vraag hoe efficiënt we onze brandstof kunnen omzetten en wat de bijdrage van duurzame energievormen kan zijn.

Hier komt de keuze tussen een centrale of decentrale elektriciteitsvoorziening naar voren. We kunnen bv. de elektriciteitsopwekking rendabeler maken, door deze te combineren met stadsverwarming. Dit loont alleen als de verwarmingsleidingen niet te lang zijn en dit pleit ervoor (kleinere) centrales per wijk of stad te bouwen.

Omgekeerd wordt in de industrie olie en gas voor proceswarmte verbruikt. Dit zou te combineren zijn met elektriciteitsopwekking.

Shell-medewerkers hebben berekend dat deze vorm van kracht-warmte-koppeling 40% van ons huidige elektriciteitsverbruik kan leveren.

Ook speelt dit m.b.t. de toepassing van bv. windenergie. De overheid denkt vooral in termen van grootschalige, centrale opwekking van wind-

energie en verwacht voorlopig geen noemenswaardige bijdrage. Potma en anderen komen op een duidelijk hogere bijdrage door meer te denken in termen van kleine, decentraal opgestelde windmolens, die al in de handel zijn.

In de tweede plaats is de kwaliteit van de energievorm hier van belang. Een doelmatig brandstofverbruik wordt ook bevorderd door de keuze van de brandstofsoort af te stemmen op de kwaliteitsbehoefte van het eindverbruik. Als we een ruimte willen verwarmen is het in zekere zin ondoelmatig dat te doen door gas bij een hoge temperatuur te verbranden en zeker door dat elektrisch te doen. Voor dit eindverbruik zou zonne-energie opgevangen met een zonne-kollektor kunnen volstaan.

Een dergelijke lage-temperatuur-behoefte maakt ca. 37%, van de Nederlandse energiebehoefte uit.

Hoeveel kost dat?

Veel keuzes in het energievraagstuk laten zich in economische termen uitdrukken.

Als we kiezen voor huizen isoleren, kracht-warmte-koppeling invoeren, windmolens en zonne-kollektoren bouwen, moeten we ons realiseren dat dat geld kost en ook moeten we de benodigde steeds duurder wordende brandstof betalen. Dit kan op gespannen voet staan met het eerder omschreven welvaartsniveau. Kiezen voor besparing kan betekenen minder groei in materiële welvaart.

We kunnen ons geld maar een keer uitgeven, m.a.w. waar besteden we ons geld aan?

Als we 10% van onze elektriciteit (ongeveer de huidige bijdrage van kernenergie) met zonnecellen zouden willen opwekken, zouden we 2% van Nederlands oppervlak met zonnecellen moeten bedekken. Dit is evenveel oppervlak als nu met autowegen bedekt is. Voor dat laatste hebben we maatschappelijk kennelijk wel gekozen, waarom zouden we dan ook niet voor het eerste kunnen kiezen?

Ook op mikro-niveau speelt de economische keuze: steek je zelf je geld in isolatie of een zonneboiler? Toen hiernaar gevraagd werd op een

kongres over 'Niet-technische belemmeringen voor de toepassing van zonne-energie' gingen slechts drie vingers omhoog!

Energie in de klas

Wat betekent bovenstaande nu als je het energievraagstuk in de klas aan de orde wilt stellen? Een aantal opmerkingen hierover tot slot.

a. Van belang is de *keuzes centraal* te stellen; leerlingen niet onder te sneeuwen met informatie, maar hen te laten zien dat het in wezen om keuzes gaat, die niet alleen technisch van aard zijn, maar ook op waarden en normen berusten en dat het dus een zaak is die iedereen aangaat en niet alleen door deskundigen beslist kan worden.

b. Belangrijk is ook *konsekwenties van keuzes* aan te geven en zo te zorgen dat het gaat om reële keuzes.

Iedereen zal voor energiebesparing zijn, maar als dat betekent dat je voorlopig geen nieuwe brommer kan kopen ligt dat vaak net even anders. Anderzijds moeten de konsekwenties ook reëel zijn. Als iemand aangeeft dat we moeten kiezen tussen kernenergie of terug naar de middeleeuwen, is dat geen reële keus. Dit betekent overigens dat we als leraren ons goed moeten informeren over het hele complex van het energievraagstuk.

c. Bovenstaande punten leiden ertoe dat *niet alleen de aanbod-zijde, maar ook de vraag-zijde* in de discussie betrokken moet worden; niet alleen de vraag hoe we in onze energiebehoefte voorzien, maar ook hoe hoog die behoefte is. Dit betekent ook dat een energieproject niet alleen kan gaan over voor- of tegen kernenergie, in engere zin.

d. Om duidelijk te maken dat er iets te kiezen valt is belangrijk aan te geven dat er technisch gesproken *alternatieven bestaan*, en dat kernenergie niet de enige optie is.

In discussie met leerlingen of studenten kom je nogal eens de positie tegen, dat kernenergie niet wenselijk is, maar dat we (nog) niet zonder kunnen. Een patstelling, die doorbroken moet worden.

Kernenergie zal in Nederland nooit meer dan 10-20% van onze brandstofbehoefte dekken, terwijl de

Energienota en Potma het erover eens zijn dat technisch 30% te besparen is.

e. Het *politieke aspekt* is belangrijk; duidelijk maken wat energie te maken heeft met de samenleving van later. Energie is niet een technisch gegeven alleen, maar heeft ook te maken met jouw leven en jouw omgeving en het is daarom de moeite waard je met energiebeslissingen bezig te houden. Het duidelijkst uitgewerkt is dit verband in het concept van de harde versus de zachte weg (sterke groei/nulgroei, centraal/decentraal, groot-schalig/kleinschalig, complexiteit/eenvoud)⁷.

f. Evenzo is het *ekonomisch aspekt* essentieel: waar besteed ik mijn geld aan?

g. Tenslotte moeten we nagaan hoe we leerlingen een *perspektief* kunnen bieden. Het energievraagstuk is zeer complex en het gevaar dreigt dat we leerlingen meenemen in deze complexiteit en daar achter laten. Dit kan makkelijk tot demotivatie leiden, iets wat we juist niet beogen.

Dit is geen gemakkelijke opgave, want een simpel perspektief is niet aanwezig, juist door de complexiteit van het energieprobleem. Toch wil ik een poging doen een aantal punten aan te geven. Van belang is mijns inziens:

Year of forecast	Source of forecast			
	'belachelijk'	'gedurfd'	'wijs beleid'	'gewoon doorgaan'
1972	125 Lovins	140 Sierra Club	160 AFC	190 BuMines, FPC
1974	100 EPP (ZEG)	124 EPP(TF)	140 ERDA	160 FEL, FPRI
1976	75 Lovins	89-95 von Hippel & Williams	124 ERDA	140 FEL
1978	33 Steinhart (for 2050)	63-77 CONAES Panel (I)	96-101 Cons. & Dem. (for 2010) (II)	124 IEA (Weinberg) (III)

Figuur 4 Verandering in de voorspellingen van de vraag naar energie in het jaar 2000 in de V.S. (in quads jaar $\sim 10^{18}$ J jaar)

van gevestigde instanties echter afgenomen tot eveneens 124 quads/jaar!

Zijn dit een aantal passieve punten, ook een actief handelingsperspektief is van belang. In dit kader valt te noemen

- h. leerlingen gaan zelf zuinig met energie om.
- i. leerlingen stellen zich als kritisch konsument op, zowel bij de aanschaf van energie-verbruikende apparaten als bij het consumeren van lektuur over het energievraagstuk.
- j. leerlingen blijven zich informeren en praten er thuis en met vrienden over.
- k. (oudere) leerlingen laten hun stemgedrag bij verkiezingen mede bepalen door het energie-programma van een partij

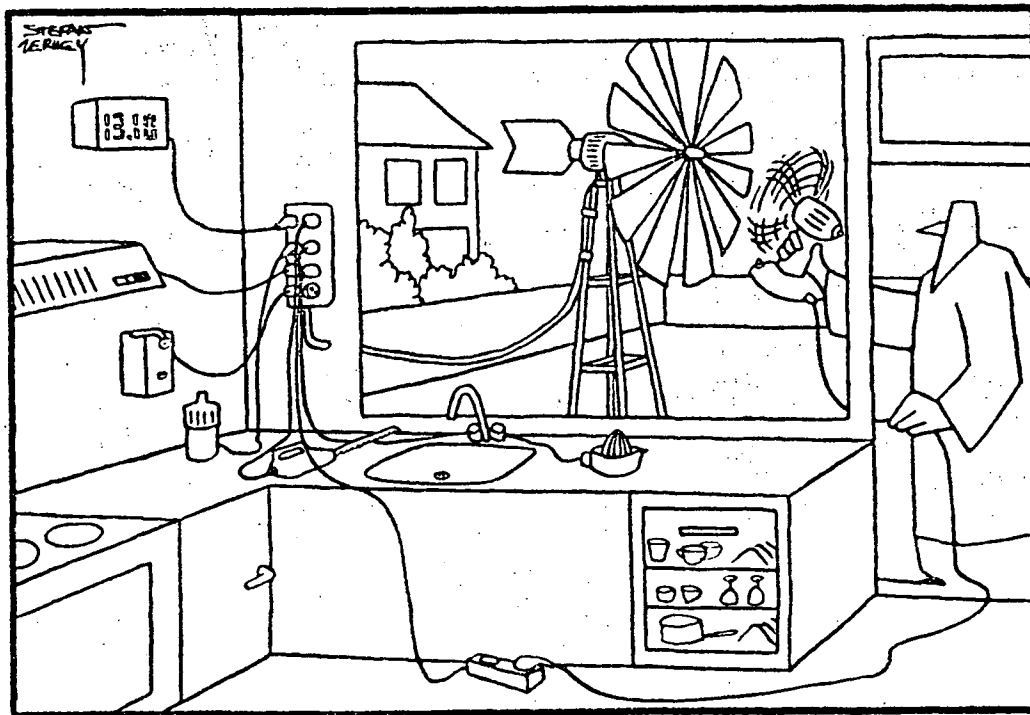
Het vergeten scenario

Van *Het vergeten scenario* zal in het volgende

nummer van *Faraday* een bespreking worden gegeven door Frans van der Loo. (*De redactie.*)

Noten

1. Amory Lovins: *Is Nuclear Power Necessary?* Friends of the Earth; Energypaper no. 3.
2. J. M. Dirken: Energiebesparing door konsumenten; opinies en gedragingen. *Energiespektrum*, januari 1980.
3. Ir Theo Potma: *Het vergeten scenario*, Meulenhoff Informatief.
4. Integratie van VRedes Onderwijs, mondiale vorming in het voortgezet onderwijs. Een samenwerkingsverband tussen het Polemologisch Instituut te Haren (Gr) en het Studiecentrum voor Vredesvraagstukken te Nijmegen. Met een aantal scholen is o.a. een energieproject opgezet. Een informatieboek en een projectboek hiervan is verkrijgbaar.
5. NOTA ENERGIEBELEID: deel I blz. 55. Staatsuitgeverij.
6. Gerald Leach: A future with less energy (*New Scientist*, 11 jan. 1979)
7. Amory Lovins: *Soft energy paths* (Penguin).
8. 1 quad = 10^{15} BTU (British Thermal Unit) $\sim 10^{18}$ J.



de Volkskrant

HOVEEL ELEKTRICITEIT ?

Energie in het jaar 2000

Een vergelijking tussen het scenario van de Energienota en het Vergeten scenario van Potma

FRANS VAN DER LOO, NVON-energie discussiegroep

Een scenario is een beschrijving, die aangeeft hoe een situatie zich in de toekomst kan ontwikkelen en hoe deze ontwikkeling samenhangt met beslissingen die we nu nemen.

Als we binnenkort de 'brede maatschappelijke discussie' gaan houden over de vraag hoe we in de toekomst in onze energiebehoefte moeten voorzien of in engere zin of we wel of niet kerncentrales moeten bouwen, is het van belang te kijken welke energietoekomst we wensen en welke beleidsmaatregelen daarvoor nodig zijn en omgekeerd welke energietoekomst het gevolg is van bepaalde beslissingen nu. Kortom het is van belang te kijken naar verschillende energiescenario's.

In 1979/1980 heeft de regering een *Energienota*¹ uitgebracht, waarin twee energiescenario's beschreven worden (een hoge en een lage variant wat energie betreft): haar konklusie: in beide scenario's is kernenergie wenselijk. Daarnaast is in 1977 door ir Potma een scenario² opgesteld, dat ook een energietoekomst in het jaar 2000 beschrijft: we kunnen toe met minder energie dan nu en hebben geen kernenergie nodig.

In dit artikel zal ik proberen een vergelijking te maken tussen de beide genoemde scenario's. Dit zal ik vooral in kwalitatieve zin doen. Een vergelijking in cijfers treft u in de bijlage aan.

A. Hoeveel energie hebben we nodig?

Als we praten over onze energievoorziening in het jaar 2000, is de eerste vraag hoeveel energie we dan denken te verbruiken. Aangezien bedrijven 56%³ van al onze energie verbruiken hangt ons energieverbruik sterk samen met onze totale produktie (alles wat we produceren, uitgedrukt in geld wordt vaak het bruto nationaal produkt BNP genoemd). Hoe de toename van energieverbruik en die van het BNP samenhangen kan sterk verschillen: van 1960-72

nam bij iedere stijging van het BNP met bv. 1% het energieverbruik met 1,65% toe, maar van 1972-77 slechts met 0,43%.

Een stijging van het BNP betekent meer produkten die we kunnen kopen en dus meer materiële welvaart, of dezelfde welvaart voor meer mensen. Sinds de 2e wereldoorlog is ons BNP ieder jaar gestegen en is onze materiële welvaart toegenomen. M.a.w. praten over onze toekomstige energiebehoefte is niet een technische zaak, maar hangt samen met de vraag hoeveel welvaart en economische groei we willen.

De Energienota

Uitgangspunt van de energienota is nu dat we tot het jaar 2000 jaarlijks 2-3% groei van de produktie zullen hebben. De volgende redenen worden hiervoor aangevoerd:

- de beroepsbevolking neemt toe, dus er moeten steeds meer arbeidsplaatsen komen, dus we moeten meer gaan produceren
- we moeten steeds meer voor onze energie gaan betalen
- de inkomsten uit aardgasverkoop lopen terug in de komende jaren.

De regering komt met dit uitgangspunt uit op een energieverbruik in het jaar 2000 dat 82% (in het lage scenario) en 116% (in het hoge scenario) hoger ligt dan dat van 1977. Besparingen meegerekend (30%) betekent dit dat we hiervoor 52% resp. 86% meer brandstof nodig hebben. Dit komt neer op een jaarlijkse stijging van het brandstofgebruik met 1,8-2,7%.

Het Potma-scenario

Uitgangspunt van Potma is daarentegen dat we ons brandstofverbruik zoveel mogelijk moeten beper-

ken. En wel om twee redenen. In de eerste plaats gaat een toenemend energieverbruik vaak gepaard met een toenemend grondstoffenverbruik en vormt zodoende een steeds zwaardere belasting voor het milieu (opgewarmd koelwater, SO₂ van kolenverbranding, risico's van kernenergie enz.) Daar een schoon milieu toch al een schaars goed aan het worden is kunnen we ons een steeds toenemend energieverbruik gewoon niet permitteren.

In de tweede plaats zal het energieverbruik ons steeds meer gaan kosten. De brandstofprijs neemt toe (in beide scenario's wordt een verdubbeling van de brandstofprijs in 2000 verwacht) en we zullen steeds meer moeten uitgeven om lucht en water schoon te houden of weer schoon te krijgen. Deze stijgende kosten gaan ten koste van onze materiële welvaart. Willen we onze huidige welvaart behouden - aldus Potma - dan moeten we ons brandstofverbruik zoveel mogelijk beperken.

Dit uitgangspunt vertaalt hij in 2 aannamen:

- a. Onze energiebehoefte in het jaar 2000 is niet groter dan nu. Dit betekent dat we alle dingen die we nu doen en waarvoor we energie gebruiken ook in 2000 kunnen doen. Eventueel kunnen we zelfs meer doen als we onze brandstof efficiënter omzetten. Maar ons uiteindelijk (finaal) energieverbruik mag niet stijgen.
- b. We investeren zoveel mogelijk in energiebesparingsmaatregelen, als economisch mogelijk is. Hierbij gaat het alleen om technische maatregelen ter verbetering van de efficiëntie en niet om besparing door gedragsveranderingen (fietsen i.p.v. bromfietsen e.d.)

Met deze aannamen acht Potma het mogelijk dat we in het jaar 2000 toekunnen met 69% van de hoeveelheid brandstof die we in 1975 verbruikten. Dus 31% minder dan in 1975.

B. Hoeveel brandstof willen we besparen?

Gegeven het energieverbruik ligt het verbruik van (fossiele) brandstof nog niet vast. Dit hangt af van de efficiëntie waarmee we onze brandstof inzetten en omzetten en met de mate waarin duurzame energie-

vormen, zoals zonne-, windenergie, energie uit methaangisting e.d., een bijdrage kunnen leveren.

