



TER INZAGE

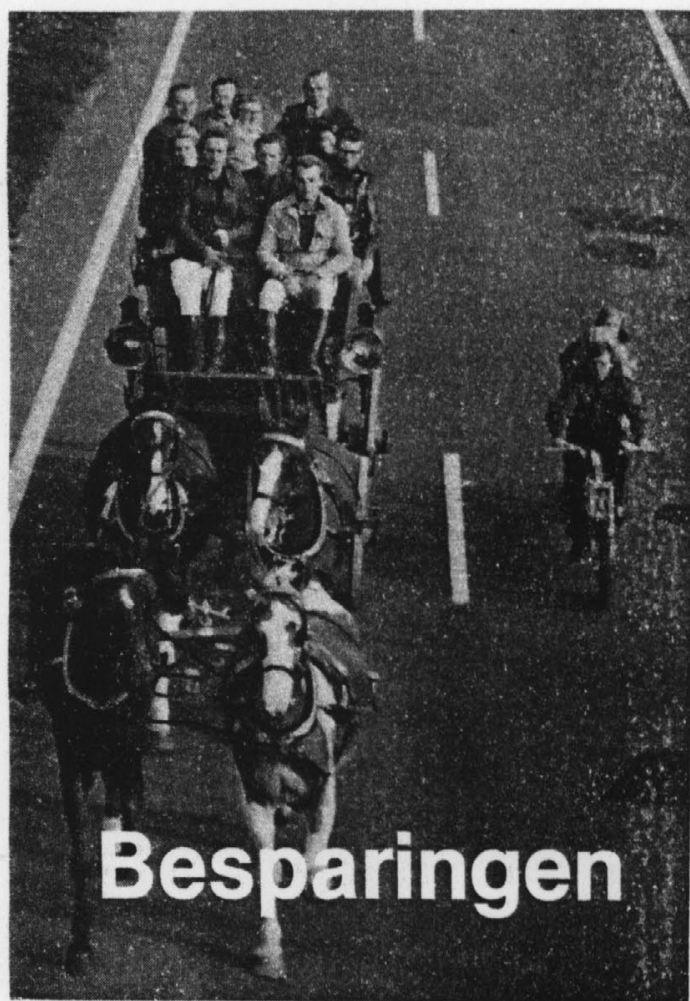
NIET MEENEMEN S.V.P.

Aantekeningen voor de leerkracht

Energie en kwaliteit

Een lessenserie waarin de leerlingen

- een natuurkundig begrippenkader aanleren ten aanzien van energie en energiegebruik.
- onderzoek doen aan het rendement van gebruiksapparaten en energievoorzieningssystemen.
- zich nader bewust worden van de complexiteit van de energievoorziening in de maatschappij.



Besparingen

Experimentele uitgave voor de vierde klas HAVO



© 1984 Rijksuniversiteit Utrecht

Deze AVOL maakt 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,
tel. 030-532717.

INHOUD

Voorwoord	2
Plaats en karakter van het thema	3
1. De plaats van het thema in de cursus	3
2. Achtergrond en verantwoording van de themakeuze	3
3. Ervaring met het thema "Energie en kwaliteit"	5
4. Globale opzet	5
Leerstof, vaardigheden, beginsituatie	9
Lessenplan	11
Opmerkingen per hoofdstuk	
1. Oriëntatie	12
2. Energie-omzettingen	14
3. Rendement	16
4. Kwaliteit van Energie	24
5. Orde en Chaos	29
6. Energie en kwaliteit in de praktijk	35
7. Verstandig met energie naar keuze	45
Bijlagen	
D.1. Kennis en keuze	52
D.2. E.P.E.P. energie	53
D.3. Beschrijving stralingsmeter	55
D.4. Rendement bromfietsmotor	58
D.5. Constructie windmolen	59
D.6. Zijn hardlopers altijd doodlopers?	63
D.7. Een energiezuinig huis in Bijum	69
D.8. Voorbeelden van energie zuinige huizen	75
D.9. Welke besparingsmaatregel tref je thuis?	80
D.10 opdracht bij 7.2.B	
D.10 Een energieplan voor Deersum	90
opdracht bij 7.3.A.	
D.11 Vragenformulier BMD	101
opdracht bij 7.4.A.	
D.12 Rekenen aan zon en wind	107
opdracht bij 7.4.B.	
AV1 Films en videobanden	111
AV2 Adressen voor folders etc.	118
AV3 Adressen per hoofdstuk	120

VOORWOORD

Het thema 'Energie en Kwaliteit' is het zesde thema in de experimentele natuurkundekursus van het PLON voor 4 en 5 HAVO. Het thema 'Energie en Kwaliteit' is herschreven op grond van enkele jaren ervaring met een voorgaande versie.

Deze AVOL is in de eerste plaats geschreven voor docenten die met het thema 'Energie en Kwaliteit' werken. Hij bevat daartoe suggesties voor een lessenplan, voor experimenten en andere werkvormen. Ook de achtergronden van het thema komen ter sprake.

Praktijkervaringen met het werken met deze versie van 'Energie en Kwaliteit' in de klas zijn er op dit moment nog niet. We hopen deze ervaringen in een volgende versie van deze AVOL te kunnen verwerken. Opmerkingen over zowel het thema als deze AVOL zouden we daarom zeer op prijs stellen.

Maart 1984

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

PLAATS EN KARAKTER VAN HET THEMA

1. DE PLAATS VAN HET THEMA IN DE KURSUS.

De PLON cursus voor 4 en 5 HAVO bestaat uit een tiental thema's. "Energie en kwaliteit" is het zesde en laatste thema voor 4 HAVO. In het tweede halfjaar in 4 HAVO ligt er een aksent op techniek en toepassing. Dit geldt dus ook voor dit thema, zij het wellicht in minder sterke mate dan voor de twee voorgaande thema's.

PLON thema's in 4 HAVO	PLON thema's in 5 HAVO
• Vergelijken • Weersveranderingen • Muziek • Verkeer • Elektrische Machines • Energie en Kwaliteit	• Materie • Lichtbronnen • Ioniserende Straling • Elektronika • Examen Doen

2. ACHTERGROND EN VERANTWOORDING VAN DE THEMAKEUZE.

"Het Energieprobleem", hoe je dit ook precies definiëert, heeft de afgelopen jaren de gemoederen in ons land danig bezig gehouden. Daarnaast heeft ieder de gevolgen van de energiecrisis duidelijk aan den lijve ondervonden. Ook in de naaste toekomst zal het energievraagstuk regelmatig aandacht vragen, zodat de slogan "Verstandig met Energie" zijn relevantie vooralsnog wel zal behouden.

Beslissingen omtrent energiegebruik worden in de maatschappij op verschillende niveau's genomen. Als burger krijgt iedereen ermee te maken in zijn maatschappelijk handelen (m.b.t. internationaal, nationaal en lokaal beleid) en als persoon in zijn dagelijkse energie-gebruik, thuis, op school of op het werk. Dit geldt ook voor leerlingen. Daarnaast is het uiteraard onmiskenbaar dat aan energiegebruik, hetzij thuis of nationaal, duidelijk fysisch-technische aspecten te onderscheiden zijn. Niet alleen voor wat betreft de "traditionele" fysische begrippen als: energie, arbeid, rendement, energiebehoud, etc, maar ook wat betreft de ontwikkeling van moderne "verstandige" energiesystemen. In samenhang met andere aspecten, waaronder economische en politieke, zullen deze nieuwe technisch-fysische ontwikkelingen niet onbelangrijk moeten bijdragen tot de verwerkelijking van toekomstig energie-beleid.

In het voorgaande ligt het belangrijkste argument om het energievraagstuk te kiezen als context voor het energieonderwijs in PLON-HAVO-Bovenbouw. Het thema richt zich op het aanbrengen van kennis en inzicht omtrent fysische-technische aspecten van energiesystemen en energiegebruik, op landelijk, gemeentelijk en huiselijk niveau. De centrale themavraag is daarbij hoe "verstandig met energie om te gaan".

Dit vraagt om twee kanttekeningen. De beperking van dit thema tot fysisch-technische aspecten vormt uiteraard een aanzienlijke reductie van "omgaan met energie". Dit roept de vraag op of kennis van fysisch-technische aspecten wel het meest relevant is voor energie-verstandig handelen. Immers, in hoeverre wordt iemands gedrag ("omgaan met" houdt duidelijk een handelings-aspect in) met betrekking tot energiegebruik werkelijk beïnvloed door kennis van fysisch-technische aspecten daarvan? En welke fysisch-technische kennis is in dat verband dan werkelijk functioneel? De achterliggende natuurkundige principes, of de technische werking? Of een aantal vuistregels waarin natuurkunde en techniek slechts zeer oppervlakkig functioneren? Dit probleem heeft

PLAATS EN KARAKTER VAN HET THEMA

een belangrijke rol gespeeld bij de discussie over de keuze van leerstof en behandelingsniveau binnen dit thema, en is zeker nog niet opgelost. Daarnaast houdt de themavraag een normatief aspect in. "Verstandig omgaan met" impliceert immers dat sommige handelingen "verstandiger" zijn dan andere. Maar op grond van welke criteria?

Hier geeft reductie tot de fysisch-technische aspecten van energiegelbruik ogenschijnlijk een eenvoudige praktische oplossing, maar zeker geen principiële. Immers, alleen al de keuze voor deze context van dit thema, alsmede de gerichtheid op buitenschools funktionerende kennis, zijn op zich in essentie normatief.

Bij de uitwerking van dit thema is in feite, zij het veelal impliciet, de norm gehanteerd dat "zuinig zijn met energie goed is", vanuit de gedachte dat deze norm praktisch algemeen aanvaard is. De discussie gaat o.a. veel meer over de vraag hoe zuinig zijn met energie praktisch moet en kan worden uitgewerkt binnen het geheel van alle andere overwegingen. Ten aanzien hiervan tracht het thema zo open en divers mogelijk, technisch-fysisch te informeren.

Dragende gedachte achter het thema, en tevens verklaring van de titel, was de overweging dat enerzijds energie een belangrijke factor is voor zowel de kwaliteit van ons dagelijks leven als voor de kwaliteit van de maatschappij (zie verder), terwijl anderzijds het begrip "kwaliteit van energie" een nieuw fysisch-technisch denkkader kan bieden om de rol van deze factor energie beter te kunnen begrijpen. Een denkkader dat bovendien functioneel zou kunnen zijn voor het concreet vormgeven van ons verstandiger omgaan met energie. Vandaar: "Energie en Kwaliteit".

Het thema pretendeert dan ook bij te dragen van de uitwerking van een aantal algemene doelen van het onderwijs in de bovenbouw van het Havo.

1. *Persoonlijke vorming*

We denken daarbij o.a. aan:

- bewustwording (en verbetering?) van eigen energiegeldrag
- inzicht in de complexiteit van het energieprobleem en de rol die fysisch-technische kennis en ontwikkelingen daarin kunnen spelen
- leren letten op het energiegeldrag van apparaten bij aanschaf en gebruik
- beter inzicht in de manier waarop kennis, meningen en waarden samenhangen bij het nemen van beslissingen (zowel op persoonlijk als op maatschappelijk niveau)
- het leren zien en beoordelen van een probleem vanuit verschillende standpunten.

2. *Kennismaking met wetenschap en toepassingen van de wetenschap*

Als voorbeelden noemen we:

- het energiebegrip, energieomzettingen en de eerste en tweede hoofdwet, als belangrijke natuurkundige regels.
- methoden om te meten en te rekenen aan energiegelbruik en energieomzettingen
- het werk van energie-technici en energie-techniek
- natuurkundige grenzen van technische mogelijkheden.

3. *Vorbereiding op verder studie*

- verder leren werken met belangrijke begrippen en regels uit diverse gebieden van de natuurkunde, waarbij energie als integrerend begrip optreedt.

PLAATS EN KARAKTER VAN HET THEMA

- het leren beoordelen en analyseren van apparaten en systemen op technisch-fysische merites
- verder oefenen met vergelijkend experimenteren
- leren denken vanuit systeemoverwegingen.

3. ERVARING MET HET THEMA "ENERGIE EN KWALITEIT".

"Energie en Kwaliteit" is, in eerste versie, enkele jaren in proefscholen gebruikt. Kenmerken van deze versie waren:

- a) een zeer brede oriëntatie op het energieprobleem, vooral op internationale schaal;
- b) een samenbundeling aan het eind van 4-Havo, van de energie-onderwerpen uit voorgaande thema's, alsmede een verdere uitbreiding met nieuwe begrippen;
- c) experimenten, gericht op kennismaking met "alternatieve" energiebronnen;
- d) een centraal theoretisch hoofdstuk over "behoud van energie, maar verlies van kwaliteit", bedoeld voor alle leerlingen, waarin de tweede hoofdwet op moleculair niveau aan de orde kwam;
- e) daarna werd teruggegaan naar een bespreking van de landelijke elektriciteitsvoorziening, met behulp van diverse energiebronnen, als voorbereiding op:
- f) een simulatiespel over het kiezen van een landelijke elektriciteitsvoorziening, waarin met kracht van argumenten moest worden beslist over de relatieve inbreng van kolen, zonne- en windenergie.

Alhoewel naar de ervaringen met deze versie geen systematisch onderzoek is verricht, was het toch duidelijk dat er een aantal bezwaren tegen aan te voeren waren. Een belangrijk probleem daarbij is dat dit thema het laatste vierde klas thema is, waardoor het bijna onvermijdelijk in het gedrang dreigt te komen. Het simulatiespel is dan ook zelden of nooit in volle omvang uitgevoerd. Andere bezwaren waren de grootschalige introductie met betrekking tot de wereldpolitiek, hieraan kan in de rest van het thema geen recht worden gedaan. Het theoretisch hoofdstuk werd als te lang en voor veel leerlingen als te moeilijk ervaren; ook de koppeling met de leerling-experimenten en de rest van het thema was onvoldoende. Het thema bevatte te weinig differentiatie mogelijkheden, terwijl ook het scala van mogelijke werkvormen te beperkt was. Deze hoofdbezwaren, in samenhang met vele detailopmerkingen hebben aanleiding gegeven tot een grondige revisie. In feite is het hele thema opnieuw geschreven, hoewel de grondgedachte, die ook achter de eerste versie stak, overeind is gebleven. Gepoogd is alleen daaraan een betere uitwerking te geven.

4. GLOBALE OPZET

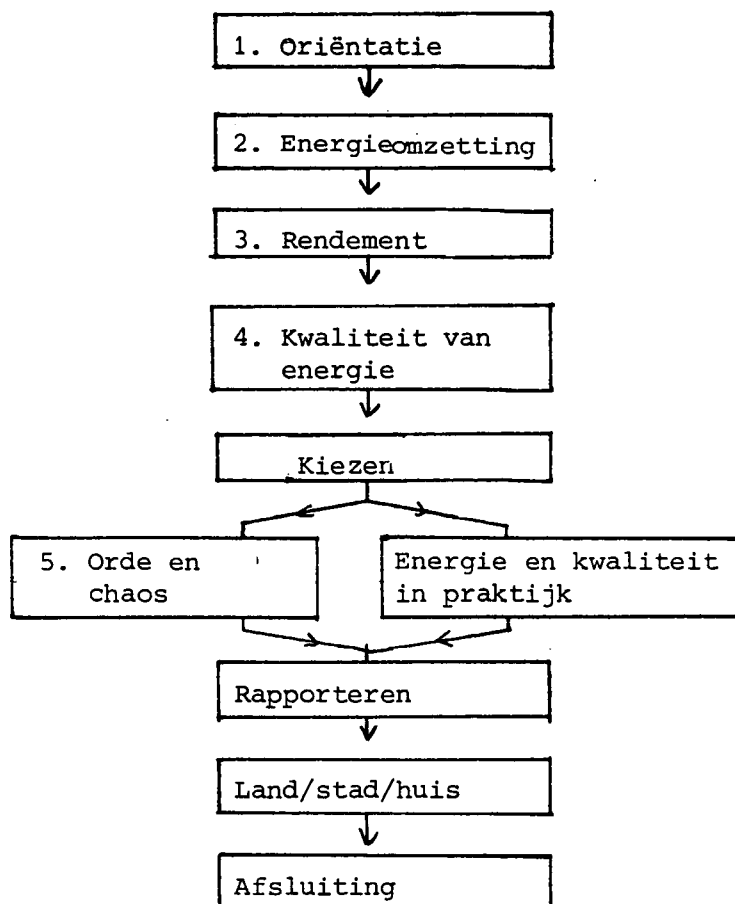
Aan de constructie van de tweede versie hebben de volgende uitgangspunten ten grondslag gelegen.

- De centrale themavraag is: Hoe kun je "verstandiger" omgaan met energie,
 - in je persoonlijk handelen,
 - in je maatschappelijk handelen.
- Het thema bouwt voort op het thema "Energie thuis", en niet op "Energie in de toekomst". Het thema moet zowel fysisch-technisch als maatschappelijk een duidelijke stap verder gaan dan "Energie thuis". Het moet daarom niet uitgaan van "wat gebeurt er in huis", maar van een grootschaliger, maatschappelijke probleemstelling. Anderzijds is aansluiten bij energiehandelings thuis wel belangrijk vanwege de herkenbaarheid van leerlingen, terwijl dit voor leerlingen met een niet-PLON geschiedenis zelfs helemaal nieuw kan zijn. Om aan al deze facetten vorm te geven, moet in het thema op diverse niveau's van probleemstelling gewerkt kunnen worden.