Brandstof kun je op verschillende manieren besparen:

1. Door minder activiteiten te ontwikkelen, waar energie bij nodig is; niet meer autorijden, minder vaak in bad, de kachel lager enz., dus echte beperkingen, die gedragsveranderingen eisen.

2. Door brandstof doelmatiger te gebruiken. Dit kan weer op drie manieren:

- a. doelmatiger energieverbruik; niet meer water opzetten dan je nodig hebt, het licht uit doen als je weggaat e.d.;

- b. doelmatiger brandstofverbruik; de energie, die we uit brandstof halen zo goed mogelijk gebruiken, efficiëntie verbetering, huizen isoleren, afvalwarmte gebruiken e.d.;

- c. doelmatige vervanging van brandstof: ruimteverwarming kunnen we ook bereiken met een zonnepaneel i.p.v. met een gaskachel, een elektrische kachel is weer veel onvoordeliger dan een gaskachel.

Als je dus eenmaal de uiteindelijke energiebehoefte vastgesteld hebt, kun je verder kijken hoeveel je kunt besparen door doelmatiger met de brandstof om te gaan. Energiebesparing in deze zin doet dus geen afbreuk aan comfort of produktie-omvang. In beide scenario's wordt een omvangrijk besparings (doelmatigheids)programma voorgesteld. Beide scenario's zien als mogelijkheden voor efficiëntieverbetering bv:

- isolatie van huizen en gebouwen
- procesverbetering in de industrie
- betere benutting van afvalwarmte
- doelmatiger produktie van elektriciteit
- efficiëntere verwarmingsapparatuur
- efficiëntere (auto)motoren

Potma wil verder ook besparen via een sterkere accentuering van het openbaar vervoer (gedragsverandering), terwijl in het scenario van de *Energienota* het aantal auto's met ruim 50% toeneemt (i.v.m. 1977).

Duurzame energie

Naast doelmatigheidsbesparingen verwacht Potma

ook een bijdrage van duurzame energievormen, zoals ruimteverwarming door zonnecollectoren, aardwarmte of methaangisting en elektriciteitsopwekking door kleine windmolens. Hij schat deze bijdrage op 7,7% van het energieverbruik in 1975. Van het door hem voorspelde brandstofverbruik in 2000 (69% in vergelijking met 1975) maakt dit 11,2% uit. De regering is aanzienlijk somberder. Zij schat de bijdrage van duurzame energie in het lage scenario op 2,9% van het brandstofverbruik in 1977. Aangezien het brandstofverbruik in dit scenario stijgt tot 156% vormt dit 1,9% van het brandstofverbruik in 2000.

Al met al is het streven van de regering om in het jaar 2000 door doelmatigheidsmaatregelen 30% te besparen van het brandstofverbruik in 1977.

Het scenario van Potma komt uit op een brandstofbesparing van 31% in vergelijking met het verbruik in 1975. Rekenen we de bijdrage van duurzame energie als besparing mee op het verbruik van (fossiele) brandstof, dan komen de besparingen bij Potma zelfs op 38,7%. We zien dus dat de doelmatigheidsprogramma's ongeveer eenzelfde doel beogen.

In het scenario van Potma blijft de energiebehoefte konstant en levert dit met de besparingen de voorspelde brandstofbehoefte van 100% - 31% = 69% in vergelijking met 1975. De voorspelde brandstofbehoefte in het lage scenario van de Energienota was 152% in vergelijking met 1977, inclusief de besparingen.

De echte energiebehoefte is dus eigenlijk 152% + 30% = 182% en in het hoge scenario zelfs 186% + 30% = 216%, d.w.z. over 20 jaar zouden we meer dan 2 x zoveel energie willen hebben.

C. Hoeveel kost de besparingsinspanning?

Energiebesparing is mooi, maar we moeten natuurlijk wel bedenken dat iedere efficiencyverbetering en iedere voorlichtingscampagne geld kost. Het is dus van belang de (ekonomische) konsekventies aan te geven van besparingsmaatregelen. In beide scenario's gebeurt dat.

De regering schat de besparingsinvesteringen op 63 miljard van 1979-2000, dus ongeveer 3 miljard per jaar.

Potma berekent daarentegen dat 106 miljard nodig is om de besparingsdoelstelling te halen, dus ruim 5 miljard per jaar. Deze bedragen zijn natuurlijk gebaseerd op schattingen met vele aannames zoals prijsverloop e.d. Mede hierdoor is niet duidelijk te zeggen welk bedrag juist is. Wel zijn de schattingen van de regering in de afgelopen jaren al enkele keren verhoogd.

Wat echter belangrijker is, is de vraag naar de betekenis van een jaarlijkse investering van $\pm$ 5 miljard. Geld kun je maar één keer uitgeven. Globaal gesproken kun je zeggen dat we met z'n allen proberen, die produkten die we maken, te verkopen en daar wat aan over te houden; je kunt dat de groei van ons nationaal produkt (BNP) of van ons nationaal inkomen (NI) noemen.

Hier kunnen we verschillende dingen mee doen. We kunnen deze groei investeren in uitbreiding van de produktie en hier weer meer opbrengst mee behalen. Ons nationaal produktieniveau stijgt dan en onze materiële welvaart neemt toe.

We kunnen de groei ook gebruiken voor besparingsinvesteringen. Ons produktieniveau neemt dan niet toe, evenmin als onze materiële welvaart, maar - zeker op de lange duur - zorgt het wel voor het behoud van onze welvaart, omdat we minder van de steeds duurder wordende energie nodig hebben.

Maar het is het een of het ander: wat we aan het één besteden kunnen we niet meer aan het ander besteden. Potma berekent in zijn scenario, dat de groei ruimte, die beschikbaar is om te investeren 2,5% van ons nationaal inkomen zal zijn (ongeveer 5 miljard per jaar). Dit bedrag is volgens hem echter net nodig voor doeltreffende besparingsinvesteringen. M.a.w. het is of een groei van de produktie en een toename van onze materiële welvaart (op korte termijn) of een serieuze inspanning om te besparen op brandstofgebruik om onze welvaart op langere termijn wellicht veilig te stellen. Maar dit laatste betekent wel dat er geen ruimte meer is voor uitbreidingsinvesteringen, m.a.w. het produktieniveau blijft konstant en er is geen groei (op korte termijn)

van ons nationaal inkomen, dus een situatie van zogenaamde 'nulgroei'.

De energienota neemt daarentegen als uitgangspunt een groei van de produktie van 2-3% per jaar aan, en stelt zich tot doel jaarlijks 3 miljard in besparing te investeren. Deze groei is in haar visie juist nodig om de besparingsinvesteringen en de steeds duurder wordende brandstof te kunnen betalen. De nota maakt echter niet duidelijk of deze beide doelstellingen te verenigen zijn.

D. Hoe zorgen we voor onze elektriciteit?

Als we onze energievoorziening onderzoeken is het ook van belang te kijken naar ons elektriciteitsverbruik en opwekking, omdat de elektriciteitsopwekking 20% van ons brandstofverbruik in beslag neemt.

Elektriciteit is een prettige vorm van energie; je kunt er veel mee doen, elektrische apparaten hebben een hoog rendement, het is makkelijk te transporteren en het is een schone energievorm.

Aan de andere kant moeten we echter bedenken dat voordat de elektriciteit uit het stopcontact komt deze wel in centrales opgewekt is door gas of olie te verbranden. En dit opwekkingsproces is zeer onrendabel: de opgewekte elektriciteit bevat 1/3 van de energie-inhoud van de brandstof, 2/3 van de energie gaat verloren in de vorm van warmte. Zo bezien is elektriciteit een prettige, maar zeer onrendabele vorm van brandstofgebruik.

Belangrijk is dan ook te kijken aan welk deel van onze energiebehoefte we met elektriciteit willen voldoen. We kunnen bv. onze huisverwarming elektrisch maken (iets wat in Frankrijk sterk gebeurt) of elektrische fornuizen maken, maar we maken dan wel een zeer inefficiënt gebruik van onze brandstof.

Als we nu de scenario's hierop bekijken, geeft de Energienota een stijging van het elektriciteitsverbruik te zien in het jaar 2000 van 111% (hoog scenario) en 65% (laag scenario), dus meer dan een verdubbeling van het verbruik in het hoge scenario. Het scenario van Potma geeft een stijging van 13%.

Centraal versus decentraal

Een belangrijk punt in het energie/elek-

triciteitsbeleid is ook hoe we onze elektriciteit opwekken. Op dit ogenblik wordt praktisch alle elektriciteit opgewekt in grote provinciale elektriciteitscentrales. Deze bedrijven, die verenigd zijn in de SEP (Samenwerkende Elektriciteits Produkten), distribueren dan de elektriciteit naar de afnemers. M.a.w. onze elektriciteitsopwekking geschiedt zeer centraal.

Er is ook een meer gedecentraliseerde wijze van elektriciteitsproduktie denkbaar, waarbij meer, kleinere centrales per stad of zelfs per wijk voor de produktie zouden zorgen.

Vele mensen zijn daar voorstander van uit democratisch oogpunt: elektriciteit is een vitale behoefte (waar hebben we niet allemaal elektriciteit voor nodig?), het is een risico als we afhankelijk zijn van grote centrales, die door een centrale organisatie als de SEP beheerd worden (mensen, die in 1974 weigerden de elektriciteitsheffing voor de bouw van de kernreaktor in Kalkar te betalen, werden afgesloten van elektriciteit).

Afgezien van deze politieke motieven zijn er ook technische argumenten voor een meer gedecentraliseerde opwekking en op dit punt vertonen de scenario's grote verschillen. Als de elektriciteitsopwekking een inefficiënt proces is, is het de moeite waard deze efficiency proberen te vergroten. Een van de mogelijkheden hiertoe is door de afvalwarmte nuttig te gebruiken, bv. voor stadsverwarming. We noemen dit dan kracht-warmte-koppeling. De afvalwarmte die bij de turbine ontstaat voeren we door geïsoleerde buizen naar een nabijgelegen wijk. Hoe dichter de centrale bij de wijk staat, hoe minder warmte er verloren gaat en hoe minder de aanleg van leidingen kost. Een dergelijke toepassing is rendabeler bij een gedecentraliseerde opwekking.

Anderzijds wordt bij de industrie veel warmte opgewekt, nodig voor chemische processen e.d. Hiertoe wordt olie of gas verstoekt, waarbij dus een hoogwaardige vorm van energie omgezet wordt in een laagwaardige (warmte). Het is ook mogelijk bij de verbranding van olie of gas eerst een turbine aan te drijven, die via een generator elektriciteit opwekt en de restwarmte als proceswarmte te gebruiken. Ook dan maken we een efficiënter gebruik van brandstof en ook dit is een vorm van kracht-warmte-

koppeling. Zo wordt er nu al in verschillende bedrijven elektriciteit opgewekt.

Als we deze vorm van kracht-warmte-koppeling veel meer benutten, kan dus een veel groter deel van onze elektriciteitsbehoefte decentraal worden opgewekt. Een meer decentrale opwekking opent ook de mogelijkheid dat duurzame energievormen (zon en wind) op korte termijn een bijdrage aan de elektriciteit leveren. Zo zijn kleine windmolens (0,1 MW) al uitgetest en in de handel. Ze zijn makkelijk plaatsbaar, niet erg duur en kunnen zeker in een deel van onze behoefte voorzien. Potma komt op zo'n manier tot een bijdrage van 15,8% van het elektriciteitsverbruik. De *Energienota* denkt daarentegen meer in termen van een gecentraliseerde opwekking, waar windmolens van groot vermogen (1 MW) en grote afmetingen (rotordiameter 50m) een rol kunnen spelen. Deze zijn echter nog in het ontwikkelingsstadium en de *Energienota* verwacht in 2000 dan ook geen wezenlijke bijdrage.

Om verschillende redenen is dus de discussie rond centrale of decentrale elektriciteitsopwekking van belang. Wat geven nu de scenario's op dit punt aan? De *Energienota* verwacht 20% decentrale opwekking (in bedrijven) en 80% door de openbare centrales. Potma berekent dat 60% decentraal en 40% centraal kan worden opgewekt. Dit betekent in zijn scenario dat aan openbare centrales nog maar een vermogen van 4 000 MW nodig is, ongeveer 1/3 van het huidige beschikbare vermogen ($\pm 12 000$ MW).

In de visie van de *Energienota* is een toename van het openbare centrale vermogen van $\pm 100\%$ (hoog scenario) of 50% (laag scenario) nodig. M.a.w. er moeten nieuwe centrales bijgebouwd worden. De regering stelt voor om minstens drie kerncentrales van ieder 1 000 MW te bouwen, waarmee het totale kernvermogen (inclusief Borssele; Dodewaard is tegen het jaar 2000 gesloten) op 3 450 MW komt. Als voornaamste argument hiervoor wordt de brandstofdiversificatie aangevoerd, d.w.z. de politiek om ons brandstofverbruik te spreiden over zoveel mogelijk energievormen. Politiek zijn we dan iets minder kwetsbaar dan wanneer we bv. alleen olie zouden gebruiken.

Samenvatting

Wat zijn nu – resumerend – overeenkomsten en verschillen tussen het scenario van de *Energienota* en dat van Potma?

1. Uitgangspunten

Uitgangspunt van beide scenario's is behoud van onze welvaart. De regering vertaalt dit in een doelstelling van 2-3% jaarlijkse productiegroei om de stijgende uitgaven voor brandstof, de besparingsinvesteringen en de teruglopende aardgasbaten te kunnen opvangen.

Potma stelt daarentegen dat we de stijgende brandstofkosten het best kunnen opvangen door ons brandstofverbruik te verminderen. Als tweede uitgangspunt hanteert Potma dat ons milieu geen toenemend energie- en grondstoffenverbruik meer kan verdragen. Deze uitgangspunten vertaalt hij in de doelstelling van een gelijkblijvende energiebehoefte en in een maximale besparingsinspanning.

Deze doelstellingen laten geen ruimte meer voor productiegroei. Op korte termijn neemt onze (materiële) welvaart niet toe om onze huidige welvaart op langere termijn veilig te stellen.

2. Energiebehoefte

De doelstelling van de *Energienota* heeft tot gevolg dat de energiebehoefte in het jaar 2000 216-182%, is van de behoefte thans (1977). Met de besparingsdoelstelling van 30% zal de brandstofbehoefte op 186-152% van het huidige verbruik liggen.

Bij Potma is de doelstelling om de energiebehoefte op 100% te houden i.v.m. thans. Met zijn schatting omtrent haalbare (doelmatigheids)besparing (31%) is de brandstofbehoefte in het jaar 2000 69% van het verbruik thans.

3. Besparingen

De besparingsdoelstelling van beide scenario's heeft dezelfde orde van grootte ($\pm 30\%$ van het huidige brandstofverbruik). De besparingen betreffen in beide gevallen vnl. technische maatregelen gericht op rendementsverbetering. Zij houden dus geen of weinig verlies van comfort in.

Het beleid met betrekking tot besparingen is van

de regering 'volgend' en van Potma 'sterk anticiperend.'

De kosten, die nodig zijn om de besparingsdoelstellingen te halen worden verschillend getaxeerd. De *Energienota* schat de kosten op 63 miljard (tot 2000), Potma op 106 miljard.

4. Konsekventies

Potma legt een terugkoppeling tussen doelstellingen en economische mogelijkheden. Als we de besparingsdoelstelling willen halen, moeten we zoveel investeren, dat geen ruimte overblijft voor uitbreidingsinvesteringen en dus zal er geen productiegroei zijn. Dit strookt mooi met het uitgangspunt het energieverbruik niet te laten toenemen.

De *Energienota* heeft *en* een soortgelijke besparingsdoelstelling *en* wil 2-3% productiegroei, zonder aan te geven of dit economisch haalbaar is.

5. Duurzame energie

Potma berekent dat het mogelijk is dat duurzame energie (zon, wind, aardwarmte, biogas) in 2000 een bijdrage levert van 7,7% van het brandstofverbruik thans (1977).

De regering is somberder: maximaal 2,9% van het verbruik thans (1977). Redenen voor dit verschil zijn:

- a. Potma bepleit een krachtiger overheidsbeleid
- b. Potma benadrukt sterker kleinschalige toepas-

singen (kleine windmolens, terwijl de overheid meer aan grote molens denkt).

c. Potma neemt een meer gedecentraliseerde elektriciteitsopwekking aan (zie punt 6).

6. Elektriciteit

De *Energienota* voorspelt een veel hoger elektriciteitsverbruik: 165-211% i.v.m. 1978, terwijl Potma uitkomt op 113% i.v.m. 1975.

De elektriciteitsopwekking is bij Potma veel meer gedecentraliseerd dan in de *Energienota*. Dit maakt het mogelijk een intensiever gebruik te maken van kracht-koppeling (bv. stadsverwarming en opwekking in de industrie). Ook is een grotere bijdrage van duurzame energie mogelijk (kleine windmolens voldoen al, grote windmolens zijn in een ontwikkelingsfase).

Gevolg is, dat in het *Energienota*-scenario een toename van het aantal centrales nodig is. In dit verband stelt de regering voor drie kerncentrales van elk 1000 MW te bouwen. In het scenario van Potma is geen uitbreiding van centrales nodig en dus ook geen kerncentrales.