PLAATS EN KARAKTER VAN HET THEMA

- Het begrip "kwaliteit", gekoppeld aan levensstijl en maatschappij moet duidelijk gestalte krijgen in het thema, en expliciet vorm krijgen in activiteiten.
- Het begrip "kwaliteit van energie" is theoretisch gezien, een belangrijk nieuw begrip, dat duidelijk vorm moet krijgen, evenals het begrip rendement belangrijk is vanuit een meer praktisch technisch standpunt. Optimalisering van rendementen geeft een mogelijkheid tot praktisch handelen dat in meer of mindere mate binnen ieders bereik ligt.
- Het thema moet beperkt worden tot het energievraagsuk in Nederland, omdat de internationale problematiek te ver weg ligt en te weinig fysisch-technisch van aard is, om als bindend element in dit thema te kunnen fungeren.
- Als het thema wil bijdragen tot energie-verstandiger handelen, dan zal het daartoe ook aanknopingspunten en oefeningen moeten bieden.
- Het thema moet meer differentiatiemogelijkheden bieden met betrekking tot werkvormen en interesses van leerlingen
- Omdat het thema het laatste is in de vierde klas moet het op diverse plaatsen kunnen worden afgebroken, zonder dat dit nadelige consequenties heeft voor de leerlingen
- Het thema moet qua structuur aansluiten bij de overige thema's, d.w.z. er moet met name een "harde" en een "zachte" uitwisselingsfase worden ingebouwd.

Al deze overwegingen hebben uiteindelijk geleid tot de voorliggende uitwerking, waarbij het aan de lezer ter beoordeling is in hoeverre ook inderdaad recht is gedaan aan de genoemde uitgangspunten.



HOOFDSTUK 1. Bevat een oriëntatie op het thema.

Het begint met te oriënteren op het feit dat ieder dagelijks te maken heeft met energie. De kwaliteit van je dagelijks leven hangt er zelfs mee samen. Evenals de kwaliteit van de maatschappij. Vervolgens wordt georiënteerd op het type vragen waar dit thema wel en niet op in zal gaan. Kennis is wel belangrijk, maar niet het enige dat bepalend is voor de oplossing van alle energievragen.

Tenslotte wordt "verstandig omgaan met energie" geconcretiseerd in vier richtvragen, die verderop in het thema terug komen. Eveneens worden de vier niveau's van besluitvorming geïntroduceerd waarop over energiegebruik beslist wordt. De leerling moet hieruit een aandachtsniveau kiezen.

HOOFDSTUK 2.

Hierin wordt, uitgaande van de analogie in stroomdiagrammen van energiegebruik in Nederland en in een gemiddeld gezin, de aandacht gevestigd op nuttig energiegebruik, energieverlies, rendement en energieomzettingen. Vanuit de optiek van een apparaat als energieomzetter worden diverse apparaten besproken, waarbij ook energiebehoud ter sprake komt. In dit hoofdstuk gaat het eerst om het terughalen van formules uit voorgaande thema's binnen de context van dit thema, om daarmee te leren rekenen. Tevens wordt dit formulairium uitgebreid met formules die het rekenen aan warmte, chemische-, zwaarte- en stralingsenergie mogelijk maken. Alle energiesoorten en omzettingen worden samengevat in een energieroos, die tevens een gevoel moet geven voor de orde van grootte van energiehoeveelheden.

HOOFDSTUK 3 is een experimenteel hoofdstuk.

Leerlingen moeten het rendement bepalen van een aantal energieomzetters, om op die manier het meten en rekenen aan energie en het rendementsbegrip beter in de vingers te krijgen. Ook wordt aandacht gevraagd voor suggesties die moeten leiden tot rendementsverbetering. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een aantal thematische opgaven, die verdere oefenstof ter verwerking bieden.

HOOFDSTUK 4 sluit daarop theoretisch aan door de vraag te stellen waarom vele rendementen zo laag zijn. Is dat fundamenteel of alleen een technisch probleem? Daartoe wordt de aandacht gevestigd op de bijzondere rol van warmte in weerstand, wrijving en warmtemachines. Bij warmtemachines wordt geponeerd dat warmte niet volledig gebruikt kan worden voor het verrichten van arbeid. De rendementsformule laat dit zien. Hoe hoger de temperatuur van warmte, hoe hoger de kwaliteit van warmte-energie. Warmte is derhalve een energiebron die niet zonder meer gelijkwaardig is aan andere energiebronnen. De moraal is derhalve dat je naast een zuinig gebruik van energiebronnen, (rendement, energiebehoefte) ook zuinig moet zijn op de kwaliteit van energie.

HOOFDSTUK 5 geeft hierover een theoretische verdieping.

Betoogd wordt dat degradatie van en tot warmte een onvermijdelijk éénrichtingsproces inhoudt wat niet kan worden teruggedraaid. De oorzaak hiervan ligt in de tendens in de natuur tot toenemende chaos. Dit hoofdstuk is in detail niet bedoeld voor alle leerlingen, maar kan geko-

zen worden. De moraal moet echter wel "hard" gerapporteerd worden aan alle leerlingen.

HOOFDSTUK 6 is een technisch-praktische uitwerking van de kennis omtrent kwaliteit van energie en rendement in energiesystemen als: totems, warmtekracht koppeling, stadsverwarming, isolatie, passieve en actieve zonne-energie en energieopslag. Ook hiervan moeten de hoofdlijnen onderwerp zijn van harde uitwisseling.

HOOFDSTUK 7 tenslotte is een afrondend hoofdstuk met een aantal keuzeopdrachten. Deze keuze-opdrachten hebben betrekking op de drie eerder genoemde beslissingsniveau's: huis, stad, land. Leerlingen moeten een opdracht van hun keuze uitvoeren. Bij het "zacht" uitwisselen van de resultaten van deze opdrachten, kan een confrontatie optreden van argumentaties op verschillende beslissingsniveau's. Is wat verstandig is op huisniveau ook verstandig voor Nederland? Daarmee wordt beoogd dat leerlingen hun argumentatie en resultaten in perspectief van het totaal, en van anderen leren zien.

1. LEERSTOF

In het Experimenteel PLON Examen Programma (E.P.E.P.) is de leerstof beschreven die in dit thema aan de orde komt. In bijlage D.2 is het gebied "Energie" opgenomen.

Nieuw in vergelijking met de reguliere lijst zijn vooral de volgende onderwerpen:

- isolatie, hoewel in dit thema ten aanzien hiervan vooral wordt teruggegrepen op het thema vergelijken;
- windgenerator, zonnecollector, zonnecel, het gaat hierbij vooral om het rendement van deze "apparaten";
- nuttig effect, dit begrip heeft een centrale plaats gekregen in het thema, vanwege de praktische relevantie;
- tweede hoofdwet, kwaliteit van energie, deze gekoppelde begrippen worden in dit thema kwalitatief behandeld
- opslag van energie in vliegwiel en accu, deze onderwerpen worden in dit thema niet uitgebreid behandeld, maar aangestipt binnen het onderwerp opslag van energie
- energiesystemen als stadsverwarming, totem, warmtepomp, passieve- en actieve zonne-energie; deze systemen worden kwalitatief behandeld als concretisering van de manier waarop je verstandig met energie kunt omgaan.
- warmtemachine, dit begrip wordt ingevoerd vanwege enerzijds het praktisch belang en anderzijds de theoretische rendements beperking.

Tegenover de hierboven aangegeven uitbreiding moet een beperking staan. Deze is niet zozeer gevonden in het weglaten van "traditionele" begrippen als wel in de contextgebonden diepgang van behandeling. Een voorbeeld hiervan is de wet van behoud van energie. Deze is niet langer de fundamentele natuurwet die in allerlei probleemsituaties moet worden toegepast, maar een veeleer kwalitatieve regel die in energieomzettingssystemen laat zien hoeveel procent er verloren gaat als warmte. Ook het begrip warmte zelf wordt hier niet scherp gedefiniëerd en niet onderscheiden van inwendige energie. Het begrip potentiële energie wordt alleen behandeld als zwaarte-energie, belangrijk voor de opslag van energie, en niet in de context van behoud van mechanische energie. De laatste regel speelt in dit thema juist geen rol omdat in reële energiesystemen van mechanisch energie-behoud geen sprake is.

Evenals bij de vorige thema's wijzen we er met nadruk op dat de aangeleerde begrippen en wetmatigheden moeten functioneren binnen de gekozen context van het energiegebruik.

Voor begrippen die al in vorige thema's aan de orde zijn geweest betekent dat een zekere mate van generalisatie. Een uitbreiding van contexten. Het is echter niet de bedoeling deze uitbreiding hier aan te grijpen voor een expliciete generalisatie naar nog andere contexten of zelfs los van contexten.

LEERSTOF, VAARDIGHEDEN, BEGINSITUATIE

2. VAARDIGHEDEN

In dit thema komen vele onderzoeks- en probleemoplossingsvaardigheden aan de orde die ook al in voorgaande thema's zijn geoefend, (zie ook E.P.E.P.) zodat een verdere beheersing kan optreden.

Daarnaast komen in dit thema vooral enkele "algemene vaardigheden" aan de orde, als:

- onderscheid kunnen maken tussen feiten, meningen en veronderstellingen
- informatie kunnen lokaliseren binnen natuurkunde, technologie, of samenleving
- kritisch kunnen vergelijken van informatie uit verschillende bronnen
- een dilemma kunnen onderscheiden en beschrijven
- een keuze kunnen beargumenteren
- kritische vragen kunnen stellen over gemaakte keuzen.

3. BEGINSITUATIE

Dit thema is het laatste in de vierde klas. Het heeft daarom een zekere integrerende en afrondende functie. Het energieprobleem maakt dat in zoverre mogelijk dat hieraan vele aspecten te onderscheiden zijn, die herkenningpunten leveren met voorgaande thema's. Het thema bouwt dan ook voort op "energiebegrippen" uit de voorgaande 4-HAVO thema's. Ten aanzien van de specifieke energieproblematiek bouwt het thema voort op het onderbouw thema "Energie thuis". Het thema "Energie en Kwaliteit" wil t.o.v. "Energie thuis" een duidelijke kwantitatieve verdieping en kwalitatieve verbreding inhouden. Er is daarbij van uitgegaan dat het thema "Energie in de toekomst" niet is behandeld.

Ten aanzien van leerlingen in 4-HAVO met een niet-PLON voorgeschiedenis kan het zonder meer bekend veronderstellen van "Energie thuis" problematisch zijn. Mede daarom zijn in het algemene stuk ook "apparaten in huis" opnieuw als uitgangspunt van behandeling genomen, terwijl daarnaast ook in keuze-onderwerpen dieper op "het thuis-niveau" kan worden ingegaan.

Tenslotte dient te worden opgemerkt dat we door aan te sluiten bij het maatschappelijk energieprobleem in dit thema, er wel van uitgaan dat dit energieprobleem voldoende leeft onder leerlingen en in de maatschappij. Het lijkt zonder meer duidelijk dat dit de laatste jaren minder het geval is geweest dan in de jaren daarvoor. Hopelijk blijft er echter voorlopig voldoende maatschappelijke interesse en aandacht voor energie bestaan om voor dit thema een vruchtbaar uitgangspunt te kunnen bieden.

LESSENPLAN

Bij het samenstellen van dit thema heeft ons een bepaalde lessenverdeling voor ogen gestaan, die bij het schrijven van dit thema nog niet op haar haalbaarheid is getoetst.

De verdeling ziet er als volgt uit:

	lesuren
Hoofdstuk 1 : Oriëntatie	2
" 2 : Energieomzettingen	3
" 3 : Rendement	4
" 4 : Kwaliteit van Energie	3
" 5 : Orde en chaos	} 6
" 6 : Energie en kwaliteit in praktijk	
" 7 : Verstandig met energie naar keuze	<u>5</u>
	23

De natuurkundige theorie is geconcentreerd in hoofdstuk 2,3 en 4. Hoofdstuk 5 en 6 zijn keuze-hoofdstukken met "harde" uitwisseling. Het aantal lessen is inclusief deze rapportage.

Het aantal lessen van hoofdstuk 7 is, indien gewenst, eveneens inclusief ("zachte") uitwisseling.

Het thema kan op verschillende plaatsen worden afgebroken; na hoofdstuk 4 na hoofdstuk 6 en na hoofdstuk 7. In noodgevallen kan ook hoofdstuk 1 vervallen.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

H1. ORIËNTATIE

Uitwerking lessenplan	
lesnr.	onderdeel
1	oriëntatie op het energieprobleem
2	oriëntatie op themavragen en thema-opzet

- De eerste twee opdrachten, die in groepjes kunnen worden uitgevoerd en klassikaal besproken, hebben tot doel de leerlingen te richten op hun persoonlijk gedrag ten aanzien van en belang bij energiegebruik.
- Het begrip "kwaliteit van ons dagelijks leven" is niet objectief te definiëren en het is dan ook niet wenselijk dit te proberen. Het gaat er juist om te oriënteren op de onderliggende subjectieve waarden en beleving. Desalniettemin is er ook een meer objectieve kant aan het begrip, dat vooral als minimum bestaansvoorwaarde kan worden gezien. Alhoewel ook dit minimum verschuift in de tijd.
- Ditzelfde geldt voor de "kwaliteit van de maatschappij".
Verschillende keuzen ten aanzien van ons toekomstig energiegebruik leiden tot kwalitatief verschillende maatschappelijke ontwikkelingen, hoewel het waarde-oordeel hierover alleen vanuit persoonlijke waarden en beleving kan worden uitgesproken. Ook de BMD-discussie zelf kan in het licht van democratische besluitvorming als een kwaliteitskenmerk van onze maatschappij worden gezien.
Overigens is het de bedoeling in dit stadium leerlingen alleen te oriënteren op het feit dat waarden en normen met energiegebruik te maken hebben. Een inhoudelijke discussie daarover, bijvoorbeeld voor wat betreft de energiescenario's, zou aan het eind van het thema kunnen plaatsvinden.
- Deze achterliggende waardenoriëntatie blijkt alleen al uit het feit hoe je het energieprobleem omschrijft. Afhankelijk van de nadruk die je op bepaalde aspecten wilt leggen, kun je het omschrijven als:
 - a) het uitgeput raken van fossiele brandstoffen,
 - b) een politiek probleem, nationaal en internationaal,
 - c) een economisch probleem vanwege de stijgende brandstofprijzen,
 - d) een milieu- en/of risico-probleem vanwege bijvoorbeeld kernenergie en CO₂,
 - e) een besluitvormingsprobleem, vanwege de rol van deskundige en democratische controle,
 - f) een technisch probleem, vanwege de te ontwikkelen nieuwe energietechniek.

De opdracht "Kennis en keuze" wil oriënteren op het feit dat het energie-vraagstuk zo complex is dat er vele aspecten in door elkaar heen spelen (zie BMD-Tussen rapport).

Sommige aspecten zijn oplosbaar als je maar genoeg kent en weet. Andere daarentegen blijven fundamenteel menings-gebonden.

Dit thema kan op leerlingniveau wel leiden tot kennisvermeerdering, maar dit lost maar een deel van de problemen op.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

De opdracht heeft tot doel dit aan leerlingen duidelijk te maken maar ook om aan te geven welk type vragen in dit thema behandeld zullen gaan worden. (Zie bijlage D.1).

De opdracht dient dus aan het eind van het thema terug te komen. Dan moet blijken in hoeverre hun kennis vermeerderd is en in hoeverre dit ook hun meningen heeft beïnvloed.

- Het centrale themadoel wordt vervolgens uiteengelegd in vier richtvragen. Deze zijn niet geheel zonder overlap, maar zijn meer bedoeld als vier verstandige vragen, die je kunnen helpen je energie-handelingen te overdenken en te verbeteren.
- De "vier-niveau's" willen aangeven hoe iedereen met het energievraagstuk in aanraking komt en op welk niveau je moet beslissen. Het doel hiervan is opnieuw bewustwording ten aanzien van de persoonlijke relevantie van handelen met energie.

Gezien het nogal "abstracte" niveau van de richtvragen en het niveauschema lijkt klassikale discussie hierover het meest geëigend. Video materiaal, bijvoorbeeld met betrekking tot de BMD-discussie kan hierbij dienstig zijn.

Ideaal gezien zouden na deze oriëntatie leerlingen een interesseniveau moeten kiezen, waarop ze zich gedurende de rest van het thema zoveel mogelijk richten. Alleen dan kan aan het eind van het thema een zinvolle confrontatie van niveau-argumenten verwacht worden.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

H 2 ENERGIEOMZETTINGEN

<i>Lessenplan.</i>	
lesnr.	aktiviteit
2	Klassikale bespreking van de funktie van het energie-stroom-diagram (ESD) en het belang van het rendement. ESD Nederland bespreken. In groepjes ESD huis bespreken en vragen maken. Inclusief huiswerk: par. 2-2 af.
3	Bespreken van de 1 ^e Hoofdwet en het verschil tussen arbeid en energie. Inventariseren en classificeren van energiesoorten. In groepen de verschillende energiesoorten doornemen. Inclusief huiswerk: t/m chemische energie.
4	Groepen werken verder aan zwaarte-energie en warmte. Klassikale bespreking van de energieroos.

Bedoeling.

- laten zien dat er bij elk energiegebruik energie "verloren" gaat en dat het energieverlies vaak groot is.
- inzicht krijgen in de centrale positie van het begrip rendement bij het verstandig gebruiken van energie.
- herhalen van de in de vorige thema's behandelde begrippen en formules (voor zover hier van toepassing).
- uitbreiden van de bestaande kennis omtrent energiesoorten (incl. berekening).
- inzicht verkrijgen in de grootte van de energiebehoefte van verschillende taken.

Leerlingactiviteiten.

- lezen.
- opdrachten maken.
- luisteren naar de leerkracht.
- bespreken en bediskussieren.

Didaktische aanwijzingen.

Bij het bestuderen van het ESD van Nederland blijkt dat er een vrij groot energieverlies is. In dit hoofdstuk proberen we meer te weten te komen over de oorzaken van dat verlies. Als eerste stap wordt het ESD van een gemiddeld huis bekeken. Ook daar blijkt een vrij groot verlies op te treden. In par. 2-2 worden enkele bij het energiegebruik belangrijke apparaten bestudeerd om de oorzaken van het energieverlies nader te bekijken. Daar blijkt een soortgelijk verlies te zijn. Om experimenten te kunnen doen teneinde dat verschijnsel nader te kunnen bestuderen, moeten we de verschillende energiesoorten kunnen meten en berekenen. Een nevendoelstelling, een idee krijgen van de grootte-orde van de energiesoorten komt in de laatste paragraaf aan de orde.

2-1 In deze paragraaf komen de ESD's van Nederland en van een gemiddeld huis aan de orde. Beide stammen uit 1977, een recentere opgave was er in deze vorm niet te vinden. De officiële gegevens gaan uit van een eensgezinswoning voorzien van een CV-installatie waarin een ouderpaar met twee kinderen woont.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

Het gezin bezit ook een auto. Daar een zeer groot deel van de leerlingen niet in deze categorie thuis zal horen, lijkt het zinnig op de beperkingen van een dergelijk schema te wijzen. Het kan een prima aanknopingspunt zijn voor een klassediskussie over dit onderwerp. Het ESD van Nederland is eigenlijk meer een brandstofschemata, vandaar dat bij de berekening van het rendement de bovenste sektor niet meegerekend moet worden.

- 2-2 De Wet van Behoud van Energie moet hier benadrukt worden, eventueel ook aan de hand van de voorgaande thema's. In verband met het hierna volgende thema Materie is het zinnig hier enige aandacht te besteden aan de rol van de behoudswetten in de natuurkunde b.v. ook de Wet van Behoud van Lading en de Wet van Behoud van Massa. Geen van beide zijn tot nu toe expliciet aan de orde gekomen, maar zij zijn voor leerlingen eenvoudig acceptabel te maken. Dit in tegenstelling tot de Wet van Behoud van Energie.

De ESD's kunnen ook gebruikt worden om te bespreken welke energie als nuttig aangemerkt moet worden. Is de warmte van een gloeilamp nuttig in de zomer? En in de winter?

- 2-3 Het is niet nodig om zeer uitgebreid aandacht te besteden aan het verschil tussen arbeid en energie. Het begrip "arbeid" is bij het thema "Verkeer" al uitgebreid aan de orde geweest. Het lijkt ook niet verstandig hier aandacht te besteden aan het onderscheid tussen het gewone rendement en het arbeidsrendement.

- 2-4 - In het begin van deze paragraaf staat de energieroos. Leerlingen moeten die in hun schrift overnemen en tijdens het werken aan de paragraaf invullen. Het is ook aardig om de leerlingen van te voren een schatting te laten maken. Die schatting kunnen ze baseren op de gegevens van de gloeilamp. Het verschil tussen de schattingen en de berekeningen kan dan aanleiding geven tot een klasgesprek. Daarin komen dan taken die veel energie vragen aan de orde, evenals taken die met weinig energie gedaan kunnen worden.

(uitkomsten, links beginnen en dan met de klok mee: 120 m^3 : $10,4 \text{ kg}$: 365 km/u : $2,86 \text{ uur}$: 10 uur , $0,12 \text{ m}^3$ en 1 kg .)

- Warmte wordt hier behandeld als energiesoort. Het onderscheid tussen warmte en inwendige energie is nogal subtiel en erg moeilijk voor leerlingen. In het kader van dit thema leek het niet nuttig veel tijd aan dit verschil te besteden. De gebruikte definitie van soortelijke warmte is weliswaar de standaarddefinitie, maar kan in dit thema toch verwarring geven. Er wordt gesproken over "de energie die nodig is om...". Daarbij wordt ervan uitgegaan dat het rendement van het verwarmingsproces 100% is; in de praktijk is dat natuurlijk niet het geval. Het verdient aanbeveling het verschil tussen soortelijke warmte en verbrandingswarmte te benadrukken, deze worden nogal eens met elkaar verward.
- Bij stralingsenergie hebben we gekozen voor de bestralingssterkte. Die grootheid geeft aan hoeveel energie er per seconde per m^2 op een vlak valt, in dit thema is dat de meest relevante grootheid.
- Zwaarte energie is een moeilijke energiesoort. Het valt leerlingen moeilijk te accepteren dat een stilliggend voorwerp energie kan hebben. Met veel voorbeelden zoals stuwmeren, van een helling rijdende fiets, gewicht heffen enz. kan men leerlingen laten zien dat er met zwaarte-energie een bevredigende beschrijving gegeven kan worden. Om ze echt ervan te overtuigen is meer tijd nodig.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

H 3. RENDEMENT

Lessenplan.		
lesnr.	aktiviteit	
5	3½ lesuur t/m experimenten en opgaven	Water verwarmen De zonnecel De mens als energieomzetter
8		De windmolen De zonnecollector De bromfiets (bijlage 4) Snelloper of langzaamloper (bijlage 5)
	½ lesuur	Rendementstabel

Voor dit hoofdstuk zijn 4 lessen uitgetrokken. Door de verschillende duur van de experimenten en het parallel werken aan opgaven en experimenten kan een gedetailleerd lessenplan niet gegeven worden.

Bedoeling.

- praktische uitvoering van een rendementsbepaling.
- een toepasbaar inzicht verwerven van het begrip "rendement".
- een overzicht krijgen van de rendementen van een aantal belangrijke apparaten.
- opsporen van zeer hoge en zeer lage rendementen bij de verschillende energieomzettingen.
- toepassen van de kennis uit hoofdstuk 2 in een aantal praktische situaties.

Leerlingactiviteiten.

- verwerkingsopdrachten maken,
- onderzoek doen
- resultaten rendementsbepalingen bespreken.

Didaktische aanwijzingen.

In het vorige hoofdstuk is het rendement aan de orde gekomen, gevolgd door een aantal berekeningen van hoeveelheden energie. In dit hoofdstuk staat het berekenen en meten van het rendement centraal. In de meeste opgaven en in alle experimenten wordt het rendement van een apparaat of een energieomzetting berekend. Door het samenbrengen van de resultaten in de laatste paragraaf zien de leerlingen weer het belang van het rendement bij het verstandig omgaan met energie.

Het hoofdstuk bestaat uit drie delen: experimenten (par. 3-1 t/m 3-5), opgaven (par. 3-6) en de verwerking (par. 3-7). Bij drie van de vijf experimenten zal er waarschijnlijk, door de hoge kosten, maar één opstelling beschikbaar zijn. Het is dan ook het handigste om het ene deel van de klas aan opgaven te laten werken, terwijl het andere deel met de experimenten bezig is. Daarna wordt dat omgewisseld. Hiermee wordt ook de verschillende tijdsduur van de experimenten opgevangen. Het is niet de bedoeling dat er een rapportage plaatsvindt. De laatste paragraaf leent zich goed voor een klassikale afsluiting, terwijl het resultaat ervan de overgang naar hoofdstuk 4 markeert.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

3-1 *Water verwarmen.*

- In deze paragraaf wordt het rendement van een gasboiler met dat van een elektrische boiler vergeleken. Beide apparaten kunnen vrij eenvoudig in de klas 'gesimuleerd' worden met een gasbrander en een dompelaar. Bij een geiser is dat veel ingewikkelder, omdat het water daar al stromend verwarmd wordt.
- Meting met een gasbrander levert een rendement van 44% op, het gebruik van een deksel laat het rendement stijgen tot 48%.
- Het experiment kan aangevuld worden door het rendement aan het begin en aan het eind van het verwarmingsproces te meten. Het rendement over de eerste 20°C temperatuurstijging blijkt 53% te zijn. Bij de stijging van 75°C tot 95°C bedraagt het rendement 37%.
- Het is niet verstandig om 100°C als bovengrens te nemen. Het koken van een vloeistof is nl. veel minder nauwkeurig vast te stellen dan het bereiken van een wat lagere temperatuur. Voor leerlingen is dat zeker het geval.
- Bij de plaatselijke energiebedrijven zijn folders over het verwarmen van water te krijgen. De rendementen van de verschillende verwarmingsapparaten worden daarin vermeld.

3-2 *De zonne-collector*

In dit experiment wordt gebruik gemaakt van een aangekochte zonne-collector. Het zou eventueel ook met een zelfbouwcollector kunnen, maar deze dient dan wel van hoge kwaliteit te zijn. Het model dat in het thema "Energie Thuis" beschreven wordt is voor dit doel niet geschikt.

De stralingsenergie wordt gemeten met een stralingsmeter. De beschrijving hiervan is te vinden in bijlage 3. Helaas waren we door de weersomstandigheden tijdens het schrijven van thema en docentenhandleiding niet in staat het experiment uit te voeren. Er zijn dan ook geen meetresultaten beschikbaar.

De rendementsbepaling van de zonnecollector dient nauwkeurig uitgevoerd te worden. Daarbij dient op de volgende punten gelet te worden:

- de doorstroomsnelheid mag niet te hoog worden. Bij een hoge doorstroomsnelheid is de temperatuurstijging zeer klein, waardoor het experiment relatief zeer onnauwkeurig wordt.
- Alvorens met meten kan worden begonnen dient de collector geruime tijd in de zon te staan met draaiende pomp. Er moet zich eerst een evenwicht instellen voordat er metingen gedaan kunnen worden. Dat geldt ook bij het verhogen of verlagen van de doorstroomsnelheid. Ook dan moet gewacht worden tot een nieuw evenwicht zich heeft ingesteld.
- De bestralingssterkte moet regelmatig gemeten worden, later kan dan het gemiddelde van de metingen genomen worden.

Het gebruik van warmtelampen om de zon te vervangen bij slecht weer is risikant. Een ongelijkmatige verwarming van de glasplaat kan tot breuk leiden. Veel informatie over collectoren is te vinden in het boekje "Zonneboilers" verkrijgbaar bij het ECN en de SVEN.

3-3 *De zonnecel.*

De werking van de zonnecel komt in het thema niet aan de orde. Het is nogal ingewikkeld en zou teveel aandacht vergen.

Het experiment verloopt in het algemeen zonder problemen. De stralingsmeter is beschreven in bijlage 3.

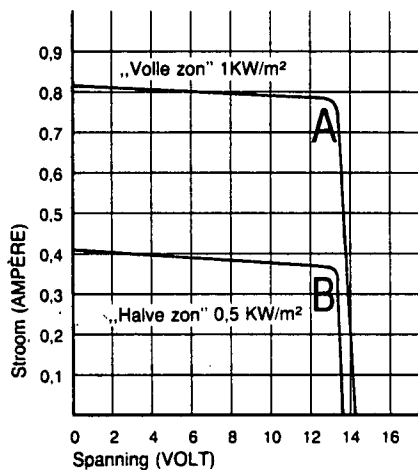
Het is zinvol het oppervlak van de zonnecel nauwkeurig te bepalen. Dat stelt

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

leerlingen ook voor het probleem hoe zo iets moet. Bij ingewikkelde oppervlakken kan de zonnecel op grafiekpapier getekend worden. Het oppervlak kan dan via het tellen van hokjes bepaald worden.

De proef kan uitgebreid worden met een aantal reële problemen die zich bij zonnecellen voordoen:

- Ze worden stoffig en vuil. Het rendement kan dan bepaald worden van een stoffige zonnecel. Krijtstof is een prima middel daarvoor.
- Een zonnecel staat niet altijd loodrecht op de straling. Bepaal dan het rendement in zo'n geval. De hoek met de zonnestraling moet wel flink groot zijn.
- De zon schijnt niet altijd. Bepaal het rendement in de schaduw.



In nevenstaande tekening zie je een belastingkromme van een Holec zonnecel. Door de belasting van de cel te variëren, moet het optimum gevonden kunnen worden.

Meetresultaten.

De zonnecel werd belast met een weerstand die regelbaar was tussen 0 en 30 Ohm. Bij de meting werd de schuif met regelmatige afstanden opgeschoven en telkens spanning en stroomsterkte gemeten. Daarna werd ook nog een meting gedaan bij een weerstand van 40 Ohm en van 50 Ohm.

De stralingsmeter gaf een bestralingssterkte van 835 W/m². De door ons gebruikte zonnecel (Holecsol, zie adressenlijst) heeft een oppervlak van 80 cm².

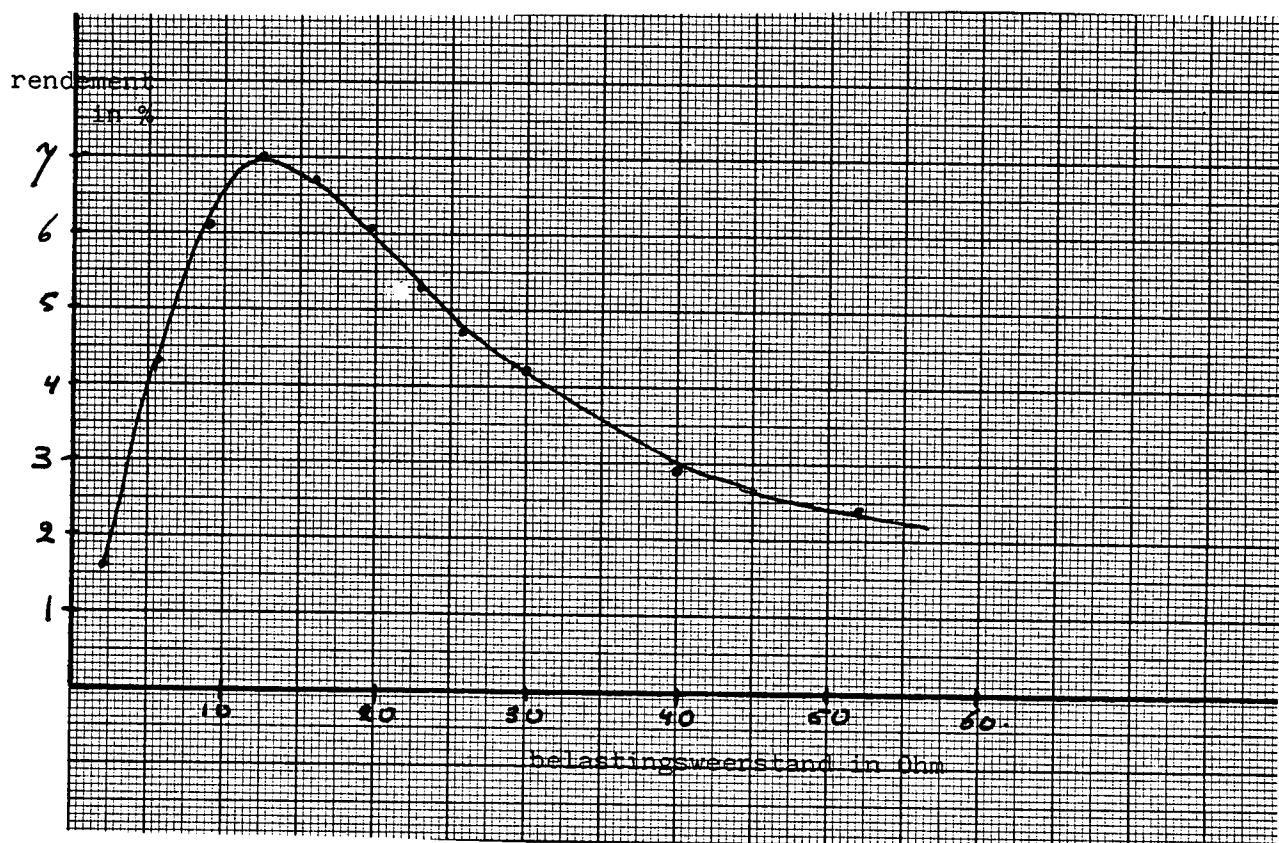
De meetresultaten zijn hieronder weergegeven.

weerstand in Ohm	spanning in volt	stroomsterkte in mA	vermogen in W	rendement in %
0	0,36	295	0,11	1,6
	1,02	284	0,29	4,3
	1,55	264	0,41	6,1
	1,97	236	0,47	7,0
	2,14	210	0,45	6,7
	2,48	164	0,41	6,1
	2,66	137	0,36	5,3
	2,81	114	0,32	4,7
30	2,91	94,7	0,28	4,2
40	3,08	66,4	0,20	2,9
50	3,16	49,7	0,16	2,4

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

Het maximale rendement dat we hier meten ligt een stuk onder de waarden van de grotere zonnecelinstallaties. Wellicht heeft dat met de kwaliteit van de zonnecel te maken.

Zowel bij de zonnecollector als bij de zonnecel is bij de berekening van het rendement gerekend met de totale bestralingssterkte van de zonnestraling. Een zonnecollector neemt wel alle frekwenties van het zonlicht op, een zonnecel doet dat niet. Die is alleen gevoelig voor het zichtbare licht, en dat is maar ongeveer de helft van de totale invallende straling. Als we hier die infrarode straling niet meerekenen wordt het gevonden rendement twee keer zo hoog. Het rendement van een zonnecel hangt sterk af van de spectrale samenstelling van het opvallende licht. Als het rendement van een zonnecel binnen gemeten wordt dan zal het licht van een gloeilamp een veel lager rendement geven dan het licht van een TL-buis. Als de proef binnen gedaan moet worden, gebruik dan een gewone gloeilamp. Het spektrum daarvan komt redelijk overeen met dat van de zonnestraling.



OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

3-4 De windmolen.

Voor deze proef is weer een nieuw type molen bedacht. De Kreta-molen uit het thema "Energie Thuis" is wel erg gammel. De snelloper werkt weliswaar erg goed, maar is nogal gevaarlijk door de hoge tipsnelheid en de scherpe wieken. De nieuwe molen is weer een langzaamloper, maar met een aanzienlijk steviger konstruktie.