¹ *Nota energiebeleid deel 1 algemeen 1979/80 Staatsuitgeverij*
2 kolen
3 brandstofinzet centrales
² *Het vergeten scenario, ir Theo Potma 1979 Meulenhoff Informatief*
³ *AER Vadecum blz. 25*

Tabel energiesituatie in het jaar 2000

	huidige situatie	energienota		POTMA
		hoog	laag	
productiegroei per jaar		3 %	2 %	0 %
energiebehoefte in 2000 in vergelijking met thans		216 %	182 %	100 %
brandstofbesparing in 2000 in vergelijking met brandstofverbruik thans		30 %	30 % (i.o.v. 1977)	31 % (i.o.v. 1975) + 7,7% duurzame energie
brandstofverbruik in 2000 in vergelijking met thans (besparingen meegerekend)		186 %	152 % (1977: 100%)	69 % (1975: 100%) (inclusief 7,7% duurzame energie)
bijdrage duurzame energie aan het brandstofverbruik in 2000		1,5 %	1,9 %	11,2 %

	huidige situatie	energienota		POTMA
		hoog	laag	
gemiddelde jaarlijkse groei van het brandstofverbruik		2,7 %	1,8 %	geen
brandstofinzet in 2000	(1977)			
kolen	5,1 %	21,3 %	19,6 %	23,2 %
gas	52,6 %	25,9 %	31,6 %	21,7 %
olie	40,3 %	49,0 %	44,2 %	43,9 %
kern	1,7 %	2,2 %	2,7 %	0 %
overig	0,3 %	1,5 %	1,9 %	11,2 %
elektriciteitsverbruik in 2000 in vergelijking met thans		211 %	165 % (1978: 100 %)	113 % (1975: 100 %)
deel van totale brandstofverbruik in 2000 ingezet voor elektriciteitsproductie	± 20 %	22,7 %	21,7 %	32,6 % (inclusief 5,1 % duurzame energie)
elektriciteitsproductie centraal (openbare centrales)	91 %	80 %	83 %	36 %
elektriciteitsproductie decentraal (bedrijven, particulieren)	9 %	20 %	17 %	64 %
totaal vermogen openbare centrales	(1978) 11 925 MW	22 400 MW	18 300 MW	4 000 MW
brandstofinzet voor elektriciteitsopwekking in openbare centrales	(1980)			
kolen	8 %	31 %	31 %	} 100 % (niet nader gespecificeerd)
olie/gas	89 %	30 %	37 %	
kern	3 %	16 %	19 %	
onbenoemd (waarschijnlijk kolen)	—	23 %	13 %	
kosten besparingsinvesteringen van 1979 tot 2000		63 miljard	63 miljard	106 miljard
stijging brandstofprijs tot 2000		2 x	2 x	2 x

TOETSVRAGEN

1. In sommige grote gebouwen zit een automatische zonweringsinstallatie. Als de zon schijnt, zakken bij alle ramen aan de buitenkant de zonneschermen naar beneden.

Hanneke vindt dit energieverpilling.

Noem twee redenen die zij hiervoor kan hebben.

Welke reden kan de architect van dat gebouw gehad hebben om zo'n zonweringsinstallatie aan te leggen?

2. Om aan te tonen hoe veilig kerncentrales zijn, heeft de kernfysicus Prof. Goedkoop op de TV eens de volgende redenering gehouden (verkort weergegeven):

"In onze moderne samenleving lopen we allerlei risico's. Zo heeft men berekend dat:

- de kans op een grote dijkdoorbraak (zoals bij de watersnoodramp in 1953) is: één keer in de 10000 jaar.
- de kans op een groot ongeluk met een kerncentrale is: één keer in de 1000000 jaar.

Dus is een kerncentrale veel veiliger dan het leven achter dijken."

Schrijf in een kort opstel (van ongeveer 15 regels) een commentaar op deze redenering.

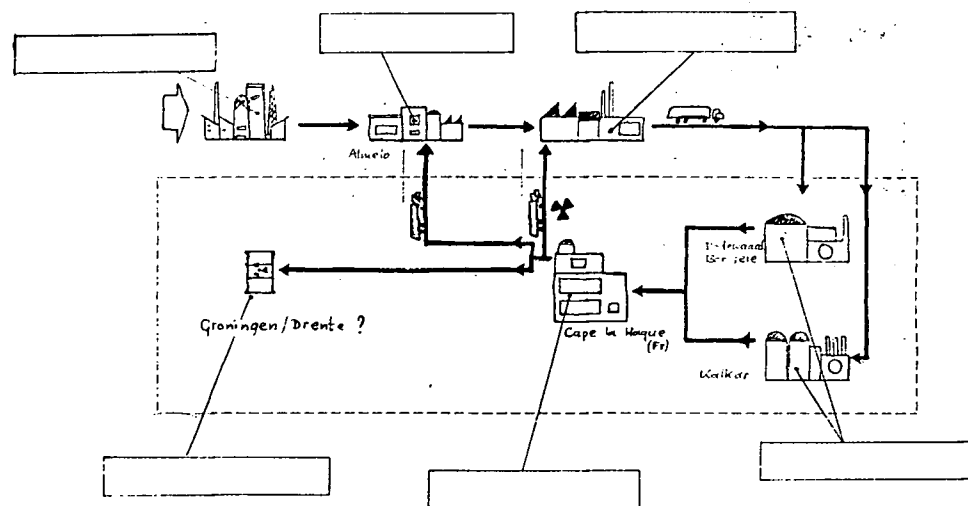
Bespreek in dat commentaar in elk geval:

- de verschillen tussen een ongeluk met een kerncentrale en een dijkdoorbraak;
- je eigen mening over de redenering van Prof. Goedkoop.

3. Het afwegen van de voor- en nadelen van kernenergie vormt een ingewikkeld probleem. Dat is goed te zien aan de discussie over het plutonium dat in alle kernreactoren ontstaat.
- Verstanders van kernenergie vinden het ontstaan van plutonium een voordeel. Verstanders van kernenergie vinden het ontstaan van plutonium een nadeel. Geef een argument, waarom het ontstaan van plutonium voordelig kan zijn:

Geef een argument, waarom het ontstaan van plutonium nadelig gevonden wordt:

4. Je ziet hier schematisch getekend, hoe de brandstof voor een kerncentrale wordt verkregen en verwerkt.



- a. Plaats de volgende namen bij de bijbehorende installaties:
- kerncentrale
 - mijn
 - opslag van radioactief afval
 - opwerkingsfabriek
 - spijjtstofelementenfabriek
 - verrijkingsfabriek

Alle installaties en transporten zijn beveiligd tegen diefstal van radio-actief materiaal. Enkele punten zijn extra kwetsbaar voor diefstal. Eén van deze punten is aangegeven met: ♣

- b. Noem een reden waarom juist dit transport (bij het teken $\clubsuit$) beter beveiligd moet worden dan de andere transporten of de verschillende installaties:

Sommige veiligheidsdeskundigen denken dat het onmogelijk is om deze transporten echt voldoende te beveiligen. Zij concluderen dat je ervoor moet zorgen dat deze transporten (bij het teken: $\clubsuit$) helemaal niet plaats vinden.

- c. Welke maatregel kan een regering nemen, zodat het kwetsbare transport niet meer plaats hoeft te vinden?

Aan de maatregel die je nu genoemd hebt, zitten waarschijnlijk bezwaren (anders hadden alle regeringen van landen met kernenergie dit al besloten).

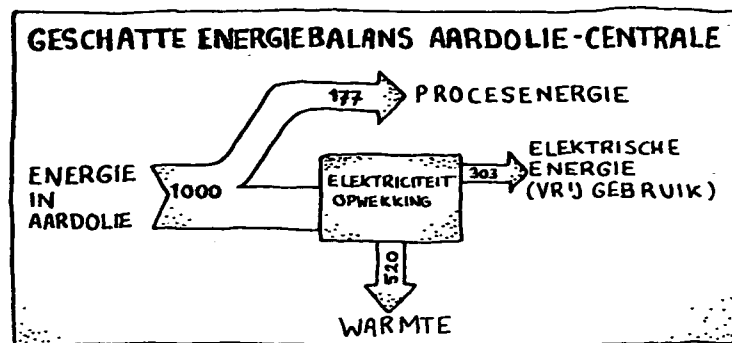
- d. Noem één bezwaar tegen de maatregel die je onder (c) hebt genoemd.

5. Een reclamefolder van elektrische fornuizen vermeldt dat het rendement van "koken op elektrisch" hoger is dan het rendement van "koken op gas".

Dit klopt wel als je bij je rendementsberekening alleen naar het fornuis kijkt. Toch is het voor het totale energieverbruik in Nederland misschien wel gunstiger als iedereen op gas zou koken.

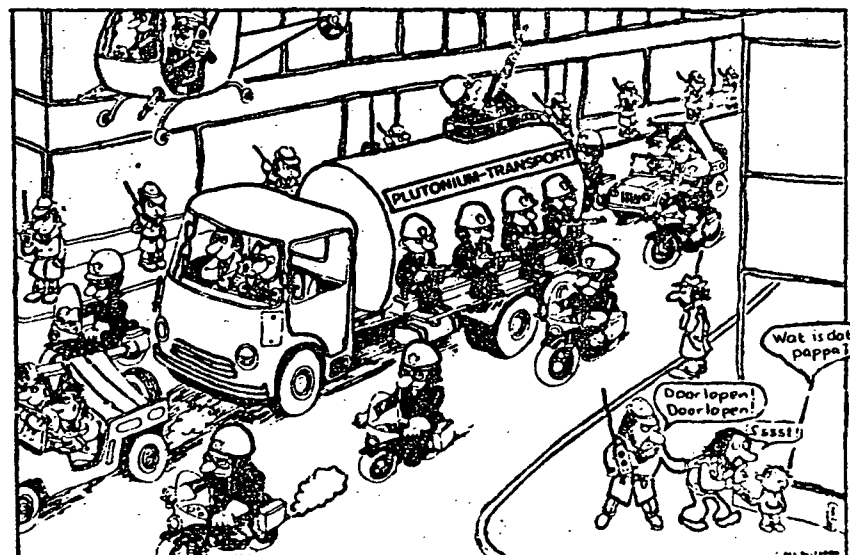
Leg dit uit.

6. Hieronder zie je de energiebalans van een olie-gestookte electriciteitscentrale.



- Bereken het rendement van de centrale
- Bereken het rendement van het hele proces waarin de in aardolie opgeslagen energie wordt omgezet in elektrische energie voor vrij gebruik.
- Leg uit waardoor de bij a. en b. berekende rendementen van elkaar verschillen.
- Hoe kan de afvalwarmte van een oliegestookte electriciteitscentrale nuttig gebruikt worden?
 - Hoe groot zou het rendement van de centrale daardoor maximaal kunnen worden?
 - Kun je een reden geven voor het gebruik van het woord "maximaal" in vraag d.2.?
 - Hoe groot zou het rendement van het hele proces van energie-omzetting door het nuttig gebruik van afvalwarmte maximaal kunnen worden?
 - Kun je twee redenen geven voor het gebruik van het woord "maximaal" in vraag d.4.?

7. Geef in maximaal 10 regels je commentaar bij dit plaatje.



8. Kolen concurreren niet met andere energiebronnen als zouden ze de enige oplossing zijn voor de wereldenergieproblemen. Rigoureuze energiebesparingen, de ontwikkeling en snelle invoering van programma's voor kernenergie, aardgas, niet-conventionele olie en gas, zonne-energie, andere hernieuwbare bronnen en nieuwe technologieën zullen niet voldoende zijn om aan de groeiende wereldenergiebehoeften te voldoen, aldus de conclusie van het WOCOL-onderzoek. Het is absoluut noodzakelijk om met inspanning van alle krachten te werken aan de uitbreiding van de voorzieningen voor de productie, het transport en het gebruik van kolen om zelfs maar een matige groei van de economie in de wereld tussen nu en het jaar 2000 mogelijk te maken. Blijven deze 'kolenactiviteiten' uit, dan zijn de vooruitzichten somber.

ziening en mogelijke vertragingen in de ontwikkeling van kernenergie zouden betekenen dat de kolenaanvoer dan ontoereikend zou zijn om de vraag bij te houden, zelfs al zou de toename van de energiebehoefte op de laagste, door WOCOL aangenomen niveaus, liggen.

Toch kunnen kolen in het grootste deel van de extra energiebehoeften in de komende twee decennia voorzien, maar dan komt het er wel op aan dat de betrokken particuliere en overheidsbedrijven gezamenlijk en snel optreden. Regeringen kunnen in het bijzonder hulp bieden door het vertrouwen en de stabiliteit te verschaffen die nodig zijn voor het nemen van investeringsbeslissingen, door vertraging bij de verstrekking van licenties en de goedkeuring van plannen uit te sluiten, door duidelijke en duurzame normen voor het milieu vast te stellen en door de groei van een vrije en concurrerende internationale handel te bevorderen. Erkenning van het feit dat er dringend behoefte bestaat aan kolen, en een vastbesloten aanpak om deze tijdig ter beschikking te hebben, geeft een redelijke waarborg dat de wereld op de voor haar economische groei en ontwikkeling benodigde energie zal kunnen blijven rekenen.

Gelet op de lange aanlooptijden die gemoeid zijn met projecten voor zowel het gebruik van kolen als de winning ervan, is echter het reële gevaar aanwezig dat de nieuwe voorzieningen die nodig zijn om aan de vereiste versnelling van vraag en aanbod vanaf 1985 te voldoen, voor het overgrote deel niet op tijd beschikbaar zullen zijn. De verwachte stabilisering van de wereldolievoor-

Bron: Steenkool, energie voor de toekomst. Uitgave: Shell Nederland B.V., 1980

- Welke veronderstelling maakt Shell over het energieverbruik in de toekomst?
- In het stuk wordt geschreven over "mogelijke vertragingen in de ontwikkeling van kernenergie". Waardoor zouden die vertragingen veroorzaakt kunnen worden?
- Kunnen kolen volgens Shell een volledig alternatief bieden voor kernenergie?
- Geef door onderstreping in het artikel één plaats aan waar een feit vermeld wordt. Doe datzelfde (met een andere kleur) voor één plaats waar een mening gegeven wordt. Leg uit waarom je de onderstreepte zin(nen) een mening vindt.
- Geef in maximaal 10 regels een samenvatting van dit stuk.
- Leven in maximaal 20 regels kritiek op dit stuk.
- Heb je enig idee waarom Shell, een oliemaatschappij dus, het gebruik van steenkool wil bevorderen?

9. Bron: Kijk, juli 1980

- 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.
- Noteer voor iemand die dit artikel niet gelezen heeft in één of twee zinnen welk probleem Lester Brown aan de orde stelt.

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 productie 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.

- Schrijf in hoogstens 10 regels op wat (volgens het artikel) de mening is van Lester Brown.
- 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?

Er is één, pijnlijke, zekerheid: geen enkel energiescenario, lopend tot pakweg het jaar 2000, hoe zorgvuldig ook opgesteld en hoe breed maatschappelijk ook bediscussieerd en hoe democratisch afgewogen, zal ooit gerealiseerd kunnen worden. Alleen al omdat je zeker weet dat er zich onverwachte ontwikkelingen zullen gaan voordoen, en óók dat deze een groot effect zullen hebben, maar niet welke ontwikkelingen dat precies zijn, wanneer ze zullen optreden en hoe de effecten zullen uitpakken. Ik denk hierbij allereerst aan zgn. trendbreuken, die extrapolaties in de war schoppen; oliecrisis, rare Ayatollah's, maar ook aan politieke en sociale ontwikkelingen in landen als Algerije, China en Zuid-Afrika, en tenslotte aan technologische of sociale innovaties. Voeg bij dit alles nog eens de menselijke factor, die ook in het beleid op (inter-)nationaal niveau niet valt uit te vlakken (wie volgt Carter op? wie Brezjnev? kiest Van Agt nog eens definitief een wielrennersloopbaan?), en het zal duidelijk zijn, dat het voeren van een lange termijnbeleid eigenlijk onder de wet op de kansspelen zou moeten vallen. Zijn er dan misschien uitgangspunten of principes te vinden die wat

beter bestand zijn tegen genoemde onzekerheden? De regering meent er voor haar energiepolitiek twee gevonden te hebben, nl. diversificatie van energiedragers (kortweg: niet alles op één kaart zetten) en besparingen. Het diversificatie principe, bedoeld om de risico's, die kleven aan elke energiedrager, te spreiden doet vermoedelijk ook niet meer dan dat. Het vermindert in totaal die risico's in elk geval niet, maar haalt ze daarentegen wel allemaal in huis. Het geen in het geval van de kernenergie nog wel eens rare verrassingen kan opleveren. Het besparingsbeleid van de regering is het best vergelijkbaar met een man van 200 pond, die van de huisarts het advies krijgt om te vermageren. De man probeert eerst een half jaar de methode „laten we het eens aanzien“, met als gevolg een gewicht van 210 pond. Zijn huisarts wijst hem op het geringe resultaat en de man, ook niet gek, besluit een diepingrijpend vermageringsprogramma te gaan volgen: geen slagroomgebak bij het tweede kopje koffie en voortaan te voet naar de brievenbus. Zes maanden later: 218 pond. Conclusie van de man: „ik ben één kilo vermagerd; doorgaan op deze weg.“

Fragment uit een artikel van J.J. Boersema, wetenschappelijk medewerker aan de Rijksuniversiteit in Groningen
Bron: Trouw, 18 juli 1980

Een energiescenario is een verzameling voorstellen of maatregelen, die logisch samenhangen. Die scenario's zijn gebaseerd op één of meer duidelijk aangegeven vooronderstellingen; bijvoorbeeld een bepaald percentage economische groei. Een scenario is géén toekomstvoorspelling. Het is bedoeld om te laten zien: zo en zus kan het gaan als de beslissers de voorgestelde maatregelen uitvoeren én de vooronderstellingen juist blijken.