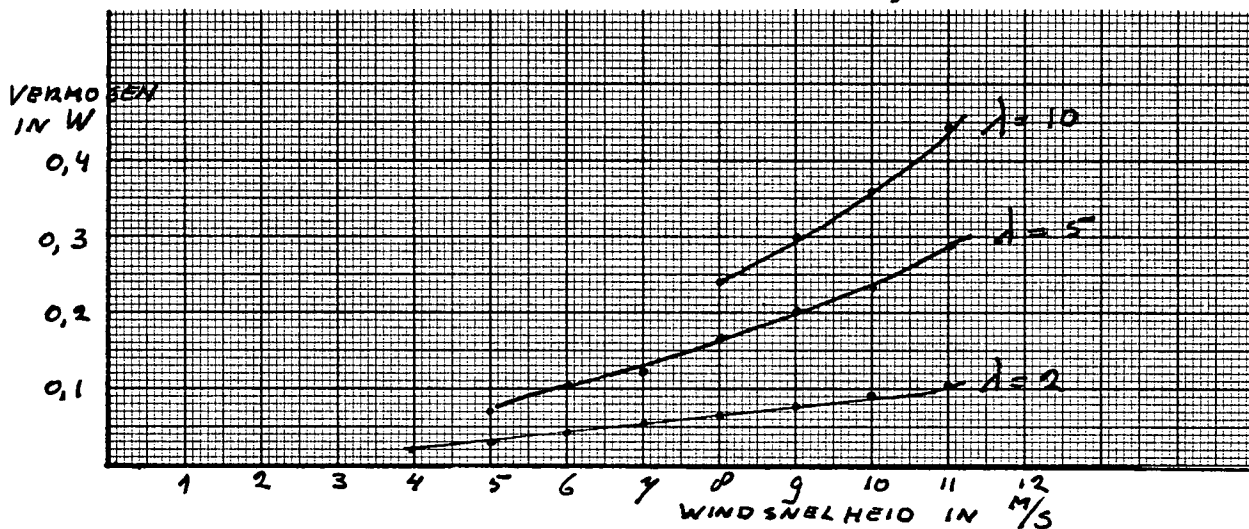
In bijlage 5 is een konstruktietekening van de nieuwe molen opgenomen. Het rendement van de molen wordt bepaald met een sleeprol. Die methode is ook bij het thema "Elektrische Machines" al aan de orde gekomen.

Het is ook mogelijk de molen een of meer generatoren aan te laten drijven. In dat geval wordt niet meer het molenrendement bepaald, maar het rendement van het gehele systeem; molen, generator, overbrenging en belasting.

Slecht-weer-experiment.

Soms is het weer ongeschikt voor dit onderzoek. In bijlage 6 is de leerlingentekst voor een binnenonderzoek opgenomen. In dat onderzoek wordt gebruik gemaakt van een aantal verschillende, uit elektriciteitspijp gezaagde, wieken. De regelbare "windbron" is de ventilator van de windtunnel. In dit onderzoek wordt de energieopbrengst als junktie van de windsnelheid gemeten. Deze meting wordt voor een aantal verschillende wieken uitgevoerd.

Als resultaat daarvan vonden we de onderstaande grafiek.

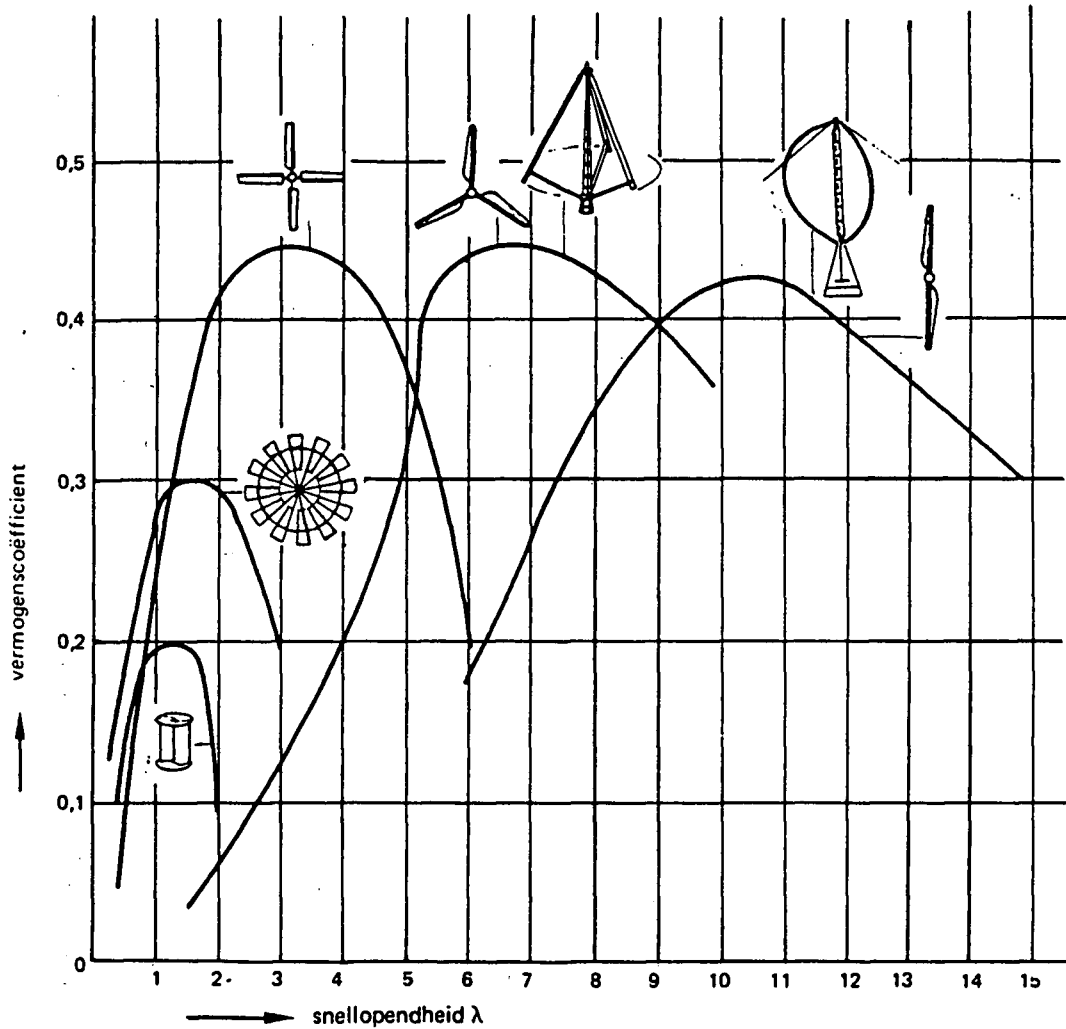


Uit de grafiek blijkt dat een snelloper bij een hoge windsnelheid een groter vermogen levert dan een langzaamloper. Daar staat tegenover dat de snelloper het bij lage windsnelheden al vlug af laat weten.

Met bovenstaande grafiek kan ook het rendementsverloop berekend worden. De rendementen blijken dan zeer laag te zijn, in de orde van 4 %. Voor het grootste deel wordt dat veroorzaakt door de toch wel primitieve wieken, de turbulentie van de wind zal misschien ook een rol spelen.

In onderstaande figuur, overgenomen uit het windwerkboek, zijn de rendementen van de verschillende molentypen af te lezen. Deze rendementen zijn uiteraard ook afhankelijk van de snellopendheid. Het maximale rendement van een langzaamloper blijkt inderdaad niet kleiner te zijn dan dat van een snelloper, het wordt bereikt bij een lagere snelheid.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK



afb. 8.36 Verband tussen de snellopendheid en het rendement (vermogenscoëfficiënt) van verschillende rotortypen.



afb. 6.51 Een oud amerikaans suikerzakje.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

3-5 *De mens als energieomzetter.*

Er zijn weinig problemen bij deze proef. Het is van belang dat er voldoende tijd zit tussen het traplopen en het "rustig ademen". Eventueel kan de volgorde ook omgekeerd worden.

Ook moet de trap niet te laag zijn, er is wel een redelijk hoog flatgebouw in de buurt te vinden. Wij vonden daarbij een rendement van ongeveer 20%.

3-6 *Opdrachten.*

We hebben geprobeerd in de opdrachten zo reëel mogelijke waarden te gebruiken. Soms levert dat problemen. In opgave 5 wordt voor een windturbine met een wieklengte van 8 m door de fabrikant een vermogen van 28,3 kW opgegeven. In de illustratie ernaast staat 0,03 MW. Dat scheelt een faktor 10. Waarschijnlijk zit de fout in het artikel.

Het lijkt niet nodig dat iedere leerling ook alle opgaven maakt, leerlingen zouden zelf kunnen bekijken welke opgave hen het meest aanspreekt.

Uitkomsten:

1. a. 96 W.
b. f 71,42
c. 32,25 kJ
d. 67%. Daar ziet het wel naar uit.
2. a. $3,3 \cdot 10^{11}$ kg
b. 20 m
c. $6,6 \cdot 10^{13}$ J
d. idem
e. $9,2 \cdot 10^8$ W
f. na de generator $6,1 \cdot 10^{13}$ J.
voldoende voor 282 uur.
3. a. $1,56 \cdot 10^{11}$ J
b. $4,6 \cdot 10^{10}$ J
c. 11 kg steenkool levert $3,2 \cdot 10^8$ J
Wij gebruiken 144 keer zoveel.
4. a. chemische energie $\rightarrow$ warmte + elektrische energie.
b. 0,48 l/uur ofwel 4400 J/s
c. 330 W, rendement 7,5%. Motor heeft een vermogen van 700 W. Grootste verlies zit dus in de motor en niet in de generator.
d. 18%
e. Bij klein aggregaat is het rendement laag, veel lawaai bij huis, veel onderhoud. Bij groot aggregaat leidingennet en elektriciteitsmeters nodig, goede organisatie van het dorp noodzakelijk om eerlijke verdeling te waarborgen.
5. a. $2,6 \text{ m}^2$ / 27,0 kg / 864 J
b. 160 W
c. 18,5%
d. 42,3%
e. Grootschalig: hoog rendement, leidingnet nodig, sommigen zien politieke bezwaren.
Kleinschalig: eigen energievoorziening, laag rendement, small is beautiful.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

6. a. - stralingsenergie omgezet in warmte
- energieverlies door weerkaatsing tegen voorplaat en absorbtieplaat en door warmtestraling.
- rendement is 26%
- b. Als temperatuurverschil stijgt wordt ook de warmtestraling groter.
- c. - 24%
- de meest gebruikt norm bedraagt bij een gezin van 4 personen 150 l/dag bij een taptemperatuur van 60°C. Bij een hoog verbruik wordt 250 l/dag genomen. Schatting verbruik 6+: 250 l/dag
- dat kost $3,9 \cdot 10^7$ J per dag.
- de collector levert per dag en per m² een energie van $3,5 \cdot 10^6$ J
- 11 m².
7. a. De schattingen lopen zeer uiteen. Lengte op basis van afmeting hoofd of wioldiameter varieert tussen 80 en 90 cm. Schattingen breedte lopen uiteen van 30 tot 50 cm. (slimmigheid: door op de schaduw te letten kun je zien dat het paneel ongeveer even breed is als de man en dus 40 cm).
Bij een lengte van 85 en een breedte van 40 cm een oppervlak van 3400 cm². Het loodrechte oppervlak is 2945 cm².
- b. 295 W
- c. 15,9W
- d. 4,4 N
- e. In thema "Verkeer" op pagina 50 is 8,5 N opgegeven. Het komt, gezien de onnauwkeurigheid van de schatting van het oppervlak en de schattingen van de rendementen redelijk overeen.
- 3-7 De laatste paragraaf leent zich goed voor een klassikale afsluiting. De tabel kan klassikaal ingevuld worden, waarbij telkens het hoogste rendement ingevuld wordt. Als een groep een erg hoog rendement opgeeft kan dat aanleiding zijn tot een discussie hierover. De tabel geeft ook een goede aanleiding om terug te grijpen naar de energie-stroomdiagrammen uit hoofdstuk 2 en weer aandacht te besteden aan de rendementen van een aantal belangrijke apparaten. Ook de speurtocht naar de "schuldige" energieomzetting kan uitstekend klassikaal plaatsvinden. Het resultaat daarvan, is een goede start naar hoofdstuk 4, waar de omzetting van warmte naar arbeid bekeken wordt.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

H4. KWALITEIT VAN ENERGIE

Uitwerking lessenplan	
4.1. Bedoeling van dit hoofdstuk (en samenvatten van het voorgaande)	5 min.
4.2. Warmte is belangrijk (vnl. herhaling)	15 min.
4.3.a. Verwarmen en rendement	10 min.
b. Wrijving, weerstand en rendement	10 min.
c. Warmtemachines en rendement: werking	30 min.
rendement	20 min.
4.4. Degradatie en kwaliteit	40 min.
4.5. Bespreken en oriënteren op keuze van volgende hoofdstukken	20 min.

Dit schema is vrij krap. Er zit nog enige ruimte in door niet alle opdrachten te maken, omdat er een zekere herhaling is van wat in voorgaande hoofdstukken is behandeld. Met name het begin van het hoofdstuk kan ook zelfstandig thuis bestudeerd worden.

Bedoeling

De belangrijkste inhoudelijke lijn van dit hoofdstuk is

- samenvatten van de vorige hoofdstukken in relatie tot de vraag of en waarom rendementen niet verbeterd kunnen worden.
- Daartoe is het belangrijk ons te realiseren welke rol warmte speelt in het hele energiegebeuren.
Bij energieomzettingen gaat immers steeds warmte verloren, waardoor de rendementen beperkt worden.
- Dat verlies heeft te maken met onvermijdelijke weerstand en wrijving.
- En met warmtemachines, waarin energie uit brandstoffen gebruikt wordt voor het leveren van arbeid.
- Helaas kan een warmtemachine alleen werken op een in stand gehouden temperatuurverschil, waardoor het rendement drastisch beperkt wordt.
- Daaruit volgt dat warmte-energie meer arbeid kan leveren, dus meer kwaliteit heeft, naarmate ze bij hogere temperatuur wordt toegevoerd.
- En als warmte helemaal verloren is gegaan in de omgeving is ze tegelijkertijd praktisch arbeidsloos geworden.
- Daaruit volgen drie benaderingen voor besparing: je kunt letten op het rendement van een apparaat, op de taak en op het totale systeem. Wat je doet hangt echter nog van veel meer af dan van natuurkunde alleen.

Het zou prachtig zijn als deze globale lijn voor leerlingen enigzins duidelijk werd.

Leerling activiteiten

- vanwege de moeilijkheidsgraad van het tweede deel van dit hoofdstuk neemt luisteren naar de leerkracht en het gezamenlijk praten over en lezen van de tekst een belangrijke plaats in ;

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

- daarnaast is er ook nog ruimte voor het in groepjes of individueel maken van opdrachten ;
- zelfstudie, huiswerk ;
- informatie opzoeken en beoordelen ;
- keuze maken voor vervolg onderwerp uit hoofdstuk 5 of 6.

Didaktische aanwijzingen

- Dit hoofdstuk geeft een theoretische onderbouwing van de rendements-beschouwing in de vorige hoofdstukken.
Met opzet is de theorie in dit hoofdstuk van beschrijvende aard, met een uitwerking in praktisch/technische richting. Het begrip: kwaliteit van energie wordt geïntroduceerd als een aanvullende manier van kijken naar energiegebruik die volgt uit het feit dat warmte een bijzondere rol speelt.
Deze rol was al naar voren gekomen uit de balansbeschouwingen t.a.v. apparaten maar krijgt hier meer de vorm van een fundamentele beperking.
De verklaring van deze beperking, op moleculair niveau, komt in hoofdstuk 5 aan de orde, en kan door leerlingen gekozen worden. Op deze manier is vorm gegeven aan de kritiek op het theoriehoofdstuk in de eerste versie.
- Het eerste deel van het hoofdstuk vertoont een zekere overlap met vorige hoofdstukken. Het wil een deel daarvan systematisch terugroepen en verdiepen. Bestudering hiervan kan zelfstandig of in groepsvorm plaatsvinden, en uiteraard ook klassikaal.
- Het stuk over warmtemachines lijkt echter beter klassikaal behandeld te kunnen worden.
Voor de behandeling van de warmtemachine is met opzet gekozen voor een deductieve ponerende leerstofopbouw.
De reden hiervoor is de nadruk die we wilden leggen op kwaliteit van energie en daaraan gekoppeld de fundamentele beperking voor wat betreft het gebruik van warmte voor het verrichten van arbeid.
Dit fundamentele aspect krijgt, ons inziens, nu de nadruk die het verdient. Dit is gedaan door een globale bespreking van het algemene werkingsprincipe dat vervolgens toegelicht en aannemelijk gemaakt wordt door toepassing op de automotor en de centrale.
De omgekeerde weg, vanuit een gedetailleerde bespreking van de automotor inductief overstappen naar warmtemachines lijkt ons minder overtuigend (zie echter het overeenkomstige VWO-thema).
De werking van de warmtemachine, alsmede de rendementsformule worden hier geponeerd en niet verklaard of afgeleid. Dat leek ons op dit niveau niet haalbaar en ook niet nodig.
- De rendementsformule wordt gebruikt voor het berekenen van het arbeidsrendement van enkele warmtemachines. Uiteraard is het zo dat het werkelijke rendement van deze machines nog veel lager ligt. De formule geeft dus veeleer een fundamentele beperking aan, die te maken heeft met de "aard van warmte", ofwel met de kwaliteit van energie.

Kwaliteit van energie

Dit begrip is relatief onbekend. Vandaar dat we er hier iets meer over zullen zeggen.

Een gebruikelijke definitie van energie luidt als volgt:

"energie is het vermogen om arbeid te verrichten".

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

Over de fysische juistheid van deze definitie is nogal wat discussie mogelijk, zoals blijkt uit de literatuur. In ieder geval is het een definitie die stamt uit de traditie eerst mechanica te behandelen, en aldus via het krachtbegrip over te stappen op arbeid. Via arbeid volgt dan kinetische energie en tenslotte de wet van behoud van mechanische energie. In de warmteleer wordt deze energiebehoudswet dan verder uitgebreid.