- Boersema is van mening dat geen enkel energie-scenario, lopend tot het jaar 2000, ooit gerealiseerd zal worden. Welke argumenten geeft hij om zijn mening te verdedigen?
- Welke twee uitgangspunten heeft de regering volgens Boersema gekozen voor haar energiepolitiek.

- Hoe beoordeelt Boersema die door de regering gekozen uitgangspunten? Waar leidt je dat uit af? Geeft hij argumenten voor zijn beoordeling?

De regering geeft in haar energienota aan dat diversificatie nodig is om niet al te veel afhankelijk te worden van één energiedrager. Dat maakt het risico van grote brandstof tekorten als één van die energiedragers plotseling wegvalt, minder.

- Volgens Boersema vermindert diversificatie de risico's in elk geval niet, maar haalt ze daarentegen wel allemaal in huis. De regering en Boersema hebben het niet over dezelfde risico's. Over welke risico's heeft Boersema het dan wel? Geef met enkele citaten uit het artikel aan waar je dat uit afleidt.
- Er staat één duidelijke (druk?) fout in het artikel. Welke is dat?

Woordenlijst:

trendbreuk	plotselinge verandering in een bepaalde ontwikkeling
extrapolatie	doortrekken van een bepaalde ontwikkeling naar de toekomst
innovatie	vernieuwing
diversificatie	verscheidenheid, spreiding

11.

Monopoliepositie

De elektriciteitsmaatschappijen hebben het niet gemakkelijk de laatste tijd. Naast de bedreiging van hun monopoliepositie door de opkomst van wind-, zonne- en geo-thermische energiebronnen, is ook de industrie wakker geworden. Enkele ingenieurs van Shell hebben berekend dat de industrie ruim de helft van de elektriciteit kan produceren die Nederland nodig heeft. Als goed gebruik gemaakt wordt van de grote hoeveelheden warmte die

men produceert en die nu onbenut lucht en koelwater ingaan. Dat kan met de zogenaamde warmte-krachtinstallaties. Maar de centrales moeten dan, net als bij windmolens, bereid zijn stroom die men niet direct kan benutten, terug te nemen tegen een redelijke vergoeding. Maar daar zijn ze vooralsnog niet zo happig op, al gebeurt het al in een aantal gevallen. Hun monopoliepositie komt duidelijk op de tocht te staan. Dat is precies waar we naar toe moeten.

Bron: De Kleine Aarde, nr. 34, herfst 1980

- Wat is een warmte-kracht-installatie?
- Waarom moeten de elektriciteitsbedrijven bereid zijn stroom terug te nemen van de warmte-kracht-installaties in de industrie?
- Geef twee redenen waarom de elektriciteitsbedrijven niet zo erg gelukkig zijn met een aantasting van hun monopoliepositie.
- Geef door onderstreping in het artikel de plaats aan waar een feit vermeld wordt. Doe datzelfde (met een andere kleur!) voor een plaats waar een mening gegeven wordt.

BIJLAGE D4

RADIOACTIVITEIT IN DE KLAS

● EEN MODEL VAN HET OPRAKEN VAN RADIOACTIEVE "BRANDSTOF" (RADIOACTIEF VERVAL)

- a. Neem een strook papier van 20 cm lengte en knip de strook midden door. De ene helft plak je op een blaadje papier met twee assen. De andere helft knip je weer door midden. De ene helft daarvan plak je naast de eerste strook op het blaadje papier, de andere helft..... juist ja. Ga hiermee door tot het door midden knippen wat lastig wordt. Teken een vloeiende lijn door de middens van de bovenranden van de opgeplakte stroken.
- b. De grafiek die je nu gekregen hebt lijkt sprekend op de grafiek die het verband aangeeft tussen het aantal radioactieve kernen dat nog niet gedesintegreerd ("verdwenen") is en de tijd.
Bij radioactief verval desintegreert ("verdwijnt") in een bepaalde (vaste) tijd de helft van de aanwezige radioactieve kernen. Hoe groot die tijd is, hangt af van de soort radioactieve stof.
Bij het radioactieve $^{131}_{53}\text{I}$ is dat 8 dagen.
Je begint bijv. met 1 g $^{131}_{53}\text{I}$. Hoeveel g $^{131}_{53}\text{I}$ is er dan na 8 dagen nog over? En weer 8 dagen later? En nog eens 8 dagen later? En.....
Teken in een grafiek het verband tussen de hoeveelheid radioactief jodium die nog niet is gedesintegreerd ("over is") en de tijd.
(Hoeveelheid langs de verticale en tijd langs de horizontale as van de grafiek.)
Vergelijk deze grafiek met die bij a. Zie je de overeenkomst?

● EEN NIEUW MODEL VOOR RADIOACTIEF VERVAL

Het model van het radioactief verval met de papierstroken is eigenlijk te mooi. Het desintegreren van radioactieve atoomkernen is een toevals-proces. Je kunt nooit van te voren voorspellen welke kern op welk moment zal desintegreren. Je gaat nu het toeval in je model brengen: kruis of munt gooien of dobbelstenen laten rollen.

- a. Elke leerling uit de klas neemt een munt. Op een afgesproken tijdstip gooit iedereen zijn/haar munt op. Wie kruis heeft valt af (en doet verder niet meer mee). Tel het overgebleven aantal deelnemers. De overgebleven deelnemers gooien opnieuw hun munt op: wie kruis heeft valt weer af, enz.
Ga hiermee door tot alle deelnemers "verdwenen" zijn.
Teken een grafiek van het aantal deelnemers in de loop van de tijd (aantal deelnemers vertikaal en aantal worpen horizontaal).
Vergelijk deze grafiek met de grafieken die je eerder hebt getekend/gezien van radioactief verval.
- b. Neem 10 houten kubussen. Van elke kubus zijn drie zijanten van een merkteken voorzien (een rode, blauwe en gele stip). Doe de kubussen in een zak.
Deze kubussen stellen instabiele kernen voor.
Op vaste tijden wordt de zak leegggeschud in een grote bak. De kubussen waarvan de rode stip boven ligt worden verwijderd. Dat zijn de kernen die gedesintegreerd zijn. Tel steeds het aantal kubussen dat overblijft. Teken een grafiek van dit "radioactieve verval" van de kubussen (aantal overblijvende (nog niet gedesintegreerde) kubussen vertikaal en het aantal worpen horizontaal).
Bepaal uit de grafiek de halveringstijd (dat wil zeggen het aantal worpen waarin de helft van het aantal kubussen verdwijnt).

BIJLAGE D4

- c. Neem nu 50 van dit soort kubussen, en herhaal de vorige proef helemaal.
Doe de proef nog eens met 100 kubussen.
- d. Vergelijk de drie grafieken van het "radioactief verval" die je getekend hebt. Welke verschillen vallen je op?

ingaan op processen met statistisch karakter die alleen "goed" werken bij grote aantallen.

Vergelijk de drie halveringstijden die je uit de grafieken bepaald hebt. Welke overeenkomst valt je op?

Conclusie: De halveringstijd van het radioactief verval van een atoomsoort hangt wel/niet af van het aantal instabiele kernen dat in het begin aanwezig is.

- e. Hoe kun je in dit model van radioactief verval de halveringstijd veranderen? Controleer je voorspelling met een proef.

● DE HALVERINGSTIJD VAN BIERSCHUIM

Giet een hoog cylinderglas met maatverdeling vol bier. Doe dat zó dat er bijna alleen maar schuim komt. Eerst loopt er nog schuim over de rand. Je kunt dan nog niet met je metingen beginnen.
Begin met je metingen op het moment dat het schuim aan de rand staat. Meet de hoogte van de schuimkolom in de loop van de tijd (dus ook de tijd meten!)

Ga van te voren wel na op welke manier je te werk moet gaan.

- Zet je meetresultaten uit in een diagram.
- Bepaal uit dit diagram de halveringstijd van het schuim.
- Ga na of je bij dit experiment inderdaad van een halveringstijd kunt spreken. Wat moet je dan doen?
- Je zou ook nog kunnen onderzoeken of het soort maatglas er toe doet, of misschien de soort vloeistof (bijv. gazeuselimonade in plaats van bier).

● ACTIVITEIT EN HALVERINGSTIJD

De activiteit van een radioactieve bron en de halveringstijd van het radioactief verval van de instabiele kernen in de bron hebben iets met elkaar te maken. Om het verband tussen die twee grootheden duidelijk te krijgen ga je weer aan het werk met het dobbelsteenmodel.

- a. Neem 100 houten kubussen met rode, blauwe en gele stip op drie van de zijkanen.

Bij elke worp verwijder je de kubussen waarvan de rode stip boven ligt. Je telt het aantal overblijvende kubussen, maar ook het aantal kubussen dat je bij elke worp verwijderd. Teken de grafiek van het radioactief verval (aantal overblijvende kubussen vertikaal en het aantal worpen horizontaal). Bepaal de halveringstijd van het radioactief verval. Nu ga je een tweede grafiek tekenen die iets te maken heeft met de activiteit van de bron. De activiteit van een bron is gedefinieerd als "het aantal desintegraties per seconde". In het dobbelsteenmodel wordt dat: het aantal kubussen dat per worp verwijderd wordt. Teken een grafiek van de activiteit van de bron in de loop van de tijd (aantal kubussen dat per worp verdwijnt (= activiteit) vertikaal en het aantal worpen horizontaal).

BIJLAGE D4

- b. Herhaal onderdeel a. van deze opdracht, maar nu verwijder je na elke worp de kubussen waarvan de rode én de gele stip boven ligt. Verwerk de resultaten van deze proef in de twee grafieken die je bij a. al getekend hebt (maar nu met een andere kleur).
- c. Herhaal onderdeel a. nog eens, maar nu verwijder je na elke worp kubussen waarvan de rode, blauwe én gele stip boven ligt. Verwerk de resultaten van deze proef in de twee grafieken die je bij a. al getekend hebt (maar weer met een andere kleur).
- d. Bij welk van de drie proeven is de halveringstijd het grootst, a, b of c?
Bij welk van de drie proeven is de activiteit (van de bron) in het begin het grootst, a, b of c?
Bij welk van de drie proeven neemt de activiteit (van de bron) in het begin het snelst af, a, b of c?
- Conclusies:
- Bij een gelijk aantal instabiele kernen in het begin (steeds de 100 kubussen)
- heeft een atoomsoort met een grote halveringstijd (de kubussen in proef a) in het begin een grote/kleine activiteit; de activiteit van de bron neemt daarna snel/langzaam af.
 - heeft een atoomsoort met een korte halveringstijd (de kubussen in proef c) in het begin een grote/kleine activiteit; de activiteit van de bron neemt daarna snel/langzaam af.

Van de harde weg is geen weg terug

(kk) De meeste officiële voorstellen voor een toekomstig energiebeleid zijn gericht op het handhaven van de groei van het energieverbruik en het verkleinen van de olie-invoer. De gebruikelijke oplossing is een snelle uitbreiding in drie sectoren: *steenkool* (te verwerken tot elektriciteit en vloeibare brandstoffen), *olie en gas* (vanonder de zeebodem) en *kernsplijting* (uiteindelijk in snelle kweekreactoren). Men geeft toe dat energiebesparing noodzakelijk is, maar de prioriteit hiervoor wordt alleen met de mond beleden.

'Alternatieve' energievoorziening (zon, wind, enz.) krijgt een geringe rol toebedeeld: de belangrijke bijdrage hiervan wordt tot na het jaar 2000 uitgesteld. Men veronderstelt vagelijk dat de energievoorziening op lange termijn wordt verzekerd door een eventuele combinatie van splijtings- en fusiereactoren en elektriciteit uit zonnearmte. Volgens de plannen zitten we in het jaar 2000 met vierhonderdvijftig à achthonderd kerncentrales (waaronder misschien tachtig snelle kweekreactoren, elk geladen met tweeënhalf ton plutonium), vijf à achthonderd enorme steenkoolcentrales, meer dan duizend nieuwe steenkoolmijnen en ongeveer vijftien miljoen elektrische auto's.

De massale overgang op elektriciteit is groten-deels verantwoordelijk voor het vrijkomen van voldoende afvalwarmte om al het oppervlaktewater enkele tientallen graden in temperatuur te laten stijgen. Als men zich voor langere tijd bindt aan een kolen-ekonomie op veel grotere schaal dan vandaag, wordt verdubbeling van het kooldioxide-gehalte in de atmosfeer in het begin van de volgende eeuw vrijwel onvermijdelijk, met aanzienlijke en misschien niet terug te draaien veranderingen in het wereldklimaat in het vooruitzicht. Slechts de preciese datum van die veranderingen is nog een vraag. De energie-toekomst die we op deze manier tegemoet gaan is getekend in figuur 1.

Minstens de helft van de geschatte energie-groei bereikt de konsument niet eens, omdat deze verloren gaat bij uitgebreide bewerkingen in een steeds minder doelmatige brandstofketen, die beheerst wordt door elektriciteitsopwekking (die ongeveer tweederde van de brandstof verspillt) en omzetting van steenkool (waarbij ongeveer één derde wordt verspild).

De grootste belemmering om de energietoekomst van figuur 1 werkelijkheid te laten worden wordt gevormd door de enorme hoeveel-

heid kapitaal die daarvoor nodig is; niet alleen omdat de voorraden olie en gas en steenkool op steeds moeilijker plaatsen gewonnen moeten worden en daarvoor dus duurdere apparatuur nodig is, maar ook omdat het steeds meer overschakelen op elektriciteit als energiedrager enorme kosten voor het opzetten van het distributienet met zich meebrengt.

MEER DOEN MET MINDER ENERGIE

Technische verbeteringen kunnen voor het einde van deze eeuw er voor zorgen dat we minstens twee keer zoveel met dezelfde hoeveelheid energie kunnen doen als nu. Deze technische verbeteringen omvatten warmte-isolatie, warmtepompen (warmtewinning uit de buitenlucht), efficiëntere fornuizen en automotoren, minder oververlichting en overventilatie in kantoor- en bedrijfsgebouwen, gebruik van afvalwarmte afkomstig van industriële processen voor stadsverwarming enz. Technische verbeteringen zijn over het algemeen veel goedkoper dan het opvoeren van de energievoorziening, sneller, veiliger en ook voordeliger op langere termijn.

Ze zijn ook beter voor veilige en meer werkgelegenheid. Bovendien hebben we dan veel

langer de beschikking over brandstof om al die apparatuur op te laten draaien. Naast de technische verbeteringen zouden er misschien minder produkten gemaakt kunnen worden of een andere combinatie van produkten, en zo onze levensstijl veranderen. Zulke maatschappelijke veranderingen omvatten onder meer auto's, kleinere auto's, openbaar vervoer, fietsen, lopen, ramen openzetten (in plaats van air-conditioning), zich kleden naar het weer en het op grote schaal terugwinnen van materialen uit afval.

Als men aanneemt dat we met technische verbeteringen en bescheiden maatschappelijke vernieuwing kort na het jaar 2000 de energie tweemaal zo efficiënt kunnen gebruiken, dan zouden we even welvarend kunnen zijn als nu terwijl we in feite maar half zoveel energie gebruiken als vandaag.

DE 'ZACHTE' WEG

Als alternatief voor de 'harde' weg van figuur 1 is in figuur 2 de 'zachte' weg getekend: tot het jaar 2000 stijgt het energieverbruik maar daarna daalt het naarmate ondoelmatige gebouwen, machines, auto's en energiesystemen langzaam worden gewijzigd of vervangen. De 'zachte' energievoorzieningstechnieken, die in figuur 1 als onbelangrijk werden afgedaan, worden nu van groot belang.

Het onderscheid tussen 'harde' en 'zachte' energiewegen berust niet op de hoeveelheid energie die wordt gebruikt, maar op de technische en sociaalpolitieke structuur van het energiesysteem. De belangrijkste kenmerken van 'zachte' energietechnieken zijn:

- de energievoorziening is gebaseerd op onuitputtelijke energiestromen, die er altijd zijn of we ze gebruiken of niet, zoals zon, wind en vegetatie;
- de energievoorziening wordt opgebouwd uit zeer vele, op zich kleine bijdragen, die elk zijn afgestemd op een zo efficiënt mogelijk gebruik;
- de energievoorziening is technisch niet ingewikkeld, wat niet betekent dat ze primitief is, maar eerder gemakkelijk te begrijpen, ook voor niet-ingewijden;
- de energievoorziening is in schaal en in geografische spreiding aangepast aan de behoeften van het eindverbruik;
- de energiekwantiteit is aangepast aan de gebruiksbehoeften.