Gegeven de opbouw van het PLON-curriculum, dan is het duidelijk dat de geschetste structurering daarin niet past. Vanuit een maatschappelijk energie-context lijkt het beter het energiebegrip anders te definiëren, op een voor deze context relevantere manier

Immers:

- a) de "arbeidsdefinitie" benadrukt te veel het verrichten van arbeid als enig mogelijke energiegebruik, terwijl in realiteit slechts het kleinste deel van alle energie gebruikt wordt voor arbeid.
- b) Als energie het vermogen is om arbeid te verrichten en energie bovendien behouden is, vanwaar dan het energieprobleem? Immers, het vermogen om arbeid te verrichten is duidelijk niet behouden. Aan elk reëel energiesysteem dat arbeid verricht, moet steeds energie worden toegevoerd om die arbeidsprestatie in stand te houden. Steeds gaat op zijn beurt een deel van de toegevoerde energie verloren als warmte, om uiteindelijk als onbruikbaar te verdwijnen in de "omgeving".

Vanuit maatschappelijk standpunt gezien is het dus niet zozeer relevant om te vragen wat energie eigenlijk is en of energie al of niet behouden is, maar waarom het vermogen om arbeid te verrichten juist niet behouden is. Het belang van energie ligt dus niet zozeer in wat het is, en dat fysisch gezien de hoeveelheid constant blijft, als wel in de vraag wat je er eigenlijk mee kunt doen!

Precieser geformuleerd, aangezien we nooit "energie op zich" gebruiken, maar altijd uitgaan van een bepaalde energiesoort, wordt de relevante vraag: "Welke energiesoort kunnen we gebruiken voor welk doel?"

Dat vraagt om een classificatie van enerzijds energiesoorten en anderzijds energietaken. En om een criterium volgens welke deze classificatie kan plaatsvinden.

In dit thema wordt het energiebegrip behandeld als datgene wat je nodig hebt om "klussen" te kunnen verrichten. Als klussen zijn genoemd: verwarmen, arbeid verrichten en verlichten. Het is duidelijk dat verlichten, afhankelijk van waar je precies kijkt in de omzettingsketen, ondergebracht kan worden bij de andere twee; zodat verwarmen en arbeid verrichten als energietaken overblijven.

Nu staat "verwarmen" uiteraard voor een diversiteit van verwarmingstaken, waarvoor de energiesoort warmte nodig is. (N.b.: in dit thema maken we geen onderscheid tussen inwendige energie en warmte. We praten dan ook over de energiesoort warmte, waarbij we zowel denken aan "warmte als overdracht van energie", als aan "warmte als opgelagen inwendige energie". De reden hiervoor is dat we dit strenge fysische onderscheid niet functioneel vinden voor de context van dit thema).

Deze verwarmingstaken kun je rangschikken volgens de temperatuur waarbij de warmte dient te worden toegevoerd. (N.b.: ook hier ligt een probleem: slordig, maar veelvuldig voorkomend taalgebruik spreekt hier van warmte van hoge

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

(of lage) temperatuur. In hoeverre is dat begripsverwarrend?)

Voor huisverwarming kun je volstaan met warmte van lagere temperatuur dan voor een eitje koken. Terwijl het omgekeerde uiteraard wel kan. Voor veel industriële processen heb je juist heel hoge temperaturen nodig (proceswarmte). Dit betekent dat je de "waarde" van de energiesoort warmte, of anders geformuleerd de kwaliteit van warmte, kunt rangschikken volgens "haar" temperatuur.

Hoe hoger de temperatuur waarbij warmte wordt toegevoerd, hoe meer verwarmingstaken er mee kunnen worden verricht, en hoe hoger de kwaliteit van die warmte.

Maar hoe zit het met de kwaliteit van andere energiesoorten? En met de taak "arbeid verrichten"?

Laten we eerst kijken naar de relatie tussen warmte en arbeid verrichten. Deze relatie is niet symmetrisch, in die zin dat arbeid wel volledig kan worden gebruikt voor het opwekken van warmte, maar warmte kan niet volledig worden benut voor het verrichten van arbeid.

Als we dus warmte willen gebruiken voor het verrichten van arbeid, dan blijkt de aard van de energiesoort warmte ons beperkingen op te leggen.

(N.b.: hier ligt nog een principiële discussiepunt: in een éénmalig proces kan warmte wel volledig in arbeid worden omgezet, maar in een cyclisch-proces, en dat is wat je in een warmtemachine nodig hebt, niet).

De theoretische rendementsformule van warmtemachines drukt deze beperking kwantitatief uit en legt tevens een relatie met de temperatuur van de toegevoerde warmte. Als we een bepaalde arbeidstaak met zo weinig mogelijk warmte willen verrichten (d.w.z. gelijk aan de omvang van de taak) dan moet de temperatuur van de warmte en dus de kwaliteit zo hoog mogelijk zijn. Ofwel, arbeid verrichten is kwalitatief een zeer hoogwaardige (theoretisch oneindig) taak.

Op grond daarvan kunnen we ook "het vermogen van een energiesoort om arbeid te verrichten" als maat nemen voor het begrip kwaliteit van die energiesoort. Een energiesoort heeft dan hogere kwaliteit, naarmate haar vermogen om arbeid te verrichten groter is. Of, gegeven een bepaalde arbeidstaak, naarmate zo min mogelijk van die energiesoort nodig is om die taak te verrichten. Voor warmte betekent dit uiteraard eenzelfde rangschikking volgens temperatuur, als eerder werd gevonden op grond van de meer intuïtieve rangschikking van verwarmingstaken.

Hoe zit het met de andere energiesoorten?

Andere energiesoorten kunnen op grond van verschillende overwegingen worden geclassificeerd, en in de praktijk gebeurt dat ook. Dit geeft helaas een aanleiding tot enige spraakverwarring.

Eenzijds kun je de energiesoorten classificeren op grond van het arbeidsrendement dat theoretisch maximaal haalbaar is.

Dat is dus een classificatie op grond van de intrinsieke, fysische "aard" van de energiesoorten.

Anderzijds kun je de energiesoorten ook classificeren op grond van het arbeidsrendement van wat in de realiteit, met de technische mogelijkheden haalbaar is.

Elektrische energie en gravitatie-energie zijn in beide benaderingen hoogwaardig. Kinetische energie is in principe hoogwaardig, maar, bijvoorbeeld in de vorm van wind-energie slechts middelmatig. Chemische energie is in principe redelijk hoogwaardig, maar in de praktijk eveneens slechts middelmatig. Zonne-energie is principiële hoogwaardig, maar praktisch gezien komt dat er nog lang niet uit. Alleen een zonne-centrale maakt echt gebruik van de kwaliteit die zonne-energie in feite heeft.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

Hieruit mag blijken dat het een misvatting is de kwaliteit of waarde van een energiesoort al te sterk te koppelen aan de prijs van die soort, zoals wel gesuggereerd wordt. Naast de kwaliteit zijn andere factoren, als beschikbaarheid en technische mogelijkheden minstens zo bepalend voor de prijs.

Wat is dan de waarde van dit begrip?

Fysisch gezien maakt het duidelijk waar het bij energiegebruik eigenlijk om gaat. Immers, als energie behouden blijft, wat gaat er dan verloren? Dat is de kwaliteit van die energie, ofwel het vermogen om arbeid te verrichten gaat verloren. (Vgl. de traditionele definitie). Uiteindelijk gaat alle hoogwaardige energie die we gebruiken verloren als warmte in de omgeving. Als laagwaardige arbeidsloze energie. Een onomkeerbaar proces. Dat is de fysische kant van het energieprobleem. Wat we moeten doen is dus sparen op kwaliteit; dit kan door minder energie te gebruiken (isolatie, rendementsverhoging, etc.), door omschakeling op zonne-energie (die gaat immers anders ongebruikt toch verloren), etc. Kortom elke onnodige degradatie van energie moet worden voorkomen.

Deze scherpe fysische betekenis van het kwaliteitsbegrip is in dit thema niet uitgewerkt. Alhoewel alle energiebesparing, fysisch gezien alleen kwaliteitsbesparing kan zijn, lijkt het niet functioneel dit aan leerlingen over te brengen. Energiebesparing heeft voor hen de alledaagse betekenis van "sparen op brandstoffen" en het begrip kwaliteitsbesparing voegt hier niets aan toe wat hun handelen zou kunnen beïnvloeden.

Dit ligt anders wanneer we het kwaliteitsbegrip hanteren in de zin van taakaanpassing: de kwaliteit van de gebruikte energiesoort aanpassen aan de kwaliteit van de te verrichten taak.

Dit is een nieuwe manier van "zuinig zijn met energie", die iets toevoegt aan de eenvoudige rendementsoverwegingen. Geen hoogwaardige energiesoort gebruiken voor een laagwaardige taak ook al is het rendement op zich redelijk hoog.

Deze manier van kwaliteitbesparing, alsmede de "normale" rendements (die, alhoewel ze in feite ook kwaliteitsbesparing zijn, in dit thema kwantiteitsbesparing worden genoemd) worden gecombineerd toegepast in nieuwe energiesystemen als warmte-kracht koppeling, stadsverwarming, maar ook op "huisschaal" zijn er mogelijkheden voor deze "nieuwe" benadering (geen elektriciteit voor verwarmingsdoeleinden, voorverwarming van water in afvoer van cv-installatie of open haard, etc).

Hier valt tegen in te brengen dat voor het begrijpen van deze systemen een "totaal-rendementsbenadering" voldoende is. In hoeverre is "sparen op kwaliteit" vanuit handelingsstandpunt in dit verband echt nodig en inzicht verhelderend? Ofschoon deze tegenwerping in principe terecht lijkt, is ze ons inziens toch onvoldoende. Het kwaliteitsbegrip berdient toch de voorkeur, en wel om de volgende redenen:

Een rendementsbenadering (al of niet vanuit systeemstandpunt) sluit in feite aan bij het denken in termen van een energiebalans volgens de eerste hoofdwet en blijft dus binnen het kader van energiebehoud. Ze geeft geen richtlijn voor het al of niet optimaal zijn van een bepaald energiegebruik, zolang het rendement maar hoog is. Het fundamentele inzicht dat warmte als energiesoort niet gelijkwaardig is aan andere energiesoorten leidt tot het principe van taakaanpassing. Daarnaast gaat de rendementsbenadering voorbij aan het eveneens fundamentele inzicht dat energiegebruik een onomkeerbaar proces van voortdurende degradatie inhoudt (de diepere verklaring daarvan wordt in hoofdstuk 5 behandeld). Tenslotte heeft het woord kwaliteit (en sparen op kwaliteit) wellicht ook een zekere emotionele lading van waaruit een zeker energiebewustzijn (als functioneel doel van dit thema) gemakkelijker valt te ontwikkelen.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

KIEZEN UIT HOOFDSTUK 5 EN 6.

Na hoofdstuk 4 moeten de leerlingen een keus maken uit:

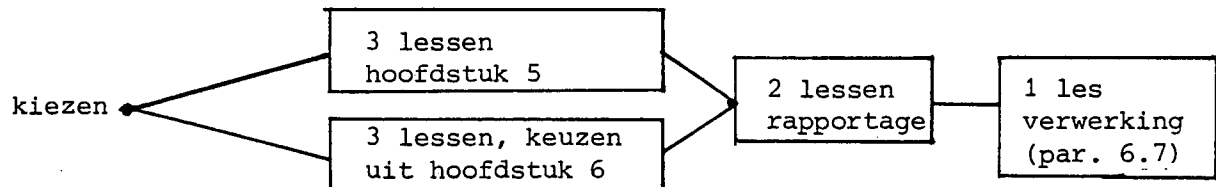
òf: ENERGIE EN KWALITEIT IN THEORIE (HOOFDSTUK 5)

òf: ENERGIE EN KWALITEIT IN DE PRAKTIJK (HOOFDSTUK 6)

Op deze manier is vorm gegeven aan een bezwaar tegen de eerste versie van dit thema dat alle leerlingen het "zware" theorie hoofdstuk moesten doorwerken. De "verklarende" theorie is nu ondergebracht in hoofdstuk 5 en kan dus gekozen worden door die leerlingen die zich verder willen verdiepen in de natuurkundige kant van de zaak: waarom gaat kwaliteit verloren?

De meer praktisch en technisch ingestelde leerlingen kunnen kiezen voor hoofdstuk 6, waarin praktisch-technische uitwerkingen worden besproken van de slogan: sparen op kwantiteit en kwaliteit. De keuze tussen deze hoofdstukken is dus tevens bedoeld als uitwerking van interesse-differentiatie.

Het is wel de bedoeling dat de bestudering van deze hoofdstukken wordt afgesloten met een "harde" rapportage. De hoofdlijnen van beide hoofdstukken moeten aan alle leerlingen bekend zijn. Daartoe zijn rapportage-aanwijzingen gegeven. Ook is een verwerkingsopdracht (par 6.7) toegevoegd, die tot doel heeft de hoofdlijnen voor alle leerlingen helder te maken. Op grond daarvan komen we tot het volgende lessenplan:



Nadere informatie volgt nu per hoofdstuk.

H5. ORDE EN CHAOS.

Leerling activiteiten

Het betreft een theoretisch hoofdstuk. Leerlingen kunnen dit individueel, maar bij voorkeur groepsgewijs doorwerken. Veel vragen zullen aanleiding kunnen geven tot onderlinge discussie. De moeilijkheidsgraad van het hoofdstuk kan betekenen dat je als leraar de voortgang goed in de gaten moet houden om tijdig te kunnen inspringen en helpen.

Didaktische aanwijzingen

- Het doel van dit hoofdstuk is om leerlingen duidelijk te maken waarom energieprocessen onomkeerbaar zijn: energiedegradatie via warmte is onvermijdelijk en niet terug te draaien.
- Het gaat in dit hoofdstuk dus om de essentie van de Tweede Hoofdwet, zonder overigens het entropie begrip te willen noemen. Deze essentie wordt gevat in het natuurlijke proces van toenemende chaos, waaruit spontaan geen orde kan ontstaan.
- De rode draad in dit hoofdstuk is als volgt:

De rol van warmte is nog veel belangrijker dan in hoofdstuk 4 is gezegd. Niet alleen is warmte een belangrijke intermediaire energiesoort, maar het is ook de onvermijdelijke eindvorm.

Warmte hangt samen met de chaotische beweging van de deeltjes van een systeem. De temperatuur van het systeem is een ruwe maat voor de "intensiteit" van deze chaos. Warmte stroomt van hoog naar laag, tot er temperatuurs-evenwicht is ontstaan.

Het omgekeerde is niet mogelijk, dus niet van laag naar hoog. Waarom niet? Omdat dit zou neerkomen op "orde uit chaos". En dat kan niet. Gevolg? Degradatie van energie, d.w.z. toenemen van chaos is onvermijdelijk!

Opmerkingen met betrekking tot de Tweede Hoofdwet (in dit thema)

In dit thema wordt gepoogd de Tweede Hoofdwet te behandelen omdat daarin de verklaring ligt van de energie-degradatie.

Daarbij kunnen we echter geen gebruik maken van het fenomenologische entropie-begrip.

Een fenomenologische, thermodynamische verklaring van energie-degradatie is dus niet mogelijk. Vandaar dat we hebben teruggegrepen op de "verklaring" op deeltjesniveau.

De gang van zaken wordt dan als volgt.

- begin met een aansprekende omschrijving van de Tweede Hoofdwet (in de context van dit thema) op fenomenologisch niveau
- leg een intuïtief aansprekend verband met het deeltjesniveau.
- maak de Tweede Hoofdwet op deeltjesniveau aannemelijk ("verklaren")
- vertaal deze verklaring weer terug naar fenomenologisch-niveau en plaats de conclusie in de context van het thema.
- dat is in feite de gang van zaken van dit hoofdstuk 5 en de manier om het entropie begrip te "omzeilen".

- De intuïtief meest aansprekende formulering van de Tweede Hoofdwet is zonder twijfel:
"Warmte stroomt vanzelf altijd van hoog naar laag". Dit gaat door tot er temperatuurs evenwicht is ontstaan. Deze regel sluit dicht aan bij alle leefwereld ervaringen die leerlingen hebben opgedaan.
De regel zelf zal begripsmatig dan ook weinig problemen opleveren. Het probleem zal waarschijnlijk veel meer zijn deze vanzelfsprekendheid als fundamentele regel te erkennen en te conceptualiseren. Een reactie als: "waar maak je je nu eigenlijk druk om, dat is toch vanzelfsprekend", ligt misschien zelfs eerder voor de hand.

Een tweede fenomenologische formulering van de Tweede Hoofdwet is de regel dat: het rendement van warmtemachines fundamenteel beperkt is. Deze regel heeft het voordeel dat ze direkter teruggrijpt op hoofdstuk 4. Ze heeft het nadeel minder inzichtelijk te zijn als de voorgaande warmtestroomregel. Het probleem blijft dat indien we van de warmtestroomregel uitgaan, de equivalentie met de warmtemachine-regel zal moeten worden aangetoond, wil de in dit hoofdstuk behandelde verklaring, direkt teruggrijpen op hoofdstuk vier.

- De entropie van een systeem kan op deeltjesniveau geïnterpreteerd worden als de mate van "wanorde" van dat systeem. De (derde) fenomenologische formulering van de Tweede Hoofdwet, dat in een afgesloten systeem de entropie niet kan afnemen, krijgt dan op moleculair niveau de vorm dat "de wanorde in een afgesloten systeem niet kan afnemen". En als we praten over reële, irreversibele processen, dan kan de wanorde alleen maar toenemen. Welke fenomenologische grootheid kan voor leerlingen gekoppeld worden aan wanorde, als we de entropie niet mogen noemen, en wat moeten ze zich voorstellen bij wanorde?

Voor een ideaal gas, in een afgesloten systeem, komt entropietoename overeen met temperatuurstijging; op deeltjesniveau te interpreteren als een toename van de gemiddelde snelheid en daarmee van het aantal en de 'hardheid' van de willekeurig plaatsvindende deeltjesbotsingen.

Vandaar dat in dit thema de temperatuur als fenomenologische maat is genomen voor de wanorde van een systeem. Hoe hoger de temperatuur, hoe groter de wanorde.

Deze regel is juist, maar niet omkeerbaar, omdat bij fase-overgangen wel de wanorde verandert, maar niet de temperatuur. Daarvan afgezien, lijkt deze kwalitatieve regel geschikt voor ons doel, en voor leerlingen intuïtief inzichtelijk te maken. Demonstraties met een gasmodel kunnen dit intuïtieve idee bovendien eenvoudig aanschouwelijk maken.

Er dreigt nu echter wel een probleem. In hoofdstuk vier is immers gezegd: hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de kwaliteit van warmte; En hier: hoe hoger de temperatuur, hoe groter de wanorde. Hoe kan nu "hogere kwaliteit", samengaan met "grotere wanorde"?

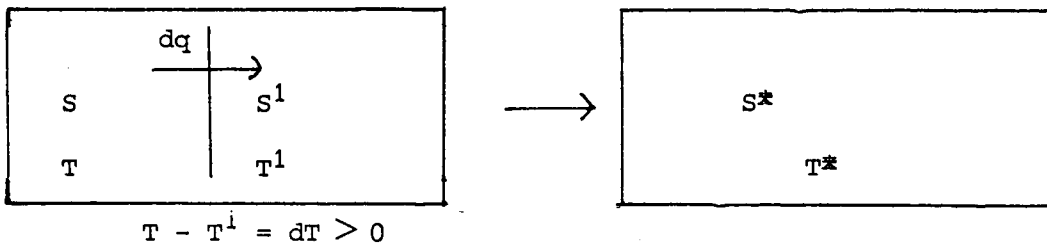
- Deze schijnbare paradox verdwijnt echter als we precieser kijken wat er aan de hand is.
Hier wrekt zich wel enigszins het feit dat we tot nu toe wat slordig hebben gesproken over warmte, en geen onderscheid hebben gemaakt tussen de hoeveelheid inwendige energie van een systeem (gekoppeld aan de temperatuur T van dat systeem) en warmte.

Sterker door te praten over de energie-"soort" warmte zijn inwendige energie en warmte in feite aan elkaar gelijk gesteld. Daarnaast hebben we te maken met warmte als procesgrootte. Als hoeveelheid inwendige energie die t.g.v. een temperatuurverschil tussen twee systemen kan worden overgedragen. De term "kwaliteit van warmte" gaat in feite over de laatste situatie. Ze geeft dan aan welk percentage van deze energie als arbeid kan worden benut. Aangenomen dat "de omgeving" steeds als tweede "ontvangende" systeem wordt beschouwd, met onbeperkte "opvang", dan ontstaat de koppeling met de temperatuur van het "gevende" systeem, die we in feite steeds slordig gelegd hebben.

Bij de uitspraak: hoe hoger de temperatuur, hoe groter de wanorde, hebben we te maken met één systeem. De temperatuur van dat systeem is een "intensiteitsparameter" voor de mate van chaos.

Bij de uitspraak: hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de kwaliteit van warmte, hebben we te maken met twee systemen met een temperatuurverschil. Hoe groter dit verschil, hoe groter het percentage arbeid.

- Blijft echter het probleem dat, als we de Tweede Hoofdwet willen verklaren in termen van "uit orde volgt chaos" (en niet omgekeerd) we aanmerkelijk moeten maken dat wanneer we twee systemen van verschillende temperatuur in warmtecontact brengen, de eindtoestand van gelijke temperatuur chaotischer is dan de eerste. Fenomenologisch gezien is de situatie immers juist omgekeerd. (je begint met een verschil en eindigt met een gelijkheid).



Ofwel, hoe is "warmte stroomt van hoog naar laag", als evidente ervaringsregel, te rijmen met "uit orde volgt chaos"?

Op "formulenniveau" is de situatie als volgt: (eenvoudigheidshalve nemen we infinitesimale verschillen)

$$\begin{aligned}
 \text{voor: } S_1^* &= S_1 + S_1^1 \\
 \text{na : } S_2^* &= S_2 + S_2^1 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} S_1^* \\ S_2^* \end{matrix}} \right\} \longrightarrow \Delta S^* = \Delta S + \Delta S^1 \\
 &= \frac{-dq}{T} + \frac{dq}{T^1} \\
 &= dq \left(\frac{T - T^1}{T^1 T} \right) = \frac{dq}{T^{*2}} \cdot \Delta T > 0
 \end{aligned}$$

Meer chaos T	minder chaos T^1	grootste chaos? T^*
--------------------	--------------------------	-----------------------------

Nu in termen van orde en chaos.

De begintoestand bestaat uit twee deelsystemen. Per deelsysteem geldt hoe hoger de temperatuur, hoe groter de chaos.

Maar omdat er warmtecontact mogelijk is, moeten we het totale systeem beschouwen. Voor het systeem als totaal gezien is het een uitzonderlijke toestand van orde als alle snel bewegende deeltjes zich aan één kant zouden bevinden en alle langzaam bewegende aan de andere kant (gemiddeld!). Dat is een toestand die niet kan blijven bestaan. Overal even snel bewegend is op moleculair niveau gezien dus een grotere chaos.

In het thema is geprobeerd dat aannemelijk te maken door "de knikkers" als model te gebruiken voor de pan met warme lucht in een koude kamer. En vandaar naar het context-probleem van de energievoorziening van een schip door het water waarin het vaart. We realiseren ons dat deze gedachtengang vrij subtiel is, zodat begeleiding van de leerlingen bij het bestuderen hiervan gewenst lijkt. Met name de overgang van deelsystemen op totaalsystemen vergt een verandering van denkkader. In de tekeningen is dat geaccentueerd door de dubbele omlijning.

Equivalentie van formuleringen.

Aanvankelijk was in het thema ook een paragraaf opgenomen waarin de "orde-chaos"-verklaring werd gekoppeld aan het rendement van warmtemachines. Dat was gedaan omdat dit rendement in het voorgaande hoofdstuk zo'n nadruk heeft gekregen, terwijl het zeker niet zonder meer inzichtelijk is dat dit rendement eveneens te maken heeft met geen orde uit chaos.

Helaas is bij de eindredactie, vanwege de totale omvang van het thema en vanwege de omvang en de moeilijkheidsgraad van dit hoofdstuk in vergelijking met hoofdstuk zes, deze paragraaf geschrapt. Desondanks willen we hier de grote lijn daarvan schetsen.

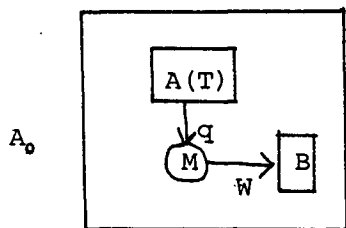
In dit thema hebben we drie formuleringen van de Tweede Hoofdwet:

- warmte stroomt vanzelf altijd van een systeem met hoge temperatuur naar een systeem met lage temperatuur en nooit andersom
- het rendement van warmtemachines is fundamenteel beperkt
- in een afgesloten systeem kunnen alleen processen plaatsvinden die de chaos in het systeem doen toenemen.

De bewering is dat deze drie formuleringen equivalent zijn, d.w.z. de een volgt uit de ander en omgekeerd. Daarop gaan we nu verder in.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

Rendement warmtemachines

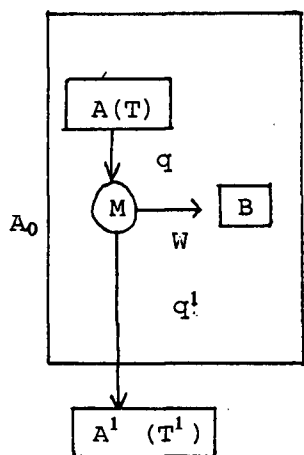


Stel dat deze warmtemachine mogelijk was, d.w.z. een machine met 100% rendement. (arbeid (W) = hoeveelheid warmte (q))

De entropie van het systeem als geheel (A_0), neemt dan af met een bedrag

$$\Delta S = \frac{-q}{T}$$

Ofwel, dat zou betekenen dat het netto effect van deze machine "orde uit de chaos" zou zijn.



$$W = q - q^1$$

$$(T > T^1)$$

$$\Delta S = \frac{-q}{T} ; \Delta S^1 = \frac{q^1}{T^1}$$

$$\Delta S^* = \Delta S + \Delta S^1$$

$$= \frac{-q}{T} + \frac{q^1}{T^1} \geq 0 \Rightarrow$$

$$\frac{-q}{T} + \frac{q - W}{T^1} \geq 0 \Rightarrow \frac{W}{T^1} \leq q \left(\frac{1}{T^1} - \frac{1}{T} \right)$$

$$\eta = \frac{W}{q} \leq \left(1 - \frac{T^1}{T} \right) = \frac{T - T^1}{T}$$

Ofwel een reële warmtemachine is alleen mogelijk als de "totale chaos" (entropie) toeneemt, maar dat betekent dan wel dat het rendement beperkt is. Hier stoten we tevens op een beperking van onze "orde - chaos" redenering, we kunnen daarmee wel beargumenteren dat het rendement geen 100% kan zijn, maar we kunnen de grootte van het rendement daarmee niet beredeneren. Daartoe hebben we een kwantitatieve maat nodig, die aangeeft hoeveel "oorspronkelijke chaos" omgezet kan worden in "orde", zodanig dat de totale chaos toch nog toeneemt. In de entropieformule functioneert de temperatuur als een gewichtsfactor voor de mate van chaosverandering bij een gegeven warmtetransport ($dq = TdS$). Hoe groter het temperatuurverschil in de warmtemachine, hoe groter de mogelijke chaosverandering en hoe meer er dus beschikbaar is voor "ordelijke" arbeid. Tot zover enkele opmerkingen rond de Tweede Hoofdwet in dit thema. Er is wat diep op ingegaan omdat het om een nieuw onderwerp gaat (althans voor het natuurkundeonderwijs).

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

H6. ENERGIE EN KWALITEIT IN DE PRAKTIJK

• Doel van dit hoofdstuk

- Leerlingen maken kennis met een aantal energiesystemen, waarbij sprake is van "verstandig omgaan met energie"
- Leerlingen gaan na hoe kwantiteit en kwaliteit van energie in deze konkrete gevallen een rol spelen.
- Leerlingen kunnen een keus maken en zelfstandig informatie verzamelen
- Leerlingen rapporteren aan elkaar over hun keuze-onderwerp

Mogelijke leerlingactiviteiten

- Teksten lezen
- Zelf informatie verzamelen
- Rekenen
- Experimenten doen
- Systemen in de praktijk bekijken
- Mensen interviewen

Lessenplan

	keuzeopdrachten	rapportage	verwerking 6.7
aantal lessen	3	2	1

Minimale tijd per opdracht:

theorie	3	lessen
isolatie	1	"
PZE	2	"
warmtepomp	2	"
WKK	1	"
stadsverwarming	1	"
opslagsystemen	1	"

Didaktische opmerkingen

- **Keuze-opdrachten.** Hoofdstuk 5 en 6 zijn hulpmiddel voor een keuzeperiode. De leerlingen kiezen per groepje een van de onderwerpen en rapporteren aan elkaar.
Niet over alle onderwerpen wordt evenveel informatie en opdrachten aangeboden. Leerlingen kunnen de resterende tijd gebruiken om zelf meer informatie te verzamelen over hun onderwerp. Eventueel kan een groepje meerdere onderwerpen bestuderen.
- **Open/gesloten aanpak.** Over ieder keuze-onderwerp wordt enige informatie aangeboden en meestal een paar gesloten (reken-)opdrachten. Daarnaast worden enkele open opdrachten gesuggereerd. Dit keuze-deel kan daarom gesloten uitgevoerd worden: leerlingen werken in de klas de informatie en de opdrachten door. Maar ook kan de nadruk meer gelegd worden op het zelf verzamelen van informatie (buiten de klas), terwijl de leerlingentekst als basis-informatie beschouwd wordt. Dit kost meestal meer tijd, maar werkt motiverender.
Een tussenvorm is, dat u zelf voor een uitgebreide databank in de klas zorgt in de vorm van boeken, folders, brochures e.d.
- **Rapportage.** Een uitwisseling kan verschillende vormen hebben:
 - ieder groepje brengt plenair 10 minuten verslag uit
 - ieder groepje maakt een poster. Deze worden in de klas opgehangen. Iedereen kan elkaars poster bekijken en toelichting vragen.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

- Er worden heterogene groepjes gevormd: in iedere verslaggroep zit per onderwerp één leerling. In deze groepen worden bevindingen uitgewisseld. Bij de rapportage is wat de inhoud betreft belangrijk de volgende punten te benadrukken:
 - hoe werkt het energiesysteem?
 - op welke wijze gaat het systeem verstandig om met (de kwantiteit en kwaliteit van) energie?
 - waar wordt het systeem toegepast?
- Wat de *vorm* betreft is het goed de leerlingen te wijzen op
 - goede taakverdeling tijdens de rapportage
 - illustratie van het betoog m.b.v. bord, flappen, overheadprojector e.d.
 - het gehoor erbij betrekken door vragen te stellen of te laten stellen.
- *Afsluitende verwerking.* In hoofdstuk 6.7 zijn 2 opdrachten opgenomen, die na de rapportage klassikaal gemaakt kunnen worden. Deze beogen een verwerking van de rapportage te zijn en een terugblik op de energiesystemen gerelateerd aan de begrippen "kwaliteit" en "rendement" en aan de aspecten van verstandig omgaan met energie (zoals genoemd in hoofdstuk 4). Deze opdrachten kunnen ook een afsluiting vormen van dit thema Energie en Kwaliteit, als er geen tijd meer is voor hoofdstuk 7.

Hagar de Verschrikkelijke

door Dik Browne



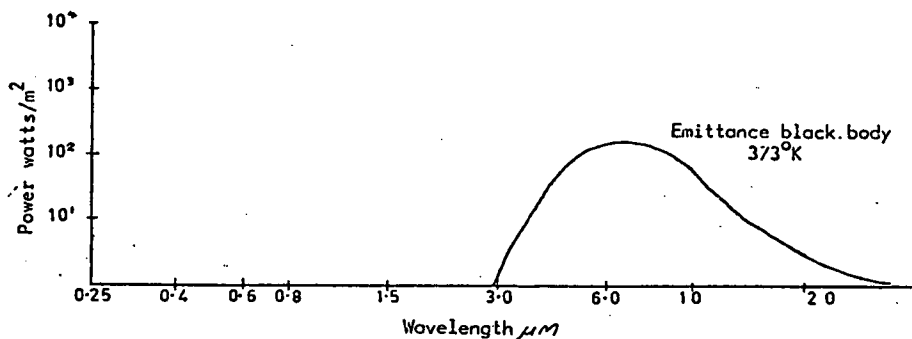
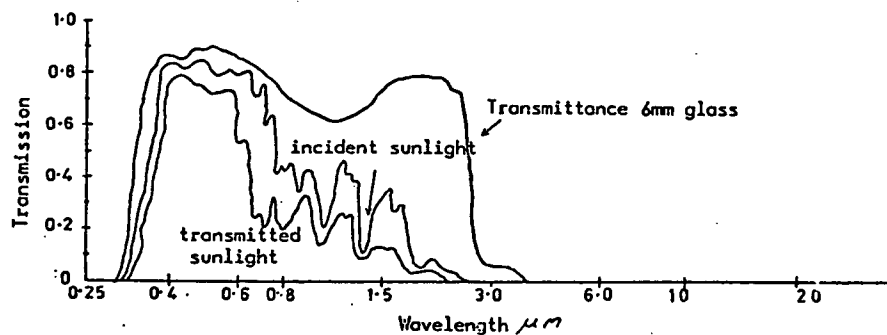
OPMERKINGEN PER PARAGRAAF

6.1 ISOLATIE

- Dit onderwerp kan hier niet ontbreken! Het is echter in het thema 'Vergelijken' als keuze-onderwerp al uitvoerig beschreven. Daarom is de informatie hier zeer beperkt gehouden en wordt voor de opdrachten verwezen naar 'Vergelijken'.
- *Literatuur*
 - Isolatiwegwijzer voor energiebesparing (SVEN)
in bestaande woningen
 - Aardgas en Wonen (Gasunie, Groningen)

6.2 PASSIEVE ZONNE ENERGIE (PZE)

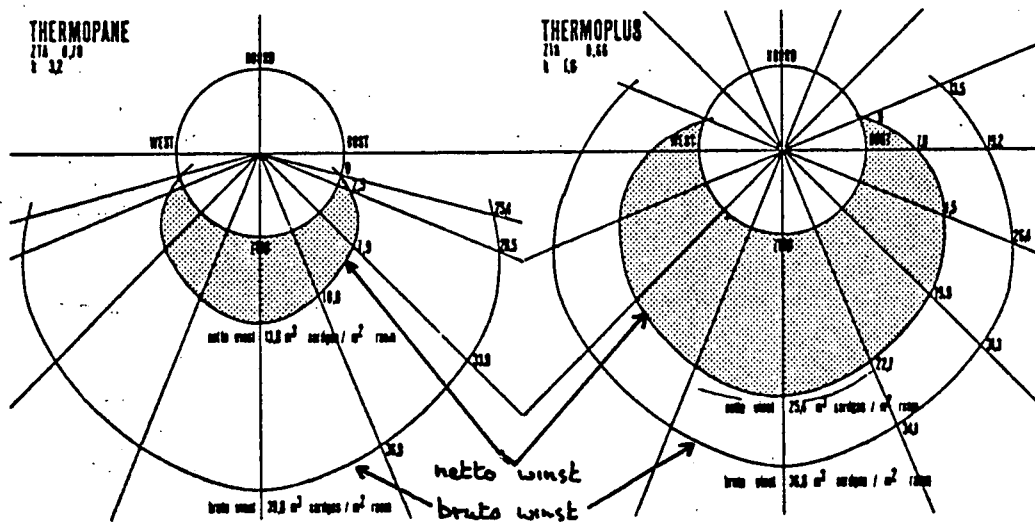
- *Broeikas-effect*. Dit effect wordt duidelijk a.h.v. grafieken van het zonne-spectrum, transmissie van glas, en warmtestraling (van een zwart lichaam van 300°K):



- *Opdracht 4 (een raam: winst of verlies)*,
Uitwerking:
Vertikaal raam : 70 W/m^2 in januari
-30% reflectie : 49 W per m^2
Winst per etmaal $4,2 \cdot 10^6 \text{ J}$
Neem aan dat je 1m^2 spouwmuur vervangt door een raam:
 $\Delta K = 6-1,8 = 4,2 \text{ W/°Km}^2$
 $\Delta T = 19-1,7 = 17,3 \text{ °C}$
verlies per etmaal $6,3 \cdot 10^6 \text{ J}$
In juni (t gem. = 17°°C) winst (100W/m^2) $6,0 \cdot 10^6 \text{ J}$
verlies $0,7 \cdot 10^6 \text{ J}$

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

- De grafieken hieronder geven de energiebalans van 2 soorten ramen als functie van de oriëntatie.
 - thermopane = gewoon dubbelglas met argon vulling
 - thermoplus = idem, maar met coating op binnenruit, die langgolvlige straling tegenhoudt
 - nettowinst = zon-inval - transmissieverlies
 - brutowinst = zon-inval
- Een Thermoplus-raam heeft zelfs op het oosten nog een positieve warmtebalans!