Om met dat laatste kenmerk te beginnen: als we slechts temperatuurverschillen van enkele tientallen graden willen opwekken, bijvoorbeeld voor de verwarming van huizen, dan moeten wij in die behoefte niet voorzien met een vlamtemperatuur van duizenden graden of een temperatuur van miljoenen graden in een kerncentrale. Dat is boter snijden met een cirkelzaag! Gebruik

van zonnearmte is in de meeste gevallen meer dan voldoende voor het verwarmen van een huis. Veel hoogwaardige brandstoffen en elektriciteit worden gebruikt voor taken, waarvoor hun hoge energiekwantiteit overbodig, verspild en duur is. De 'harde' weg zou deze onelegante gewoonte nog gewoner maken.

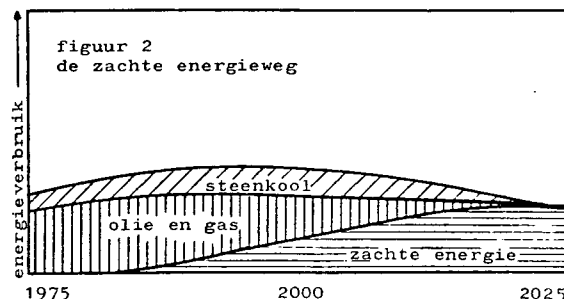
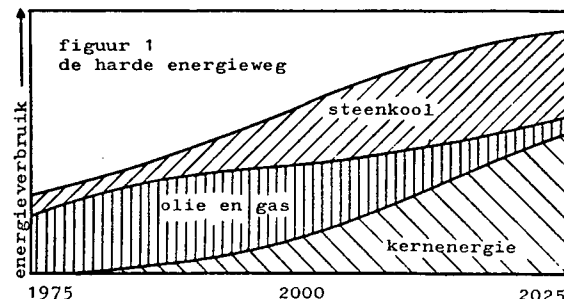
De *kleinschaligheid* in de energievoorziening heeft als voordeel dat er geen distributie (hoogspanningsleidingen, transformatorstations, enz.) meer nodig is, waardoor de energiekosten met de helft kunnen verminderen. Massaproductie van kleine systemen voor energieopwekking kan de kosten daarvan aanzienlijk omlaag brengen. De kleine systemen kunnen dezelfde hoeveelheid energie veel goedkoper produceren dan een grote centrale, die niet in massaproductie gemaakt kan worden.

Het is duidelijk dat er veel onderzoek op dit terrein verricht moet worden, maar veel van de gestarte projecten voldoen niet aan de genoemde criteria voor een 'zachte' energievoorziening. Zo wil men in de VS elektriciteit opwekken met enorme zonne-kollektoren in de woestijn, of uit temperatuurverschillen in de oceanen, of uit monsterachtige satellieten in de ruimte. Dit zijn technisch uiterst ingewikkelde manieren om energie te leveren in een vorm en op een schaal die niet geschikt is voor de meeste gebruiksbehoeften. *Niet alle zonne-energie-technieken zijn zacht.*

Maar er zijn nu al veel zachte technieken beschikbaar. Zonnearmte, zonnearmte, in de naaste toekomst, -koeling staan hoog op de lijst. De ontwikkelde zonne-kollektoren worden steeds beter. Deze apparatuur is trouwens alleen nodig voor het aanpassen van bestaande gebouwen: bij nieuwe gebouwen kunnen 'passieve' zonne-kollektoren gebruikt worden als grote ramen of met glas bedekte zwarte muren op het zuiden. In de tweede plaats zijn er ontwikkelingen in de omzetting van landbouw-, bosbouw- en stedelijk afval in methanol en andere vloeibare en gasvormige brandstoffen. Deze technieken zouden een efficiënte vervoerssector draaiend kunnen houden.

Het gebruik van de windkracht is niet beperkt tot het opwekken van elektriciteit: hij kan verwarmen, pompen en warmte-pompen laten werken en lucht samenpersen (voor het aandrijven van machines).

De opslag van energie wordt vaak een belangrijk probleem genoemd bij het gebruik van zachte technieken. Maar dit probleem wordt kunstmatig in het leven geroepen door te proberen van nature gespreide energiestromen te centraliseren, te verbeteren en weer te distribueren. Rechtstreeks opslaan van zonlicht en wind - trouwens ook elektriciteit uit welke bron dan ook - is inderdaad moeilijk op grote schaal. Maar het wordt gemakkelijk in een kleinschalig energiesysteem. Opslag van warmte, zelfs voor een heel seizoen, kan zonder moeilijkheden met



behulp van watertanks of steenbedden. Samen-geperste lucht kan ook gemakkelijk opgeslagen worden. De installatie van leidingen om heet water of samengeperste lucht te distribueren is vaak goedkoper dan de installatie van elektriciteitsleidingen. De vloeibare en gasvormige brandstoffen uit organisch of ander afval kunnen ook zonder enig probleem worden opgeslagen. Over het geheel genomen is energie-opslag daarom in een zachte energiehuishouding veel minder een probleem dan in een harde.

OVERGANGSTECHNIKEN

Om de voordelen van een efficiënt gebruik van energie en van zachte technieken samen te smelten tot een samenhangende strategie, hebben we overgangstechnieken nodig die een kort en spaarzaam gebruik maken van fossiele; brandstoffen als kolen, olie en gas. Een paar van die overgangstechnieken zijn al ter sprake gekomen: gebruik van afvalwarmte voor stadsverwarming, een efficiënter gebruik van energie en een snelle ontwikkeling van alcohol uit biologisch afval als vloeibare brandstof. Het is vooral het verbeterde gebruik van steenkool, dat ontwikkeld moet worden; en daarmee zijn de technici al een heel eind op weg.

Overgangstechnieken moeten op een aangepaste schaal gebruikt worden, zodat zachte technieken later op het systeem kunnen worden aangesloten. Als bijvoorbeeld voor wijkverwarming gebruik wordt gemaakt van warmwatertanks, dan kunnen die tanks in eerste instantie verwarmd worden door een efficiënte verbranding van steenkool en later door zonne-kollektoren of met wind aangedreven warmte-pompen.

In figuur 2 is de overgang naar een economie, draaiend op een zachte energievoorziening getekend. Alleen een intelligent gebruik van de huidige voorraden fossiele brandstoffen staat ons toe om de tijd te kopen die we nodig hebben om over te schakelen op een leven dat draait op de zachte energiebronnen.

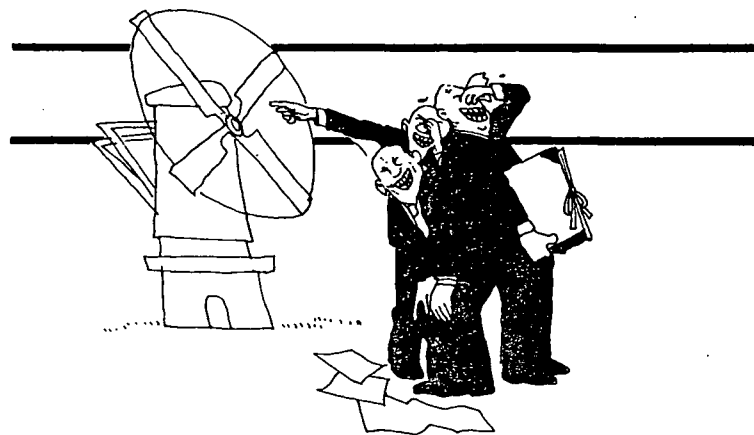
DE KEUZE TUSSEN DE HARDE EN DE ZACHTE WEG

We staan nu voor de keuze: efficiëntere verbranding van steenkool tegenover grote steenkoolvergassingsfabrieken en steenkoolcentrales, efficiëntere en kleinere auto's tegenover olie uit de kustwateren, dakisolatie tegenover gas uit de Noordzee, zonne- en windenergie tegenover kernenergie.

Deze twee richtingen sluiten elkaar uit: de enorme hoeveelheid investeringen in de grootschalige energieproductie en -distributie en de groeiende hoeveelheid energie die gestoken moet worden in het draaiende houden van de energieproductie zelf, maken de zachte weg steeds meer onbereikbaar.

Een zachte weg steunt voornamelijk op kleine, gemakkelijk te maken standaardonderdelen en niet al te ingewikkelde technische kennis en er zijn geen gecentraliseerde bureaucratieën nodig. Naast de veel lagere en minder wisselende kosten om de zachte energiesystemen in stand te houden, lijken ook de aanvangskosten ervan lager dan bij de harde weg. Dat komt door de technische eenvoudigheid, de kleine omvang van de eenheden, de lagere algemene kosten, de mogelijkheid voor massa-productie, de vrijwel volledige afheffing van verliezen bij de distributie en bij de omzetting van de ene brandstof in de andere en vanwege de mogelijkheid tot snelle nieuwbouw, zodat nieuwe capaciteit alleen gebouwd wordt waar en wanneer die nodig is.

Verder verschillen de twee wegen, méér nog dan in kosten, in risico. De harde weg brengt ernstige gevaren voor het milieu mee, waarvan men een groot aantal nog nauwelijks begrijpt en sommige waarschijnlijk nog niet eens heeft bedacht. Het meest afschuwelijke risico is misschien wel dat we aan het eind van deze eeuw, als het te laat is om er nog veel aan te doen, tot de ontdekking komen dat het klimaat zozeer veranderd is dat het leven van mens, plant en dier erg moeilijk wordt. De harde weg steunt



op een paar hoogontwikkelde technieken, waarvan het succes geenszins verzekerd is. De zachte weg spreidt het technisch risico over een groot aantal zeer verschillende technieken, waarvan de goede werking bij de meeste al is aangetoond; door haar technische verscheidenheid, haar aanpassingsvermogen en haar geografische spreiding is zij veerkrachtig en worden goede vooruitzichten geboden voor stabiliteit in een hele reeks omstandigheden, al of niet voorzien. De harde weg daarentegen is breekbaar en tot falen gedoemd: zij houdt een ernstige sociale ontwrichting in als niet voortdurend en onbegrensd wordt voldaan aan al haar veeleisende technische en maatschappelijke voorwaarden. In een economie, gebaseerd op kernsplijting met al zijn langdurig giftige en explosieve stoffen, zijn de gevaren van menselijke feilbaarheid en kwaadwilligheid erg groot. Het tegengaan van nucleair geweld vereist bijvoorbeeld een zekere mate van afschaffing van de burgerlijke vrijheden, evenals de bewaking van de langdurig radioactieve afvalstoffen en de kerncentrales zelf. Het nemen van politieke beslissingen ten aanzien van nucleaire risico's, kan regeringen in de verleiding brengen voorbij te gaan aan een democratische besluitvorming ten gunste van een elitaire technokratie. Zelfs nu al gaat de onmacht van onze politieke instellingen om wat aan de risico's van kernenergie te doen, zowel hun kunnen als hun veronderstelde bevoegdheden te boven.

Zachte technieken voor energievoorziening zijn ideaal voor de ontwikkeling van de landen van de Derde Wereld. Zachte technieken brengen geen onaangepaste en vreemde kulturele patronen of waarden met zich mee, zij werken op de meest overvloedige hulpbronnen van de arme landen (zoals zon, maar ook eiwit-arme planten als kassave, die uitstekend geschikt zijn voor het maken van brandstofdalkohol), en helpen zo het

ernstig verstoorde evenwicht in energieverbruik met de industrieel ontwikkelde landen te herstellen. Apparatuur voor zachte energieopwekking kan gemaakt worden met plaatselijk aanwezige materialen en ze vereisen geen technische elite om ze te onderhouden; ze verminderen de technische afhankelijkheid van deze landen van het industrieel ontwikkelde werelddeel. Maar misschien nog belangrijker: het inslaan van de zachte energieweg kan heel wat doen om de verdere verspreiding van kernwapens tegen te gaan, misschien zelfs wel het hele bestaan ervan uit te roeien.

De keuze tussen de harde en de zachte weg moet nu gemaakt worden. Vertraging in de energiebesparing laat het verkwistende verbruik zóver doorgaan dat het inlopen van de achterstand in de ontwikkeling van energiebesparende apparatuur onoverkomelijke problemen oplevert. Vertraging in de grootscheepse ontwikkeling van de verschillende zachte technieken schuift ze zóver de toekomst in, dat er niet langer een geloofwaardige overbrugging door middel van fossiele brandstoffen mogelijk is: ze moeten een eind gevorderd zijn vóór de grote teruggang in olie- en gasvoorraden begint. Toch zijn deze vertragen precies wat we kunnen verwachten als we zoveel geld, tijd, vaardigheid, brandstof en politieke wil blijven steken in de harde technieken als kernenergie.

Noot: Dit artikel is gebaseerd op de brochure 'energie-strategie: de weg die wij niet volgen?' geschreven door Amory B. Lovins en uitgegeven door Vereniging Milieudefensie.

BIJLAGE I2

TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
AFDELING DER LUCHTVAART- EN RUIMTEVAARTTECHNIEK

december 1982

Tipvane-onderzoek.

Een belangrijk nadeel van windenergie is de geringe energie-dichtheid in wind. Nu is daar wel wat aan te doen door gebruik te maken van concentrators. Een concentrator-systeem dat in Nederland door de Technische Hogeschool Delft - en inmiddels ook in diverse andere landen zoals de V.S. en Engeland - wordt ontwikkeld is het zogenaamde "tipvane-systeem". Tipvanes zijn kleine hulpvleugeltjes aan de rotorblad uiteinden die de luchtsnelheid door het rotorvlak vergroten. Nog in sterkere mate dan bij gewone windturbines geldt voor tipvane-turbines dat snellopers betere prestaties en een betere economie kunnen hebben dan langzaamlopers. De luchtweerstand is echter ook veel kritischer. Naast het overwinnen van de trillingsproblemen, vormt het minimaliseren van deze weerstand een hoofdpunt van het onderzoek.

Het onderzoek van de windenergiegroep van THD is begonnen met windtunnel-experimenten om het principe van de luchtsnelheidsvergroting in de praktijk aan te tonen. Tijdens deze experimenten werd tevens ontdekt dat kunstmatig mengen van het turbine-zog met de buitenstroming een tweede effect is waarmee vermogensvergroting kan worden bereikt (zogenaamde "ejecteur-effect" in het thema "meesleepeffect" genoemd).

Met behulp van theorie en experimenten aan diverse windtunnelmodellen werd onderzoek verricht naar de verschillende vormen van weerstand die een rol spelen.

Computerprogramma's zijn opgebouwd om de specifieke aero-elastische trillingsproblemen van de tipvane-turbine te bestuderen. Zo werd gevonden dat een tipvane bevestiging vrij ver voorlijk ten opzien van het turbineblad de extra trillingsproblemen in principe kan oplossen. Tenslotte werd aerodynamische rekenprogrammatuur ontwikkeld om ontwerpberekeningen te kunnen uitvoeren aan tipvane-turbines. Dit is noodzakelijk, omdat de gewenste turbine bladvorm afwijkt van de normale vorm, zodat de gebruikelijke rekenmethoden niet van toepassing zijn. Voor het doen van experimenten in de buitenlucht heeft de windenergiegroep van de TH Delft een veldtestinstallatie gebouwd te Hoek van Holland, heeft een vermogen van + 40 kW en een elektrisch omklapbare toren van 15 meter. Zij is opgezet als een universele proefbank voor rotoren tot 15 meter diameter met uitgebreide meet- en regelmogelijkheden. De experimenten zijn in verband met veiligheidsoverwegingen gestart met uitgebreide trillings- en flutterproeven. Het uiteindelijke doel is, het gedrag van een tipvane-rotor te onderzoeken in turbulente atmosfeer inclusief richtingsvariaties, hetgeen in windtunnels moeilijk te bestuderen is.

In de loop van 1982 zijn de experimenten met de proefopstelling goed op gang gekomen, nadat het in bedrijfstellen van de installatie en het testen van veiligheidssystemen (remproeven) de nodige tijd heeft gekost.

De experimenten hadden een drieledig doel:

- het vaststellen van een trillingsvrij rotorgedrag in alle condities en het controleren van de aeroelastische berekeningen,
- nagaan of het tipvane-stromingsmechanisme (de werveling) in turbulente, atmosferische lucht in stand blijft,

BIJLAGE 12

- het bereiken van een netto vermogen boven het theoretische (bruto) Betz maximum voor gewone windturbines en het controleren van de aerodynamische theorie.