Gasverbruik per m² van thermopane- en thermoplusglas (netto = winst door zonne-straling minus het verlies door transmissie)

- Literatuur*
 - Passieve Zonne Energie (Ekologische Uitgeverij Amsterdam)
 - Bouwen met Zonne-energie Ir. H. den Boon;

6.3 DE WARMTEPOMP

- Opdracht 1+2.* Opdracht 1 gaat nog een keer in op de werking van de warmtepomp. In opdracht 2 worden de begrippen rendement en warmtefactor toegepast. Het verdient aanbeveling deze opdrachten zeker te laten maken.
- Het onderscheid tussen warmtefactor (E) en totaalrendement (primaire warmte → warmteopbrengst) is mooi weergegeven in de hierna volgende figuur (Hermans. Een blik in de toekomst blz 118): het totaal rendement van een elektrische warmtepomp kan best lager dan 100% zijn!

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

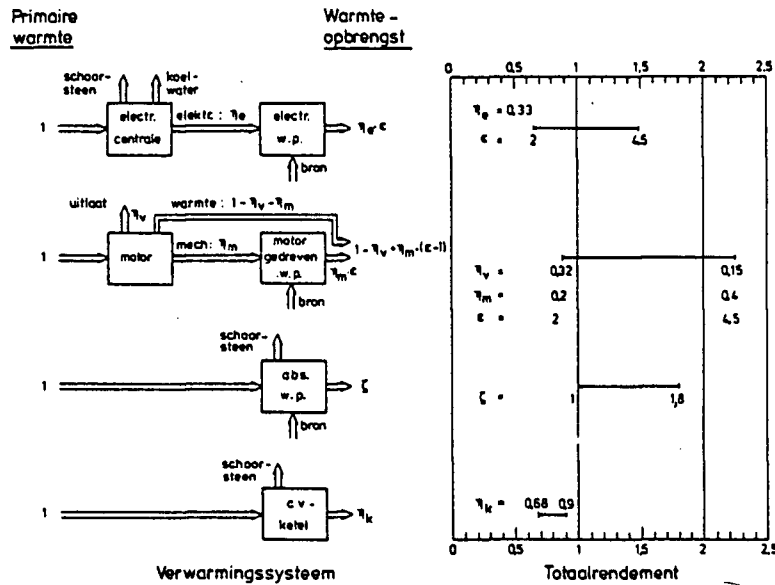


Fig. 4.5 Drie warmtepomptypes en een CV-ketel. Van boven naar beneden:

- elektrische warmtepomp,
- door een gasmotor aangedreven warmtepomp,
- gasgestookte absorptiewarmtepomp,
- CV-ketel.

Links wordt er 1 eenheid primaire energie toegevoerd, rechts staat aangegeven hoeveel nuttige warmte daarmee wordt geproduceerd. De horizontale lijnen rechts geven aan tussen welke grenzen de warmteopbrengst zich beweegt; dit is dus de hoeveelheid nuttige warmte per verbruikte eenheid primaire energie. De elektrische warmtepomp (geheel boven) scoort onder ongunstige omstandigheden ($\epsilon = 2$) niet beter dan een gewone CV-ketel en zelfs slechter dan een HR-ketel (geheel onder).

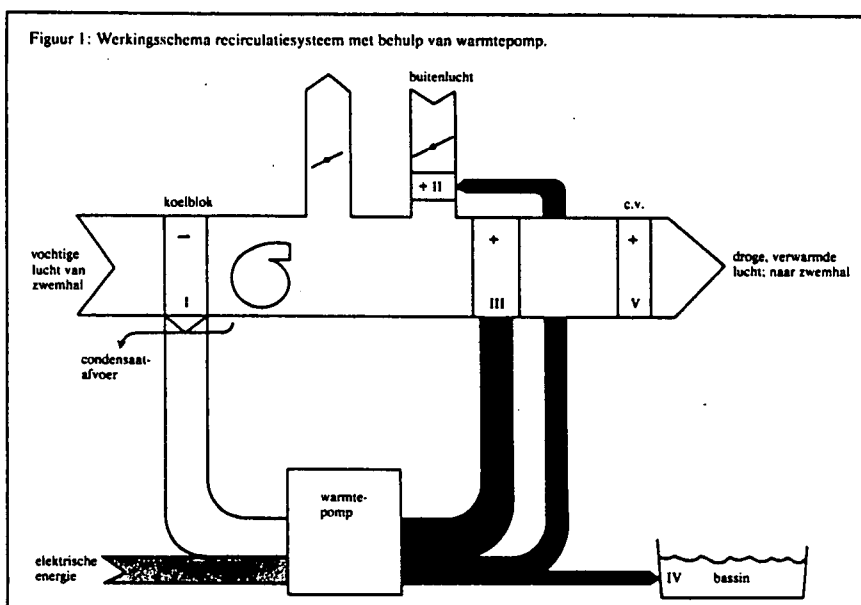
OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

ZWEMBAD BENUT WARMTEPOMP

In het zwembad 'Rozengarde' te Doetichem is een warmtepomp geïnstalleerd. Voorheen werd de warme vochtige lucht boven het zwembad via het ventilatie systeem naar buiten afgevoerd, omdat het door de vochtigheid te benauwd werd.

Nu wordt de lucht gedroogd en weer gebruikt, zodat de warmte beter benut wordt. Het drogen gebeurt door afkoeling, waar de warmtepomp voor zorgt. De onttrokken warmte wordt door de warmtepomp op een hogere temperatuur gebracht en weer gebruikt voor verwarming van de gedroogde lucht, verse buitenlucht en het zwembadwater.

Zo bespaart het zwembad per jaar 150.00 m³ aardgas. De pomp verbruikt 236.400 kWh (≈ 80.000 m³ aardgas). De netto besparing is dus 70.000 m³ gas. In geld is de besparing f 30.500,-- per jaar. De installatie heeft f 250.000,-- gekost.

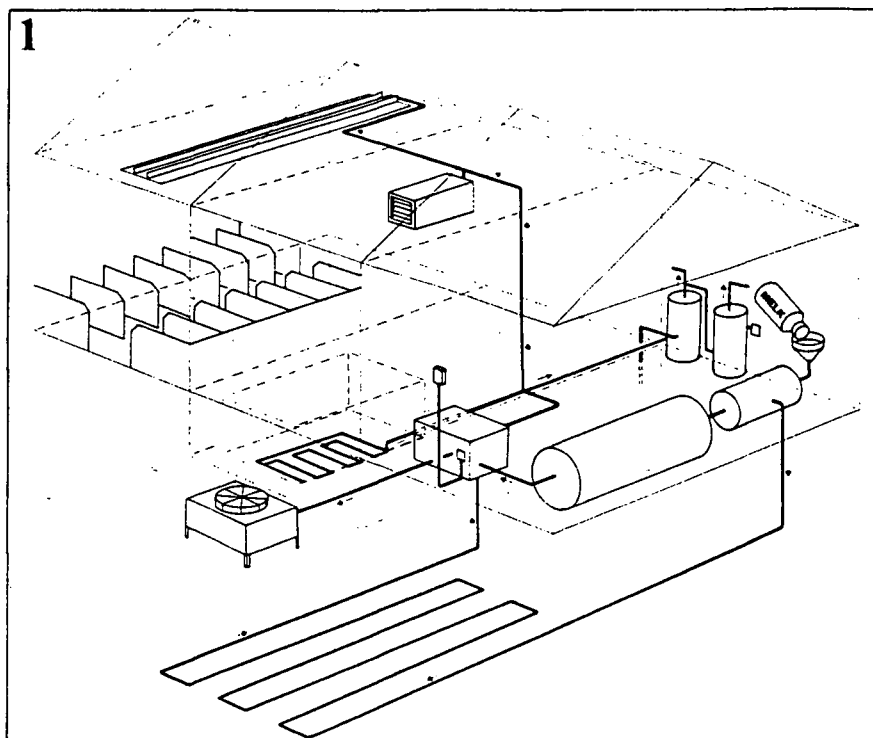


OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

EEN BOERDERIJ WORDT VERWARMD MET MELK!

Op een boerderij wordt jaarlijks 326.000 liter melk geproduceerd. Deze moet steeds afgekoeld worden van 35°C tot 4°C . Vroeger werd deze warmte naar buiten afgevoerd. Nu wordt de warmte m.b.v. een warmtepomp gebruikt voor de ruimteverwarming en de produktie van warm water. Op de boerderij is geen kachel meer, er hoeft geen aardgas meer gebruikt te worden! De melk wordt in een voorkoeler gedeeltelijk afgekoeld. Deze warmte wordt in een leidingnet in de grond opgeslagen. In de melkkoeltank wordt de melk verder afgekoeld tot 4°C . Deze warmte wordt direkt gebruikt voor verwarming en warmwaterproduktie. Als er geen melk is, die gekoeld kan worden, wordt met de warmtepomp de warmte aan de grond onttrokken en op een hogere temperatuur gebracht. Zo kan dan toch in de warmtebehoefte voorzien worden.

De besparing is 4100 m^3 aardgas. Daartegenover staat een extra elektriciteitsverbruik van 7640 kWh. Dit betekent toch een besparing van primaire energie van 1500 m^3 aardgas ($\approx 26\%$). De kosten van de installatie waren f 40.000,--.



Werking

In figuur 1 is het prinsipschema van de installatie weergegeven. De warme melk geeft eerst via een voorkoeler een deel van zijn warmte af aan een leidingssysteem in de bodem waar de warmte wordt opgeslagen. In de melkkoeltank wordt de melk verder afgekoeld tot een temperatuur van 4°C . De warmte die bij het koelen van de melk vrijkomt, wordt gebruikt voor verwarming en warmwaterproduktie.

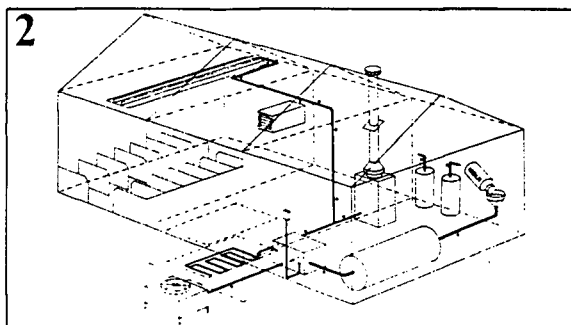
Indien er warmtevraag is op momenten dat er geen melk gekoeld wordt, kan de warmtepomp met behulp van het leidingssysteem in de bodem de warmte weer aan de grond onttrekken. Deze warmte wordt met een hogere temperatuur aan de warmwaterboiler of het verwarmingssysteem van de bedrijfsruimten afgegeven. Indien

er tijdens de melkkoeling onvoldoende warmtevraag is, wordt de "overtollige" warmte via een luchtgekoelde condensor aan de omgeving afgegeven.

Besparingen en kosten

Het energieverbruik van het demonstratieproject is vergeleken met dat van een conventioneel

systeem volgens figuur 2. Bij dit systeem gaat de warmte die door het koelaggregaat aan de melk wordt onttrokken direct naar de omgeving verloren. De produktie van warm- en heet water en de verwarming van de bedrijfsruimten worden hier verzorgd door met aardgas of propaan gestookte apparaten.



OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

- *Literatuur*

- Energie: een blik in de toekomst (Aula 73)
- Oriëntatie op Duurzame Energie (Intermediair Bibliotheek Best e.a.)
- folders, op te vragen bij de SVEN
- folders, op te vragen bij Lang Energy Systems, Apeldoorn.

6.4 WARMTE-KRACHT-KOPPELING

- *Opdracht 1+2.* Deze opdrachten zijn - in rekenvorm - een aanvulling op de informatietekst, die summier gehouden is. Het is daarom nuttig zeker deze opdrachten te laten maken.

- *Uitwerkingen.*

Opdracht 1

conventioneel: $\eta_{el} = \frac{20}{57} = 35\%$

$\eta_W = \frac{80}{94} = 85\%$

$\eta_{\text{totaal}} = \frac{100}{151} = 66\%$

WKK $\eta_{el} = \frac{20}{80} = 25\%$

$\eta_W = \frac{80}{100} = 80\%$

$\eta_{\text{totaal}} = \frac{100}{120} = 83\%$

De afzonderlijke rendementen zijn lager, maar het gecombineerde hoger!

opdracht 2

Energieinhoud aardgas (bovenwaarde) $35,2 \text{ MJ/m}^3$

$6,3 \text{ m}^3$ aardgas per uur $214,7 \cdot 10^6 \text{ J/u}$

elektrisch vermogen 15 kW $54 \cdot 10^6 \text{ J/u}$

thermisch vermogen 39,3 kW $141,5 \cdot 10^6 \text{ J/u}$

rendement 91%

N.B. In het BINAS tabellenboek wordt voor de verbrandingswaarde van aardgas $30 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3$ gegeven. Dit zou hier een rendement groter dan 100% geven! Preciezer gelden de volgende waarden:

Aardgas bovenwaarde $35,2 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3$

onderwaarde $31,7 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3$

Bij de bovenwaarde wordt de condensatiewarmte van de vrijkomende waterdamp meegerekend.

- *Gegevens bij de opdrachten*

- verbrandingswarmte aardgas (bovenwaarde) $35,2 \text{ MJ/m}^3$
- gemiddelde elektriciteitsbehoefte van een woning $12 \cdot 10^9 \text{ J/j}$
- gemiddelde warmtebehoefte van een woning $106 \cdot 10^9 \text{ J/j}$
- gemiddeld vermogen van de gezamenlijke elektriciteitscentrales in Nederland 6000 MW
- elektriciteitsverbruik in Nederland $52 \cdot 10^6 \text{ kWh/j}$

- *Literatuur*

- Oriëntatie op Duurzame Energie (Best e.a. Intermediair bibliotheek)
- Totems; brochure Instalplan b.v. Postbus 1000 Apeldoorn

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

6.5 STADSVERWARMING

- *Opdracht 1+2.* Deze opdrachten hebben tot doel te verduidelijken dat stadsverwarming besparend kan werken. Het is zinvol deze opdrachten in ieder geval te laten maken.

- *Uitwerkingen*

Opdracht 2:

Met stadsverwarming: voor 40 J el. nodig (24%) 167 J,
dit geeft 66% = 110 J warmte.
Leidingverlies 10%: 99 J warmte afgeleverd.

Zonder stadsverwarming: voor 40 J el. nodig (40%) 100 J.
Voor 99 J warmte nodig (70%) 141 J.

besparing: $(100+141) - 167 = 74$ J

Zonder s.v. was er voor 99 J warmte 141 J nodig. Ten opzicht daarvan is de besparing $\frac{74}{141} \approx 53\%$

- *Voor- en nadelen stadsverwarming:*

- Stadsverwarming heeft de volgende voordelen:

- *rendementsverhoging.* Vanuit het oogpunt van de elektriciteitscentrale wordt de afvalwarmte gebruikt en daarmee het rendement verhoogd
- *kwaliteitsbehoud.* Vanuit het oogpunt van de huisverwarming wordt hoogwaardig aardgas bespaard en heet water gebruikt voor verwarming: we sparen 'kwaliteit';
- *milieubehoud.* De lozing van warm afvalwater in rivieren en meren wordt beperkt. Verbrandingsgassen worden niet meer uit veel lage schoorstenen geloosd, maar uit één hoge schoorsteen van de centrale.
- *veiligheid.* Er vindt geen verbranding meer thuis plaats, met het risico van brand.

- Daartegenover kunnen als nadelen genoemd worden:

- *Duur systeem.* Doordat een geïsoleerd leidingnet aangelegd moet worden is de invoering van stadsverwarming een kostbare zaak.
- *Geen kookgasnet.* Vaak legt men geen gasleidingnet aan voor kook-gebruik. De kosten hiervan bespaart men dan, maar dit betekent wel dat de bewoners elektrisch gaan koken. Dit is weer een dure vorm van energie.
- *Afhankelijkheid.* Je wordt voor je warmte afhankelijk van het goed functioneren van de centrale. Wel zijn er steeds hulpcentrales, die bij uitval van de elektriciteitscentrale bijspringen. Maar sommige mensen vinden dit centralistische systeem een nadeel

- *Literatuur*

Stadsverwarming
Elektriciteit en warmte

Centrum voor Energiebesparing
PEGUS Utrecht

6.6 OPSLAGSYSTEMEN

- *Literatuur.*

- Energie: Een blik in de toekomst Herman/Hoff, Aula 73
- (OPAC) Kijk april 1981
- (vliegwielen) Scientific American dec. 1973; Kijk april 1983
- Opslag van zonnewarmte in de Groningse grond. Brochure, aan te vragen bij Bureau Energie Onderzoek Projecten, postbus 1 Petten

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

6.7 ENERGIESYSTEMEN

- Deze paragraaf bevat 2 (invul-) opdrachten als samenvatting van het voorafgaande keuzegedeelte. Indien de tijd krap is kan hiermee tevens het gehele thema afgesloten worden.
- Opdracht 1 is een match-oefening en relateert de konkrete energiesystemen nog eens aan de begrippen rendement, kwaliteit, hoog- en laagwaardige energievormen..
Opdracht 2 verbindt de energiesystemen aan de 4 aspecten van 'verstandig omgaan met energie' zoals beschreven in hoofdstuk 4. Bij deze opdracht zijn de volgende opmerkingen te maken:
 - op één energiesysteem kunnen meerdere aspecten van toepassing zijn.
 - de beantwoording hoeft niet eenduidig te zijn. Zo is stadsverwarming vanuit het oogpunt van de centrale met name rendementsverhoging, maar vanuit het oogpunt van de gebruiker met name 'letten op kwaliteit'.
diskussie achteraf is dus belangrijk.