Eind 1982 was hiervan het volgende bereikt:

1. Met een zorgvuldige keuze van het tipvanegewicht, en de ligging van het tipvane zwaartepunt en met een perfecte balancerings van de bladen en tipvanes, is een stabiel, trillingsvrij rotorgedrag mogelijk. Er is echter wel een onverwacht en ook nog onverklaard trillingsverschijnsel ontdekt in off-design toestanden.
2. De eerste serie aerodynamische proeven, waarbij de tipvanes een lage lift hadden was zeer succesvol: het bereikte vermogen kwam precies overeen met de theoretische voorspelling voor deze toestand. Het bruto vermogen was al ruim boven het Betz-maximum ($C_p=0,7$). Dit alles in vlagerige wind, met een redelijk stabiel gedrag, zodat geconcludeerd werd dat het stromingsmechanisme goed intact blijft en er op dit punt geen ernstige problemen te verwachten zijn. Bovendien bleek het geluidsniveau zeer redelijk te vergelijken met een goede conventionele molen.
3. Bij een tweede serie proeven, bedoeld om het netto vermogen te verhogen bleken de weerstandsverliezen zo drastisch toe te nemen dat het netto vermogen aan de as ongeveer nul werd.

Met het nodige ontwikkelingswerk zijn de extra weerstandsverliezen wel weg te werken. Hieraan wordt op dit moment hard gewerkt.

Eén rotorblad met tipvane hangt nu in de windtunnel van de windenergiegroep. Met een stroomlijnlichaam rond de T-vormige aansluiting tussen tipvane en rotorblad wordt geprobeerd de extra (loslatings-)weerstand weg te werken. Als dit in de windtunnel gelukt is dan wordt de rotor opnieuw gemonteerd om in de buitenlucht een echte (netto) vermogensvergroting aan te tonen.

Op grond van de huidige kennis mag een 2,5 voudige vergroting van het vermogen worden verwacht ($C_p=1$).

Mochten de bovenstaande verwachtingen worden bewaarheid, dan is verdere optimalisering van het systeem mogelijk. Met name gebruikmaken van het ontdekte ejecteur-effect moet in theorie tot drastische verbeteringen kunnen leiden. De door de windenergiegroep opgebouwde kennis, programma's en testfaciliteiten hebben naast dit alles ook aanleiding gegeven tot studies op andere terreinen van windenergie. Onder andere is de proefbank te Hoek van Holland gebruikt voor studies aan een trillingsprobleem bij een 10 meter handelsturbine. Voorts zijn er diverse onderwijsactiviteiten en is deelgenomen aan de Markerwaard-voorstudies.

Het tipvane-onderzoek wordt uitgevoerd door de windenergiegroep van de afdeling Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TH Delft, in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Windenergie in opdracht van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) te Petten (NH).

Het adres is: Windenergiegroep TH-Delft
Afd. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
Kleyverweg 1
2629 HS Delft
Tel. 015-785170

BIJLAGE 13

DE TWEDE HOOFDWET VAN DE WARMTELEER (RENDEMENT)

Een stuk uit het PLON-thema voor havo-bovenbouw "Energie en Kwaliteit".

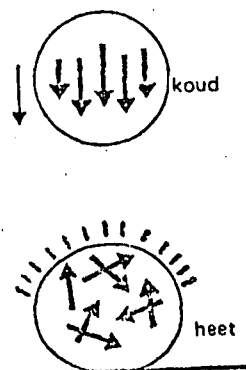
Er zijn processen denkbaar, die volgens de energie-behoudswet wel mogelijk zijn, maar die in de natuur toch niet gebeuren.

Wat we nodig hebben is dus een regel die duidelijk maakt (die verklaart) hoe het komt dat bepaalde processen wel gebeuren en andere niet.

Deze regel die we zoeken is nu juist de al aangekondigde Tweede Hoofdwet. Zij verklaart waarom niet alle processen zomaar omkeerbaar zijn in de natuur. Immers, in de natuur is een duidelijke voorkeursrichting ingebouwd. De tijd loopt altijd vooruit, en nooit achteruit.

Laten we, om dichterbij de Tweede Hoofdwet te komen eens een brok klei in gedachten nemen. Als die brok klei valt, dan bewegen alle klei-molekulen, afgezien van hun chaotische trilbeweging, tevens allemaal in dezelfde richting naar beneden. En ook allemaal even snel. Je zou dus, vanuit "molekulaair standpunt" gezien, kunnen zeggen dat, in vergelijking met de chaotische trilbeweging, die valbeweging een keurig nette, geordende beweging is.

Maar wat gebeurt er nu als de klei de tafel raakt? Dan wordt de kinetische energie, die hoort bij de valbeweging, helemaal omgezet in inwendige, moleculaire energie van tafel en klei samen. Ofwel, de keurig nette, geordende valbeweging van de klei-molekulen, maakt plaats voor een toename van de volstrekt chaotische trilbeweging van de klei-en tafel-molekulen. Het is dus een proces waarbij "afnemende orde overgaat in toenemende chaos".



En wat zou er gebeuren als die bal klei spontaan van tafel omhoog sprong? Met spontaan bedoelen we hier: uit zichzelf, dus zonder dat er door iets anders energie aan toegevoerd wordt. Dan zouden de tafel en de klei iets moeten afkoelen. dat wil zeggen dat de chaotische beweging van de klei-en tafel-molekulen wat minder zou moeten worden. En in de plaats daarvan zouden alle klei-molekulen er eenzelfde snelheid vertikaal naar boven bij moeten krijgen. Ofwel, de chaotische beweging van de tafel- en klei-molekulen zou minder worden en plaats maken voor de, vanuit molekulaair standpunt gezien, keurig geordende beweging van de omhoog springende bal klei. Anders gezegd, het zou een proces zijn waarin "afnemende chaos zou overgaan in toenemende orde".

Wel, de Tweede Hoofdwet zegt nu dat:

PROCESSEN WAARBIJ SPONTAAN OP GROTE SCHAALE "ORDE ONTSTAAT
UIT CHAOS" NIET MOGELIJK ZIJN IN DE NATUUR!

Daarbij de volgende kanttekeningen:

1. met "spontaan" wordt bedoeld als het systeem aan zichzelf overgelaten wordt. Dus zonder dat er van buiten af invloed op wordt uitgeoefend, bijvoorbeeld door warmtetoevoer of door er arbeid op te verrichten.
2. Met "op grote schaal" wordt bedoeld zodanig groot dat het in de natuur werkelijk zichtbaar of meetbaar is. Dus niet voor een proces waar slechts enkele molekulen bij betrokken zijn, maar voor hele grote aantallen molekulen.
3. Eigenlijk moet er staan dat de kans op zulke processen verwaarloosbaar klein is en niet dat ze niet mogelijk zijn.

4.12 WARMTEMACHINES

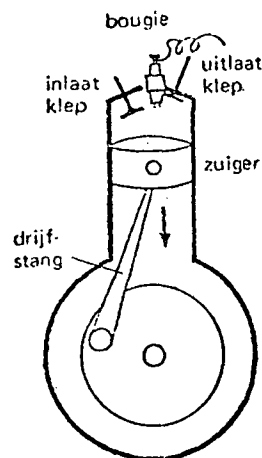
Die Tweede Hoofdwet lijkt nu misschien wel aardig voor natuur- en aanverwante-"kundigen", maar heeft ze nu ook consequenties voor de energiepraktijk van alle dag? Een terechte vraag, waarop het antwoord zonder meer bevestigend kan zijn. We moeten dan bedenken dat een groot deel van de chemische energie uit brandstoffen wordt omgezet in zogenaamde warmtemachines. Bijvoorbeeld alle auto, scheeps- of vliegtuigmotoren zijn warmtemachines, maar ook bijna alle elektrische centrales. Dus ook verreweg het grootste deel van de elektrische energie wordt opgewekt in warmtemachines.

Een warmtemachine maakt gebruik van de chaotische warmtebeweging van een heet gas en die op een of andere manier omzet in een geordende beweging, bijvoorbeeld van een zuiger of van een turbine.

Arbeid uit warmte kun je verkrijgen met behulp van een apparaat dat werkt op een temperatuurverschil. Zodat warmte kan stromen van hoge naar lage temperatuur maar waarbij je dus wel steeds energie toe moet voeren om de hoge temperatuur te verkrijgen en in stand te houden. Zo'n apparaat heeft nu precies een warmte-machine. Bijvoorbeeld in een auto-motor wordt door verbranding van benzine een heet gasmengsel gemaakt.

BIJLAGE 13

Dit hete gasmengsel verricht arbeid en de uitlaatgassen worden afgevoerd in de "koude" buitenlucht. In een elektrische centrale wordt door verbranding van olie of kolen hete stoom geproduceerd die nadat ze de turbine heeft laten draaien wordt gekondenseerd tot "koud" water. Het gaat dus steeds om iets wat "heet" is en iets wat "koud" is en beide heb je nodig voor de werking van de machine. Als je bijvoorbeeld de automotor zo zou isoleren dat de uitlaatgassen niet meer zouden worden afgevoerd zou de motor stoppen met werken. Net zo moet je in de centrale steeds zorgen dat de warmte die vrijkomt bij de condensatie van de stoom wordt afgevoerd, anders stopt de centrale met werken. Maar het gevolg van die noodzakelijke afvoer van warmte in de buitenlucht (auto) of het koelwater (centrale) is wel dat een warmte-machine altijd warmte moet verliezen aan de omgeving. Het rendement van een warmte-machine hoe ideaal ook gemaakt, zonder wrijving of andere tekortkomingen, kan dan ook nooit 100% zijn, omdat altijd een deel van de toegevoerde energie niet als arbeid beschikbaar komt, maar als warmte verloren gaat.



4.13 MAXIMAAL RENDEMENT.

Het gevolg van de Tweede Hoofdwet is dus dat je weliswaar in een warmte-machine arbeid uit warmte kunt verkrijgen, maar dat dit nooit volledig kan gebeuren. Men heeft berekend dat het rendement van wat voor warmte-machine dan ook nooit hoger kan zijn dan:

$$\eta = \frac{T_{\text{hoog}} - T_{\text{laag}}}{T_{\text{hoog}}}, \text{ hoe je zo'n machine}$$

ook konstrueert. Hierin is T_{hoog} gelijk aan de absolute temperatuur (in Kelvin) van de "hete plaats" in de machine en T_{laag} de absolute temperatuur van de "koude plaats" in de machine.

Bijvoorbeeld: in een elektrische centrale is T_{hoog} gelijk aan de stoomtemperatuur aan de ingang van de turbine (circa 873 K) en T_{laag} de temperatuur van het koelwater (ca. 300 K). Dat betekent dat het rendement van een centrale volgens bovenstaande formule nooit hoger kan zijn dan

$$\eta = \frac{873 - 300}{873} \approx 0,66$$

In de praktijk is het rendement door allerlei oorzaken zelfs nog aanzienlijk lager, namelijk circa 40%. De waarde van T_{hoog} zou dus eigenlijk zo hoog mogelijk moeten zijn, omdat dan het rendement groter wordt en T_{laag} zo laag mogelijk. Maar allerlei randvoorwaarden, zoals maximaal toelaatbare temperaturen in bepaalde materiaalsoorten, corrosiegedrag van materialen, enz. bepalen toch altijd een praktische bovengrens.

4.14 KWALITEIT EN DEGRADATIE

Wat is nu de belangrijke les die deze rendementsformule ons leert ten aanzien van het energieprobleem? Dat is dat er weliswaar geen energie verloren gaat, maar wel het vermogen van deze energie om arbeid te verrichten. En daar gaat het toch bijna altijd om. Wat wordt daar nu mee bedoeld? We hebben eerder gezegd dat alle energie die door allerlei apparaten en machines wordt gebruikt, uiteindelijk wordt omgezet in warmte. Soms misschien nog eerst in "warmte van hoge temperatuur", maar tenslotte onvermijdelijk in "warmte van lage temperatuur". En deze rendementsformule vertelt ons dat hoe lager de temperatuur, hoe minder arbeid er nog uit gewonnen kan worden.

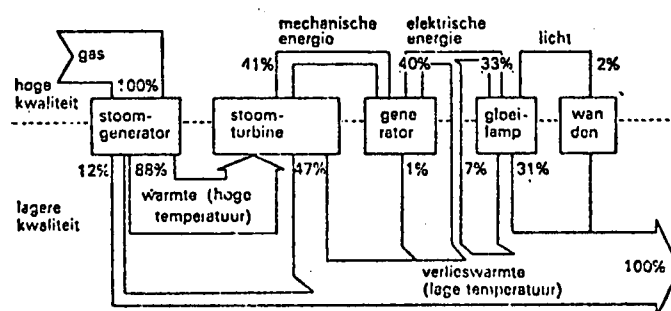


Fig.4-12. De kwaliteitsveranderingen die energie ondergaat bij de omzetting van gas in elektrisch licht (zie ook fig. 2). De energiesoorten boven de stippellijn bezitten hoge kwaliteit, warmte daaronder, bezit een lagere kwaliteit en wel lager naarmate de temperatuur lager is. De verliespost bij elektrische energie ontstaat door leidingverliezen bij het transport en de distributie.

Of, anders gezegd, hoe lager de temperatuur van de warmte hoe lager de kwaliteit van deze warmte-energie. Het gevolg van de Tweede Hoofdwet is dus dat al onze hoogwaardige energie die zit opgesloten in de dure energiebronnen uiteindelijk degradeert tot voor ons volstrekt waardeloze warmte-energie.

BIJLAGE 13

4.15 BEZUINIGEN OP KWALITEIT EN ENERGIE

Het begrip "kwaliteit van energie" geeft dus aan hoe goed een bepaalde energiesoort kan worden gebruikt voor het leveren van arbeid. De meeste energie-soorten hebben een hoge kwaliteit en kunnen in principe vrijwel volledig in arbeid of in een andere energiesoort worden omgezet. Alleen warmte valt daarbij meestal uit de boot.

Een voorbeeld van een hoogwaardige energiesoort is elektrische energie. Een grote elektromotor kan ruim 90% van de toegevoerde elektrische energie omzetten in mechanische energie van de draaiende as. Kleinere elektromotoren halen toch ook nog gauw een rendement van 60 à 70 %. Ook de bewegingsenergie van vallend water kan met behulp van een schoepenrad efficiënt in mechanische energie worden omgezet: moderne grote waterturbines halen rendementen boven de 90%. Gas en olie zijn beiden dragers van hoogwaardig chemische energie. Rechtstreeks benutten van chemische energie kan in principe effectief gebeuren zoals gedaan wordt in brandstofcellen. Daarin worden waterstof en zuurstof direkt in elektriciteit omgezet met een rendement van 60 à 70 %. Feit is echter dat het leeuwendeel van alle gas en olie die er in een industriële maatschappij wordt gebruikt, eerst wordt gedegradeerd tot warmte, alvorens het weer in andere hoogwaardige energiesoorten kan worden omgezet. En zoals we gezien hebben kan dit nooit volledig, integendeel, de rendementen in centrales komen in de praktijk niet boven de 30 tot 40 %, afhankelijk van de soort centrale.

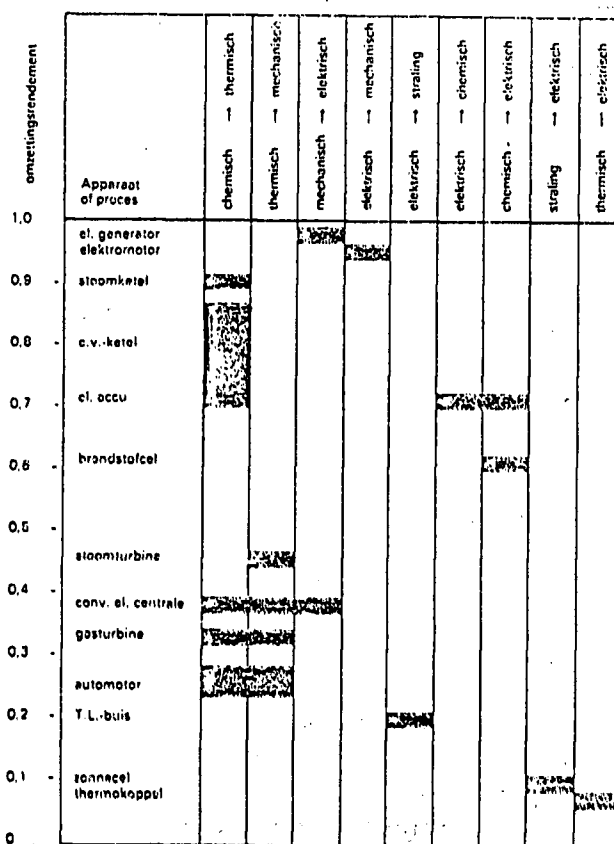


fig. 4.13

Globaal omzettingsrendement van de ene energiesoort in de andere energiesoort d.m.v. verschillende apparaten en processen.

BIJLAGE AV1

1. FILMS EN VIDEOBANDEN

Inleiding.

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

NIAM

Sweelinckplein 33
Postbus 63426
2502 JK Den Haag
Tel. 070-600924

TFC

Arnhemsestraatweg 17
6881 NB Velp
Tel. 085-629188

De nummer vóór de titels zijn die van het NIAM, staat er achter de titel de opmerking - video - dan betekent dat, dat de film ook op video beschikbaar is. De nummers van het TFC zijn achter de titels vermeld. De volgorde waarin de films/videobanden staan vermeld geven een voorkeur voor het gebruik aan. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de keuze bij het nastreven van bepaalde doeleinden niet automatisch op de eerste films/banden hoeft te vallen. In de catalogus van het NIAM is van elke film een uitgebreide beschrijving en/of toelichting te vinden. Voor de films van het TFC raadpleegt men de catalogi "Educatie en informatie" en "Techniek", de omschrijving van de films is daar vrij summier.

3212 Elektriciteit op tijd. TFC 311001
16 mm film-kleur-geluid-25 min. - 1979

Inhoud:

Elektrische energie is een vorm van energie die 24 uur per dag en in een handomdraai beschikbaar is. Nadat in het kort is uiteengezet hoe elektriciteit wordt opgewekt, getransporteerd en verbruikt, gaat de film in op toekomst van de elektriciteitsvoorziening in Nederland. Zal er voldoende brandstof zijn voor het opwekken van stroom, welke brandstoffen komen in aanmerking? Hoe staat het met het onderzoek naar andere methoden dan de traditionele om elektriciteit op te wekken? In de film worden op deze vragen enkele antwoorden gegeven, gebaseerd op technische en maatschappelijke inzichten.

21506 Energie en rendement.
16 mm film-kleur-geluid-10 min. - 1975

Inhoud:

De vele soorten van energie met hun omzettingen worden in deze film getoond. We zien dat bij al deze energie-omzettingen verliezen optreden, dat wil zeggen dat er energie ontstaat in een vorm die niet meer bruikbaar is voor een bepaald doel. In een elektriciteitscentrale wordt van fossiele energie elektrische energie gemaakt. Van de aangevoerde energie wordt maar 40% omgezet in elektriciteit, de rest gaat verloren. Een belangrijke verliespost is de energie die in de vorm van warmte wordt overgedragen aan het koelwater van de centrale. De omzetting van fossiele brandstof naar elektriciteit wordt stap voor stap gevolgd, waarbij de

BIJLAGE AV1

optedende verliezen worden aangegeven.

Toepassing:

De film is een goede afsluiting op deel 2. De film geeft tevens een goede inleiding op het begrip "rendement".

VC 40707 Energie-omzetting.
video-kleur-geluid-30 min. - 1974

Inhoud:

Het is mogelijk de ene vorm van energie om te zetten in de andere, maar bij deze omzettingen treden altijd verliezen op. Dit is o.a. waar te nemen aan de warmte die als bijproduct wordt gevormd bij het verrichten van lichamelijke arbeid. Nadat is ingegaan op energietransport door middel van geleiding, stroming en straling en de opslag van energie worden de laatste 10 minuten van de les besteed aan het "perpetuum-mobile"; dit is strijdig met de "wet van behoud van energie".

Toepassing:

Voor die leerlingen, die moeite hebben met de begrippen energie en omzetting van energie met het optredende verlies.

1756 Elektriciteit, een vorm van energie.
16 mm film-kleur-geluid-9 min. - 1975

Inhoud:

De film laat energie-omzettingen zien. Elektrische energie is een secundaire energievorm: deze energievorm is verkregen op een kunstmatige manier uit energiebronnen die in de "natuur" beschikbaar zijn. De elektriciteitscentrales werken met waterkracht, fossiele brandstof en kern-energie; deze processen worden getoond. Hierna volgen enkele beelden over het transport van elektrische energie met de veel voorkomende gebruiksvormen.

Toepassing:

De film geeft in het kort weer, hoe elektriciteit wordt opgewekt en toegepast.

VC 41100 Energie.
video-kleur-geluid-30 min. - 1980

Inhoud:

Het is een teleac-cursus van 12 lessen, elke les is geschikt bij de thema's "Energie Thuis", "Energie in de Toekomst". Aan het eind van elke les worden ook een aantal "energiebesparingsadviezen" gegeven. Hieronder volgen de 12 lessen met een korte inhoud en toepassing.

VC 41101 Wat is Energie? Energiegebruik in de wereld.

Inhoud:

Energie is het toverwoord van deze tijd. De massamedia bieden ons dagelijks allerlei berichten die te maken hebben met de energievoorziening in de wereld. Vaak wordt energie omschreven als de mogelijkheid om arbeid te verrichten, dat wil zeggen met energie kan een beweging tot stand gebracht worden of/en warmte geproduceerd worden.

BIJLAGE AV1

De welvaart in de wereld is afhankelijk van de beschikbaarheid van goedkope energie. De energie en daardoor ook de welvaart is zeer ongelijk verdeeld op deze planeet. Deze les geeft ook een inleiding voor de rest van de cursus.

VC 41102 Energieverbruik in Nederland: een elektriciteitscentrale.

Inhoud:

De zon is de bron voor de meeste energie-vormen die wij op aarde gebruiken. Het opwekken van energie met waterkracht, windkracht, gas, kolen, olie e.d. is uiteindelijk de laatste schakel in een reeks gebeurtenissen die begint met de zon. De eenheden van energie worden behandeld. Het verschil tussen primaire en secundaire energie komt aan de orde zo ook de energie die nodig is om een voorwerp te maken.

VC 41103 Aardgas, aardolie en steenkool.

Inhoud:

De belangrijkste energie-bronnen in de wereld zijn aardolie en aardgas. Aan het eind van de jaren zeventig werd tweederde van de wereldbehoefte aan energie gedekt door deze energie-bronnen. Bovendien is aardolie en aardgas een grondstof voor de chemische industrie. De winning en vorming van aardolie worden behandeld. De ontdekking van het aardgas in Groningen heeft het gebruik van dit gas in Nederland enorme vlucht genomen, zowel voor de industrie, de elektrische centrales en de kleinverbruikers.

VC 41104 Aardgas, aardolie en steenkool.

Inhoud:

Steenkool vormde tot in de vijftiger jaren de belangrijkste energiebron van ons land. De winning van steenkool geschiedt op sommige plaatsen in de wereld in dagbouw, dit in tegenstelling met de mijnbouw zoals in Nederland werd toegepast.

Aan het verbranden van steenkool kleven bezwaren, vooral voor het milieu zware metalen in de verbrandingsresten, luchtverontreiniging en stofdeeltjes in de verbrandingsgassen. De kosten van de winning van steenkool in Zuid Limburg zijn zo hoog dat hier voorlopig geen kijk op is.

VC 41105 Kernsplijting en kernenergie.

Inhoud:

Deze les geeft "feitelijke" informatie over deze energie-bron. In een kerncentrale wordt elektriciteit opgewekt uit de energie die vrijkomt bij de kernsplijting. De splijtstof cyclus, vanaf de winning van het uranium erts tot het opwerken van radioactief afval, wordt met behulp van een animatie-film getoond. Tenslotte gaat men in op het probleem van de radioactieve afval.

VC 41106 Kernsplijting en kernenergie.

Inhoud:

Het is een vervolg op les 5, de splijtstofcyclus wordt kort herhaald. Uit het oogpunt van energie-politiek is kernenergie belangrijk daar het mogelijk is de afhankelijkheid van de olieleverende landen te doen afnemen. Het is tevens veel eenvoudiger een voorraad aan uranium aan

BIJLAGE AVI

te leggen dan een gelijkwaardige voorraad aan olie. Met een kweek-reactor is het mogelijk een beter gebruik te maken van voorraad uranium. Kernenergie is politiek erg omstreden. Een andere vorm van kernenergie is kernfusie, het samensmelten van lichte atomen, deze energievorm is voorlopig nog niet commercieel toe te passen.

VC 41107 Zonne-energie.

Inhoud:

Zonne-energie is een niet-eindige energiebron. De energie van de zon wordt geleverd door het samensmelten van lichte atomen. Door middel van zonne-energie kan warmte worden opgewekt; met behulp van zonnecellen kan de energie rechtstreeks worden omgezet in elektriciteit; door zonne-energie kunnen we planten laten groeien. De technisch succesvolle toepassingen worden getoond.

VC 41108 Energie uit wind, water, golven, getijden, aardwarmte.

Inhoud:

Wind en waterkracht zijn energie vormen die afgeleid zijn van zonne-energie. De beweging door eb en vloed, die ontstaat door de aantrekkingskracht van de maan en de draaiing van de aarde is een energie die slechts op een beperkt aantal plaatsen in de wereld kan worden gebruikt: dit daar een redelijk hoogte-verschil nodig is.

De 10000 windmolens uit de vorige eeuw hadden slechts z'n 10% van de huidige energie behoefte voor hun rekening kunnen nemen. Nieuwe types windmolens worden op hun bruikbaarheid onderzocht.

VC 41109 Energie uit wind, water, golven, getijden, aardwarmte.

Inhoud:

Het wateroppervlak van de oceanen is te beschouwen als een reusachtige zonnecollector waarmee veel energie kan worden opgeslagen. Het OTEC project experimenteerd met de warmte uit de oceaan om deze energie om te zetten in elektriciteit. Zo wordt er ook gebruik gemaakt van de temperatuurverschillen in de aardkorst om hieruit warmte te halen. Golfenergie, een verkapt vorm van zonne-energie, wordt voornamelijk experimenteel gebruikt om deze energie vorm om te zetten in elektriciteit. Het probleem is hierbij de golvende beweging om te zetten in een draaiende beweging.

VC 41110 De energievoorziening in de toekomst.

Inhoud:

Hoe kunnen we de beschikbare energie-bronnen beter gebruiken? De antwoorden kunnen zijn: zuiniger omspringen met energie, technische maatregelen nemen zodat het rendement van de "totale" installatie. Een ander probleem is dat de energie geproduceerd wordt op momenten dat het niet nodig is, zodat een opslagprobleem ontstaat. Enkele methoden om energie op te slaan, die onderzocht worden, worden in deze les getoond.

BIJLAGE AV1

VC 41111 De energievoorziening in de toekomst.

Inhoud:

Twee andere manieren van rendementsverbeteringen zijn: de "warmte/kracht" koppeling en de methode van "totale energie". Warmte/krachtkoppeling houdt in het koelwater opnieuw verwarmen en daarna gebruiken voor verwarming.

Totale energie wil zeggen dat de instelling zijn eigen behoefte aan energie, zowel elektrische energie als warmte, volledig dekt. De overschotten die er ontstaan, vooral aan elektriciteit, moeten aan het openbare elektriciteitsnet te leveren zijn.

VC 41112 Forumdiscussie over de energie-problematiek.

Inhoud:

De verschillende opvattingen die er bestaan over de energieproblematiek komen hierin aan de orde.

1836 Mens en energie - de verslinders.
16 mm film-kleur-geluid-17 min. - 1979

Inhoud:

Ieder mens verbruikt energie om zich te voeden en te verwarmen. Het gevolg is dat door de groei van de wereldbevolking het totale energieverbruik is toegenomen. De groei van het verbruik is in de geïndustrialiseerde landen bovendien nog versterkt door het gebruik van machines en apparaten. De film laat de groei van het energieverbruik zien en hoe afhankelijk onze huidige samenleving is geworden van een ongestoorde aanvoer van energie.

1837 Mens en energie - de verbranders.
16 mm film-kleur-geluid-19 min. - 1979

Inhoud:

Door de uitvinding van de stoommachine werd de mens veel werk uit handen genomen. De industriële revolutie, waardoor steeds meer machines en apparaten worden gebruikt, heeft het brandstofverbruik enorm doen toenemen en daardoor is de hoeveelheid fossiele brandstof afgenomen. De alternatieve energie-bronnen komen summier aan de orde.

1744 De kernractor.
16 mm film-kleur-geluid-25 min. - 1975

Inhoud:

De "CANDU-reaktoren" in Canada werken met natuurlijk uranium en zwaarwater als remstof en moderator. Met animatie-beelden en beelden uit de werkelijkheid wordt de werking van de centrale getoond, de splijting van uranium tot de opwekking van elektriciteit.

Verder toont de film het testen van huidige en nieuwe systemen. De reaktor wordt ook gebruikt voor wetenschappelijk onderzoek, waarvan enkele voorbeelden te zien zijn.

BIJLAGE AV1

1647 Kernenergie. TFC 190717
 16 mm-kleur-geluid-25 min. - 1969

Inhoud:

In deze tekenfilm wordt de kernfysica in beeld gebracht. Uitgaande van de bekende begrippen als proton, neutron, kern, positieve en negatieve lading, bindingskrachten en energie wordt het proces van de kernfusie en kernsplijting in beeld gebracht.

De kern van Dodewaard. TFC 146667
 16 mm film-kleur-geluid-24 min. - 19..

Inhoud:

De film toont hoe de mensen werken in de kerncentrale van Dodewaard. De mensen vertellen over hun werk en de zorg voor de veiligheid. Er wordt in deze centrale onderzoek gedaan naar mogelijke betere toepassingen van kernenergie. De wisseling van de splijtstofstaven wordt uitgebreid getoond, dit wisselen geschiedt éénmaal per jaar met daarbij een geheel onderzoek van alle technische delen van de centrale. De film geeft veel aandacht aan de zorg voor het milieu.

Toepassing:

De film geeft een impressie van de zorgen voor het milieu die er bij de elektriciteits-producent heersen naar aanleiding van de toepassing van kern-energie. De werking van de centrale komt niet "echt" aan de orde. De film kan als inleiding dienen over problematiek van de veiligheid van kerncentrales in het algemeen.

3219 Energie.... wat doen we er mee?
 16 mm film-kleur-geluid-23 min. 1982

Inhoud:

De film toont alle vormen van energie die nu in gebruik zijn of die in de toekomst te gebruiken zijn. Men begint met de fossiele brandstoffen met hun voor- en nadelen wat betreft winning, transport en milieu belasting. Een van de beste vormen van energie-beperkingen is zuiniger werktuigen en/of apparaten en het isoleren. Speciale constructies kunnen het energieverbruik belangrijk beperken. Energie vormen van de toekomst zijn kernenergie, waterenergie - nu al gebruikt als "witte steenkool" -, getijdenenergie met als voorbeeld de Franse getijden centrale bij St. Malo. Geothermische energie is tot op heden slechts beperkt gebruikt en biedt vele mogelijkheden. Het gebruik van wind-energie is bekend maar nog weinig toegepast in verband met de opslag problemen. Een andere alternatieve maar schone energie vorm is de zonne-energie in de diverse vormen.

Toepassing:

Het is een nieuwe film die het gehele energie-aspect belicht en zodoende is deze film een goede inleiding op dit thema.

3215 Energie voor morgen. TFC 315002
 16 mm film-kleur-geluid-20 min. - 1980

Inhoud:

Voor onze energievoorziening zijn aardolie en aardgas belangrijke bronnen. In ons land en in het Nederlandse deel van de Noordzee zoeken

BIJLAGE AV1

verschillende oliemaatschappijen naar winbare voorraden olie en gas. Het onderzoek start met een seismisch onderzoek, daarna de proef-boringen en bij winbare hoeveelheden de produktie. Deze activiteiten zowel op land als op zee worden globaal getoond.

Toepassing:

Als inleiding bij deel 1, energie en energie-bronnen.

1883 Energie uit windkracht.
16 mm film-kleur-geluid-... min. - 1982

Inhoud:

De film gaat in op de soorten windmolens die er zijn, dit gezien uit het historisch perspectief. De ontwikkeling van de moderne windmolen krijgt daarna de aandacht, dit in verband met de niet eindige windenergie, als energiebron van de toekomst.

Toepassing:

Vergelijkingsdeel, windturbines.

Het is een film die ook voor klassikaal gebruik in aanmerking komt.

3218 Tijd voor energie.
16 mm film-kleur-geluid-... min. - 1982

Inhoud:

Het is een nieuwe film, die in de loop van 1982 uitgekomen is.

1764 Energie voor de toekomst.
16 mm film-kleur-geluid-22 min. - 1977

Inhoud:

Zonder energie zou de wereld dood zijn. In vroegere tijden was de mens geheel afhankelijk van de zonne-energie en van zijn spierkracht. De fossiele brandstoffen, in de aarde opgeslagen, zijn pas aangesproken sedert de "industriële revolutie"; eerst gebruikte men voornamelijk steenkool, terwijl het gebruik van aardolie vooral in de laatste tientallen jaren enorm gestegen is en wel in zo'n vorm dat de oliereserve binnen één mensenleeftijd dreigt te worden verbruikt.

Verspilling moet daarom vermeden worden en er zijn maatregelen nodig om zo lang mogelijk profijt te hebben van deze energie-bronnen. Het zoeken naar alternatieve energie-bronnen als windenergie, zonne-energie, aardwarmte en kernfusie is noodzakelijk om zowel de ontwikkelde landen als de ontwikkelingslanden in de toekomst van de noodzakelijke energie te kunnen voorzien.

VC 40708 Energiebronnen.
video-kleur-geluid-30 min. - 1974

Inhoud:

De les gaat over de problemen rond onze energievoorziening. In principe levert de zon voldoende energie om de aarde onbepaald van energie te voorzien. We bezitten echter niet de technieken om zonne-energie met een behoorlijk rendement te benutten. Voor het gebruik van zonne-energie is veel oppervlak nodig, de oppervlakte van de provincie Utrecht is nodig

BIJLAGE AV1

om Nederland en België met zonnecellen van energie te voorzien. De bijdrage aan onze energievoorziening door de alternatieve energiebronnen is zo laag dat één conclusie duidelijk is: we moeten zoveel mogelijk bezuinigen.

Toepassing:

"Het energieprobleem", de band kan een goede bijdrage leveren tot het starten van de discussie over energie: alternatieve energie en energiebesparing.

VC 40601 Energie, een vitale factor.
video-kleur-geluid-25 min. - 1978

Inhoud:

Het energieverbruik in de wereld, met name de geïndustrialiseerde wereld, is de afgelopen 200 jaar sterk gestegen. De groei is exponentieel; welke rol speelt de energie in het leven van de mens. Energie besparing kan komen van het minder gebruiken van energie of van het technisch verbeteren van de apparaten, zodat deze een hoger rendement krijgen. In plaats van besparen is het ook mogelijk aan andere energiebronnen te denken als kolen en kernsplijting.

BIJLAGE AV2

Op het gebied van energie zijn de laatste tijd zoveel boeken, artikelen, folders verschenen die te gebruiken zijn in de klas dat er op iedere school al veel van te vinden is. Daarom verwijzen we hier alleen naar overzichten en de adressen waar die te krijgen zijn.

1. Werkmap energie voor docenten in het voortgezet onderwijs
uitgave NVON-energieschakelgroep: INVRO

Deze map bevat informatie over:

- leermiddelen
- meningvormende werkvormen
- audiovisuele media
- proeven/opdrachten
- adressen
- literatuur

Te verkrijgen bij: Frans v.d. Loo

Afd. Didaktiek der Natuurkunde - RUU

Princetonplein 1

Postbus 80.008

3508 TA Utrecht

Tel. 030-534081

Kosten f10,-

2. Bij het NBLC is een folder "Energie" te verkrijgen. Deze is verschenen als nr. 3 in de serie Bibliografische Verkenningen met Nederlandstalige publikaties die tot 1980 verschenen zijn.

De folder bevat de rubrieken:

- Algemeen
- Energievoorziening
- Energiebeleid
- Energie en Milieu
- Steenkool, aardgas, olie, hout
- Energie besparing
- Windenergie
- Zonne-energie
- Kernenergie
- Kerncentrales
- Kernrampen
- Verzet tegen kernenergie

Bovendien geeft het NBLC een thematische knipselkrant uit over Energievoorziening. (Uitgave nummer 81/99, siso 644 1)

Verdere informatie bij het NBLC

Taco Scheltemastraat 5

Postbus 93054

2509 AB Den Haag

Tel. 070-264351

BIJLAGE AV2

3. De Arnhemse instellingen van de Elektriciteitsbedrijven in Nederland geven een aantal folders en boeken uit die speciaal bestemd zijn voor het middelbaar onderwijs zoals: Elektriciteit nu en straks
Zonne- en windenergie
de Kerncentrale
Luchtverontreiniging
enz.

Een lijst van uitgaven is te verkrijgen bij: NV KEMA
Utrechtseweg 310
6812 AR Arnhem

4. De Stuurgroep Maatschappelijk Diskussie Energiebeleid heeft het Tussenrapport over de Energiediskussie uitgegeven, en publiceert meer materiaal over energiebeleid.

Adres: Stuurgroep Maatschappelijke Diskussie Energiebeleid
Postbus 20102
2500 EC Den Haag
Tel. 070-624562

Dit overzicht bevat de adressen van een groot aantal groepen, bedrijven, instellingen en personen, die benaderd kunnen worden om informatie.

aardolie

Shell
Hofplein 20, 3032 AC Rotterdam, 010-696911.
Esso
Postbus 110, 2501 AL Den Haag, 070-739275.
NAM
Schepersmaat 2, 9505 TA Assen, 05920-27111.

aardgas

Nederlandse Gasunie
Laan Corpus den Hoorn, 9728 JR Groningen, 050-219111.
DSM
V.d. Maesenstraat 2, 6411 LP Heerlen, 045-788111.
VEGIN, Wilmersdorf 50, 7327 AC Apeldoorn, 055-230808

elektriciteit

Centrale organisatie van de Nederlandse Elektriciteitsbedrijven
[SEP, KEMA, e.d.]
Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, 085-457057.
Deze organisatie geeft ook voorlichting over kernenergie. Over elektriciteit geven ook de provinciale elektriciteitsmaatschappijen voorlichting.

energiebesparing

Ministerie van Economische Zaken, Afdeling Voorlichting
Bezuidenhoutseweg 30, 2594 AV Den Haag, 070-814011.
Stichting Voorlichting Energiebesparing Nederland [SVEN]
Postbus 503, 7300 AM Apeldoorn.
Consumentenbond
Leeghwaterplein 26, 2521 CV Den Haag, 070-889377.
VEG-Gasinstituut
Wilmershof 50, Apeldoorn. Adviezen over besparingen op gas.

kernenergie

Energie Onderzoekscentrum Nederland
Scheveningseweg 11, 2517 KS Den Haag, 070-514581.
Urenco Nederland
Planthofsweg 81, 7601 PJ Almelo, 05490-10463.

BIJLAGE AV3

NV Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland [GKN]
Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, 085-457057.

Stroomgroep Stop Kernenergie
Oude Gracht 42, Utrecht.

In elke provincie bestaan actiegroepen tegen kernenergie. Adressen kun je krijgen bij het LEK:

Landelijk Energie Comité [LEK]
Saenredamstraat 4a hs, 1072 CE Amsterdam, 020-792503.

energie en milieu

Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Afd. Voorlichting
Dr. Reyersstraat 12, 2265 BA Leidschendam, 070-209260.

Vereniging Milieudefensie
Tweede Weteringsplantsoen 9, 1017 ZD Amsterdam, 020-221366.

Stichting Natuur en milieu

Noordeinde 60, 1243 JJ, 's Graveland, 02150-62004

Aktie Strohalm
Oude Gracht 42, 3511 AR Utrecht, 030-314314.

De Kleine Aarde
Munsel 17
5283 VA Boxtel, 04116-6901.

De Kleine Aarde houdt zich ook bezig met kleinschalige technieken.

Vereniging tot Behoud van het IJsselmeer
Postbus 1, 1135 ZG Edam, 02993-1351.

Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee
Het Waddenhuis, Postbus 90, 8860 AB Harlingen, 05178-5541.

Stichting Milieu Educatie
Oude Gracht 42, 3511 AR Utrecht, 030-314314.

Volkshogeschool Overcinge

Milieu-educatief centrum, Gosse Jongstra
Postbus 52, 9770 AB Havelte, 05214-1541

alternatieve energie

Centrum voor Energiebesparing
Wijnhaven 13, 3011 WH Rotterdam, 010-149884

Stichting Energie Anders
Stationsweg 91, 3151 HR Hoek van Holland, 01747-5242

Organisatie voor Duurzame Energie (ODE)
Postbus 750, 3500 AT Utrecht, tel.: 030-331328

Volkshogeschool Allartsoog
J. v.d. Wielenwei 32, Bakkeveen.
Informatie en demonstratie van zon-, wind- en methaanenergie.

TH-Twente, Windmolengroep
Afd. Wtb., Vakgr. Bedr. Organisatie, Postbus 217, Enschede.

Kantoor Keuringsdienst van Waren
Flierstraat 111, Enschede.
Kantoorgebouw uitgerust met groot aantal zonnepanelen.

Bredenoord
Zutphensestraat 319, Klarenbeek.
Kleine windmolens voor elektriciteitsopwekking.

Zonnehuizen van het VEG-Gasinstituut
Griffiersveld 216 t/m 219, Apeldoorn.
Vier huizen voorzien van zonneverwarming met energieopslag
in het beton van de vloeren.

Huizing
Malmsemlenweg 29, Eibergen.
Huis met zonne-energieverwarming en opslag van 17 m³ in kruip-
ruimte.

Proefboerderij "De Vijf Roeden", IMAG
Vijf Roedenstraat 1, Duiven.
Zonneboiler-installatie voor spoelwaterverwarming melkvee-
houderij.

Raadgevend technisch bureau Van Heugten
St. Annastraat 143-147, Postbus 305, Nijmegen.
Adviezen over zonne-energie-toepassingen.

Landbouw Hogeschool, Afd. Waterzuivering, Biotechnium
De Breijen 12, Wageningen.
Experimenten methaangaswinning uit mest.

Zwembad "Bollenbad"
Nieuwe Zeeweg 65, Noordwijk.
Openbaar zwembad verwarmd door 40 m² panelen.

Zonnehuizen Bredero
wijk Buytenwegh-De Leijen, Zoetermeer.
Vier huizen met verschillende manieren van zonne-energieverwarming

Energie-onderzoek Centrum Nederland [ECN]
Afd. Voorlichting, Scheveningsweg 112, Den Haag.
Informatie over de energie-experimenten van het ECN.

TNO-TPD
Stieltjesweg 1, Delft.
Experimenten met zonne-energie.

Laboratorium voor Chemische Techniek, TH-Delft
Julianalaan 136, Delft.
Experimenten met methaangaswinning uit mest.

TH-Delft, Windmolengroep, Afd. Aero- en Hydrodynamica
Julianaweg 136, Delft.
Experimenten met windmolens.

Zonnehuizen Bouwcentrum
Berghemseweg 226 t/m 232, Oss.
Vier huizen met betonnen zonnepanelen voor ruimteverwarming
die direct als opslag dienen.

BIJLAGE AV3

De Kleine Aarde

Munsel 17, Postbus 151, Boxtel.

Informatie-, demonstratie- en kursuscentrum van zonne-, wind- en methaanenergie.

Prof. Van Koppen

Kosmoslaan 25, Eindhoven.

Met zonne-energie verwarmd huis; ontwerp TH-Eindhoven.

Hugo de Vries

Beukenlaan 22, Soest.

Zelfbouw-zonneboiler van cv-radiatoren.

De Traanroeier

Oude Schild, Texel.

Oude hollandse molen, omgebouwd voor elektriciteitsopwekking.

Molen van Jochems

Gooiseweg, Groesbeek.

Molen die eigen elektriciteit opwekt voor het malen van graan.

HTS-Alkmaar

Bergerweg 200, Alkmaar.

Experimenten met zonne- en windenergie.

Evert Sjoersma

Gobartstraat 38, Castricum.

Zonneboilers van golfkarton en cv-radiatoren, kleine snellopende windmolens.

Zwembad "Het Witte Badhuis"

Westerdijk, Hoorn.

Openbaar zwembad met 25 m² zonnecollectoren.

Vereniging "De Hollandse Molen"

Prins Hendrikkade 108, Amsterdam.

Vereniging tot instandhouding van oude hollandse molens.

Fokker, Schiphol.

Experimenten met Darrieux-windmolens.

Stichting Milieuwoningen

Cameliadal 1, Leiden.

Ontwerpbureau voor energiebewust bouwen. Gerealiseerde en in voorbereiding zijnde milieuwoningen in Almere, Loiden, Den Haag, Delft, Zoetermeer, Ede, Stolwijk en Nieuwerkerk.

TH-Eindhoven, Windmolengroep

Afd. Natuurkunde, Vakgr. Transportfysica, Gebouw W+S, Postbus 513, Eindhoven.

Experimenten met windmolens voor ontwikkelingslanden.

St. Allusy, Theo van Deijl

Dracolaan 2, Eindhoven.

Met zonne-energie verwarmde woning.

Volksenergie

Regulus 11, Veldhoven.

Energiebesparende apparatuur voor cv.

Projekt Philips

Het Lover, wijk Cobbreed, Veldhoven.

Aantal woningen met experimentele energiebesparende apparatuur, zonnecollectoren, warmtepompen e.d.

derde wereld

Stichting voor milieu-educatie,
Oude Gracht 42, 3511 AR Utrecht, 030-333357.
Lesmateriaal "Energie, waar komt zij vandaan?"

Vereniging Milieu Defensie,
2^e Weteringplantsoen 9, 1017 ZD Amsterdam,
020-221366.
Dokumentatie en artikelen in het blad Milieudefensie.

Leefbaar is anders, van Audium Generale,
Postbus 513, 5600 MB, Eindhoven, 040-472073.
Tentoonstelling over energie, vervoer, gezondheids-
zorg etc. in Derde Wereld en Westen.

Aktie Strohalm,
Oude Gracht 42, 3511 AR Utrecht 030-314314
Informatie en Tentoonstelling over het tropisch
oerwoud.

WISE- World Information Service en Energy,
2^e Weteringplantsoen 9, 1017 ZD Amsterdam.
Informatiebureau over kern- en alternatieve energie
uit zeer veel landen.

Tool,
Mauritskade 61a, 1092 AD Amsterdam, 020-221366
Organisatie tbv. aangepaste technologieprojecten in
3e wereldlanden.

INVRO,
Polemologisch Instituut, Postbus 121,
9750 AC Haren 050-115583.
Lesmateriaal voor voortgezet onderwijs over energie,
3^e wereld en geweld

Tropenmuseum en Kon. Inst. Tropen,
Linnaesstraat 2, 1092 CK Amsterdam 020-652680
Ook bibliotheek + educatieve dienst.

World Conservation Strategy, afd. Nederland.
P.a. WNF., Postbus 7, 3700 AA Zeist.
Informatie over ekologische problemen, mondiaal
beschouwd.

Ver. Naties, Voorl. Dienst,
Koninginnegracht 140, 2514 AM 's Gravenhage.
070-602309.
Bibliotheek en energie-informatie van o.m. de
Wereldbank.

NOVIB
Amaliastraat 5-7, 2514 JC Den Haag, 070-624081.

Voorlichtingsdienst Ontwikkelingssamenwerking VDO,
Postbus 20061, 2500 EB 's Gravenhage.
070-614941.

Dokumentatie + uitgave van diverse periodieken.

In diverse steden zijn dokumentatiecentra over de
Derde Wereld.

Utrecht MIAC, Voor Clarenburg 10, 3511 JE,
030-311094

Groningen DWD, Oude Kijk in 't Jatstraat 10, 9712 EG
050-132095

Nijmegen DWC, Coehoornstraat 93, 6521 CD
080-513058

Eindhoven EDIC, Bergstr. 8, 5611 JZ
040-443063

Haarlem HAVIS, Joh. Wagenaarlaan 52, 2102 GD
Heemstede 023-285374.

Rotterdam RADIC, Nieuwe Markt 1, 3011 HP
010-135040 tst 122.

Rotterdam WIS, Willemskade 25b, 3016 DM
010-331055

Een complete adreslijst van Derde Wereldorganisaties
is te vinden in:

Adreslijst Nederland en de Derde Wereld, een uit-
gave van VDO, Plein 17/ Postbus 20061, 2500EB
's Gravenhage 070-614941 tst 2418.

Werkgroep Ontwikkelings Technieken (WGT)
Vrijhof 51, Enschede.

Experimenten met windmolens voor ontwikkelings-
landen.

TNO-IWECO
Leeghwaterstraat 5, Delft.

Experimenten met horizontale-as pompmolens voor
de ontwikkelingslanden.

Stuurgroep Windenergie voor ontwikkelingslanden
(SWO), Postbus 85, Amersfoort.

Informatie over gebruik windenergie voor ontwikke-
lingslanden.

Organisaties die adressen weten van mensen die in
ontwikkelingslanden geweest zijn en daarover willen
vertellen:

SNV
Muzenstraat 30, 2511 VW Den Haag, 070-643395.

Dienst over grenzen
Stadhouderslaan 43, 3583 JB Utrecht, 030-517494.

informatie op allerlei gebied

Rijksuniversiteit Groningen
afd. Vrije Chemie, Postbus 800, 9700 AV Groningen, 050-114030.

Natuur en Techniek
Postbus 415, 6200 AK Maastricht, 043-54044.

Landelijk Energie Komitee
Saenredamstraat 4a hs., 1072 CE Amsterdam, 020-792503.

Stichting Energie en Samenleving
Postbus 6559, Rotterdam.

BIJLAGE AV3

Voorlichtingsdienst der Europese Gemeenschappen
Lange Voorhout 20, Den Haag.

Stichting Bio-wetenschappen en Maatschappij
Wassenaarseweg 56, Leiden.

International Solar Energy Society, afd. Nederland
Hazelaar 124, Geldrop.
Vereniging van geïnteresseerden in zonne-energie.

Hotel Schaepkens van St. Fijt
Nieuweweg 27, Valkenburg [l.].
Zonnepanelen voor tapwaterverwarming.

transport

ANWB

Wassenaarseweg 220, 2596 EC Den Haag, 070-264426.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Afd. Voorlichting, Plesmanweg 1-6, 2797 JG Den Haag, 070-747474.

ENFB (Echte Ned. Fietsers Bond)

Postbus 2150, 3440 DD Woerden

energie en geweld

Ministerie van Defensie

Afd. Voorlichting, Spui 32, 2511 BS Den Haag, 070-722722.

Nederlands Instituut voor Vredesvraagstukken

Alexanderstraat 7, Postbus 1781, 2508 CG Den Haag, 070-469412.

Studiecentrum voor Vredesvraagstukken

Van Schaeck Mathonsingel 4, 6512 AN Nijmegen, 080-512370.

Polemologisch Instituut

Rijksstraatweg 76, Postbus 121, 9750 AH Haren [Gr.],
050-115578.

bronnen: projektboek Energie, INVRO
energiebulletin, SME