- *Opdracht 1:*

1	d
2	b
3	f
4	a
5	c
6	e

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

H7. ENERGIE NAAR KEUZE

De bedoeling

- Leerlingen kunnen een zelfgekozen onderzoekje uitvoeren
- leerlingen onderzoeken konkrete energie-plannen op verschillende niveau's: thuis, plaatselijk, landelijk
- de onderzoekjes kunnen gericht worden op
 - de *wenselijkheid* van een plan: is het wenselijk vanuit het oogpunt van kwantiteit en kwaliteit van energie, maar ook vanuit economisch, sociaal, politiek gezichtspunt?
 - de *besluitvorming* rond een plan: je hebt een mooi plan, maar hoe zorg je dat het uitgevoerd wordt?
 - de betekenis van het plan op *de andere nivo's*: is b.v. stadsverwarming ook wenselijk gezien vanuit de bewoners of vanuit de landelijke energievoorziening?
- leerlingen vergelijken d.m.v. een rapportage hun plannen op de verschillende nivo's.

Mogelijke leerlingactiviteiten

- een eigen onderzoek bedenken of kiezen
- een onderzoeksplan opstellen
- informatie verzamelen (schriftelijk of via interviews)
- berekeningen uitvoeren aan energieplannen
- in de (buitenschoolse) praktijk energiemaatregelen bekijken
- een besluitvormingsspel spelen
- rapporteren

Uitwerking lessenplan

- Dit thema is het laatste in 4-Havo. De praktijk wijst uit dat het daarvoor nogal eens in de knel komt. Daarom is het thema zo opgezet dat het eventueel na hoofdstuk 6 beëindigd kan worden. Dat is jammer, maar niet bezwaarlijk.
- In de planning zijn voor deze keuzeperiode 5 lessen uitgetrokken. Deze zijn als volgt in te delen:

les 1	keuze onderzoek
	opstellen onderzoeksplan
les 2+3	onderzoek uitvoeren
les 4	rapportage
les 5	rapportage + slot-enquete

- als er minder lessen beschikbaar zijn -b.v.3- kan de indeling zijn:

les 1	keuze onderzoek/onderzoeksplan opstellen/begin uitvoering
les 2	uitvoering onderzoek
les 3	idem + verslag maken (of poster maken)

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

Opmerkingen bij dit hoofdstuk

- *3 niveau's.* In deze afsluitende keuzeperiode wordt de draad van hoofdstuk 1 weer opgepakt. Wat "verstandig omgaan met energie" is, kan nu op 3 niveau's (thuis, plaatselijk en landelijk) onderzocht worden a.h.v. energieplannen, die gemaakt of bekeken worden. In de tekst zijn voor ieder niveau 2 opdrachten beschreven.
- *3 soorten onderzoeksvragen.* De opdrachten kunnen in 3 richtingen uitgewerkt worden. De plannen zelf kunnen bekeken of doorgerekend worden. De besluitvorming rond een plan kan nagegaan worden. En de consequenties van een plan op de andere niveau's kunnen onderzocht worden.
- *Uitwisseling.* Deze keuzeperiode kent een uitwisseling in tegenstelling tot andere thema's. Dit is gedaan om de energieplannen op verschillende niveau's te kunnen vergelijken op hun wenselijkheid. Bij tijdgebrek kan men deze uitwisseling laten vallen ten gunste van meer onderzoekstijd.
- *Opdrachten.* De opdrachten in de leerlingentekst zijn zeer summier aangeduid. Ze zijn vooral bedoeld als wegwijzer voor de leerlingen om een (eigen) onderzoek te kiezen. Aan de ene kant laat dit leerlingen ruimte om de opdrachten zelf in te vullen. Aan de andere kant zijn in bijlagen van deze AVOL enkele opdrachten sterker gestructureerd.

Enkele didaktische opmerkingen

- *Onderzoek kiezen.* Leerlingen hebben in deze periode de gelegenheid zelf een onderzoek te kiezen en uit te voeren. Vaak zullen leerlingen zich beperken tot een keuze uit de 6 onderzoekssuggesties in het boek. Daarom is het nuttig te benadrukken dat ze ook een eigen onderwerp mogen bedenken. Leerlingen kunnen hun onderzoek kiezen vanuit verschillende motieven: 2 belangrijke motieven zijn *interesse* en de *groepsvorming*. Voor leerlingen is vaak erg belangrijk met wie ze werken. Groepsvorming kan dan vooraf gaan aan de onderwerpskeuze. Indien u interesse als motief wilt benadrukken is het goed om leerlingen de opdracht te geven eerst individueel de opdrachten door te lezen en te bedenken wat ze zelf het liefst onderzoeken. Van belang bij de keuze is dat alle 3 niveau's onderzocht worden. Er moet dus voor gewaakt worden dat de groepjes zo hun onderzoeken kiezen, dat in de klas de 3 niveau's aan de orde komen.
- *Open-gesloten opdrachten.* De onderzoeken kunnen een open karakter hebben (leerlingen bepalen veel zelf) of een meer gestructureerd (de opdracht is omschreven, de informatie is aanwezig). Een open aanpak geeft meer ruimte aan de creativiteit van de leerling, maar vereist vaak meer tijd. In deze AVOL worden suggesties gegeven hoe de opdrachten meer structuur gegeven kan worden. Belangrijk is u af te vragen hoe open of gestructureerd u deze onderzoeksperiode wilt laten verlopen.
- *Onderzoekspan maken.* Het blijkt vaak nuttig hier expliciet tijd voor uit te trekken. Belangrijke punten hierbij zijn:
 - tijdplanning (is het haalbaar in 2-3 lesuren?)
 - hoe ga je het aanpakken?
 - welke informatie is nodig en waar is die te vinden?
 - wat is het eindproduct? (verslag, fotoserie, poster)
 - taakverdeling.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

- *Rapportage*. De eindrapportage kan verschillende vormen hebben:
 - klassikale rapportage per groepje + diskussie
 - postertentoonstelling, waarbij leerlingen langs de verschillende posters lopen en het elkaar toelichten. Een klassikale diskussie ter afsluiting kan volgen.
 - leerlingen in groepjes hun onderzoeken laten vertellen. De groepjes zijn zo samengesteld, dat er van ieder onderzoek iemand in zit.

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

Opmerkingen per opdracht.

H7.2.A ONTWERP EEN ENERGIEZUINIG HUIS

- Het is nuttig leerlingen te stimuleren eerst zelf maatregelen te bedenken, die bij ontwerp en bouw getroffen kunnen worden.
- In bijlage 7 wordt een energie-zuinig huis beschreven, dat in de wijk Beijum bij Groningen gebouwd wordt. Leerlingen kunnen dit als gestructureerde opdracht doornemen.
- In bijlage 8 is een beschrijving van 2 andere energie-arme huizen opgenomen:
 - het Kristinssonhuis in Deventer
 - de "Orangerie"; een ontwerp voor een prijsvraag voor energie-zuinige huizen
- *Literatuur:*
 - 14 ontwerpen van energiezuinige woningen (SVEN)
 - Aardgas en wonen (Gasunie)
 - Binnenklimaat en Energieverbruik (Gasunie)
 - Energiebewust bouwen in Zweden (Gasunie)

• *Adressen:*

SVEN, Gasunie, Bouwcentrum,

Over het huis in Beijum: Ir. Giezen, Lopende diep 8 Groningen

Over de Multiaduct Unica b.v. postbus 623, Zwolle

7.2.B WELKE BESPARINGSMAATREGEL TREF JE THUIS?

- In bijlage 9 is een gestructureerde versie van deze opdracht uitgewerkt. De benodigde informatie is bij elkaar gezet op een Info-blad. U kunt de opdracht geven zonder Info-blad en de leerlingen zelf de informatie bijeen te laten zoeken. Als u het Info-blad wel geeft is de opdracht geheel in de klas uit te voeren.
- Deze opdracht is ook als *besluitvormingsspel* uit te voeren:
Wim en Mieke vragen advies aan het bedrijf Isoplan (isolatie), het gasbedrijf (HR-ketel) en het bedrijf ESB (zonne-boilers). Ieder bedrijf wordt vertegenwoordigd door een groepje van 2 à 3 leerlingen, die ieder hun optie uitwerken. Ieder groepje presenteert vervolgens de uitkomsten (besparing, kosten, voor- en nadelen), waarna een paar onafhankelijke leerlingen een advies opstellen.
- *Literatuur*
 - Isolatie-wegwijzer voor energiebesparing (SVEN)
in bestaande woningen
 - Aardgas en wonen (Gasunie)
 - Ketelwegwijzer (SVEN)
 - Energie thuis (Intermediair) (AVOL Energie Thuis)
- *Adressen*
SVEN, Gasunie, Gemeentelijk gasbedrijf
ESB postbus 95, Grave (zonne-boilers)

7.3.A EEN ENERGIEPLAN VOOR DEERSUM

- In november 1981 lanceerde Deersum haar energieplan. Op 29 november 1983, toen de energieprijzen alweer een tijdje daalden, stond het volgende bericht in de krant:

Deersum krijgt geen windmolens en biogas

door een van onze redacteurs

DEERSUM, 29 nov. — Het Friese dorp Deersum, onderdeel van de gemeente Rauwerderhem, krijgt geen windmolens en biogasinstallatie om in zijn eigen stroom behoefte te voorzien. Gemeentelijke plannen in die richting zijn van de baan, nu het rijk niet bereid is het verlies over de eerste vijf jaar voor zijn rekening te nemen.

Aanvankelijk was berekend dat het project (kosten 1½ miljoen gulden) geleid op de energieprijzen van toon na ongeveer vijf jaar rendabel zou zijn of in elk geval quitte zou spelen. Op basis daarvan zou het ministerie van het milieu hygiëne een forse subsidie geven.

Nieuwe berekeningen hebben echter aangetoond dat er ook na vijftien jaar geen rendement te verwachten is. Dit is een gevolg van de dalende prijzen op de olie markt. Die prijzen zijn op het ogenblik zodanig, dat de stroomvoorziening uit alternatieve bron althans in het 140 zielen tellende Deersum ook op lange termijn

duurder uitvalt dan aansluiting op het provinciale elektriciteitsnet. Dit gegeven gaf de doorslag: er was geen financier voor te vinden.

Burgemeester J. van der Meer, die zich altijd sterk heeft gemaakt voor een "selfsupporting" Deersum op stroomgebied, is zeer teleurgesteld over de ontwikkeling. "We zijn kapot gelopen op de harde gulden", zegt hij.

Er is nog geprobeerd financiële steun te krijgen van de provincie Friesland en het ministerie van VROM, maar die pogingen zijn op niets uitgelopen. "Beide staan zeer sympathiek tegenover de plannen, maar vinden het in de gegeven omstandigheden onverantwoord om er geld in te steken", aldus de burgemeester, die het betreurt dat blijkbaar alleen de "keiharde gulden" telt en niet bijvoorbeeld het belang van een schoon milieu.

Het project was ook bedoeld als voorbeeld voor ontwikkelingslanden. Dat Deersum als zodanig weer uit het beeld verdwijnt, acht van der Meer ook bijzonder spijtig.

Het kan verkeren!

- Een uitgewerkte versie van deze opdracht is te vinden in bijlage 10. Het plan kan dan doorgerekend worden en vergeleken met alternatieve plannen.
- Ook deze opdracht kan als *besluitvormings spel* gehanteerd worden: Door verschillende groepen van de bevolking in Deersum zijn 3 energieplannen voorgesteld. De commissie energiezaken van de gemeenteraad moet nu de plannen bestuderen en een advies uitbrengen. 6 à 9 leerlingen vormen deze commissie. In een groepje van 2 à 3 leerlingen wordt ieder plan bestudeerd: de besparing wordt berekend en de kosten worden bekeken alsook de voor- en nadelen. Daarna wordt in een commissievergadering de resultaten vergeleken en een (eenstemmig) advies opgesteld. Het is handig om in deze vergadering

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

niet meer dan 2 woordvoerders per plan te hebben.

tijdsplanning:	oriëntatie en groepsindeling	0,5 les
	onderzoek	1-1,5 les
	rapportage en advies opstellen	1 les

• Literatuur

- Haalbaarheidsstudie energieplan Deersum (Staatsuitgeverij 1982)
- rapport Decentrale Elektriciteitsopwekking (Stuurgroep BMD)

7.3.B DE ENERGIEVOORZIENING IN JE WOONPLAATS

- De bedoeling van deze opdracht is dat leerlingen inzicht krijgen hoe op plaatselijk niveau de energievoorziening geregeld is. De opdracht kan zich er toe beperken dit gedetailleerd uit te werken. De nadruk kan echter ook liggen op de vraag hoe de energievoorziening anders kan.
- Een energieplan voor een plaats kan zich richten op verschillende aspecten:

- maatregelen om de energiebehoefte te beperken (straatverlichting beperken, geen open winkels, isolatie)
- inzet van andere energiebronnen (zonne-boilers, afvalwarmte, windmolens)
- decentrale elektriciteitsopwekking (warmte-kracht-koppeling, totems)

- Een aantal suggesties voor onderzoek zijn deze:

- Isolatie:

Door goede isolatie van bestaande woningen kan $\pm 50\%$ van het gasverbruik bespaard worden. Hoeveel huizen zijn er in je woonplaats? Hoeveel is het jaarlijks gebruik van een gemiddeld woonhuis? Hoeveel % van het gasverbruik in je woonplaats kun je besparen?

- Zonne-boilers.

Een zonne-boiler voorziet in 50% van de warmwaterbehoefte. Stel, dat we op ieder huis een zonne-boiler installeren, hoeveel aardgas zouden we dan jaarlijks besparen?

- Restwarmte.

Zijn er in je woonplaats bronnen, waarvan restwarmte te benutten is (elektriciteitscentrale, vuilverbranding). Als de elektriciteitscentrale in je woonplaats ook voor stadsverwarming zou zorgen, hoeveel warmte zou deze kunnen leveren? Hoeveel m^3 aardgas zou zo jaarlijks bespaard kunnen worden? (zie voor stadsverwarming hoofdstuk 6.5).

- Windmolens.

Hoeveel windmolens zouden nodig zijn om te voorzien in de elektriciteitsbehoefte van je woonplaats? Hoe groot oppervlak is nodig voor zo'n windpark? Geef dat eens aan op een plattegrond.

- Warmte-kracht-koppeling.

Vraag bij het gasbedrijf na hoeveel gas de plaatselijke bedrijven verbruiken. Hoeveel elektriciteit zou geleverd kunnen worden als WKK toegepast wordt? Hoeveel % van de plaatselijke elektriciteitsbehoefte is dit? (zie voor WKK ook hoofdstuk 6.4).

verwarming	3100 m ³
warm water	250 m ³
koken	150 m ³
	3500 m ³
jaarlijks gasverbruik per woning	

• Literatuur

- BMD Tussenrapport
- Rapport Decentrale Elektriciteitsopwekking (Stuurgroep BMD)
- Energiebesparing in woonwijken (Centrum voor Energiebesparing)

OPMERKINGEN PER HOOFDSTUK

7.4.A ENERGIE IN HET JAAR 2000

- Deze opdracht is gebaseerd op het Tussenrapport van de BMD. Indien u het niet kunt krijgen, is het mogelijk via PLON een fotokopie aan te vragen.
- De vaardigheid bij deze opdracht is het gericht bestuderen van teksten. Dit kan het best als volgt aangepakt worden:
 - oppervlakkig doorkijken van de beschikbare literatuur (waar gaat het ongeveer over?)
 - zelf bedenken op welke punten je scenario's wilt vergelijken en welke gegevens je nodig hebt.
 - gericht lezen van de literatuur
- In bijlage 11 is een "vragenformulier over de energietoekomst van Nederland" opgenomen, dat de stuurgroep BMD destijds (1983) gehanteerd heeft. Enkele mogelijkheden om dit te gebruiken zijn:
 - (voorafgaand aan en) na afloop van deze keuzeopdracht
 - als richtvragen voor deze keuze-opdracht: leerlingen krijgen ieder een van de vragen te beantwoorden. Met deze opdracht bestuderen ze dan de literatuur.
 - (voorafgaand aan en) na afloop van het hele thema als afsluitende opdracht voor de hele klas.
- *Literatuur*
 - BMD-Tussenrapport
 - Groene Economie (Centrum voor Energiebesparing)
 - Het vergeten scenario (ir. Potma) (Meulenhoff Educatief)
 - Energie in het jaar 2000 (AVOL Energie in de toekomst)

- *Adressen*

Ministerie van Economische Zaken, Centrum voor Energiebesparing,
Vereniging voor milieudefensie, Stuurgroep BMD.

7.4.B ZON EN WIND: OPLOSSING VOOR ONS ENERGIEPROBLEEM?

- De bedoeling van deze opdracht is leerlingen een idee te laten krijgen wat de bijdrage van zon en wind op landelijk niveau wel en niet kan zijn. De zonne-energie die op Nederland valt is vele malen groter dan onze hele elektriciteitsbehoefte. 2% van het oppervlak van Nederland hoeven we met zonne-cellen te bedekken om onze elektriciteit te produceren, evenveel ruimte die autowegen beslaan. Anderzijds, als we alle huizen van een zonneboiler voorzien, komen we niet verder dan 1 à 2% van ons energieverbruik. Juist deze tegenstelling kan interessante discussies oproepen.
- Voor wie rekenen wil, zijn in bijlage 12 een aantal opdrachten uitgewerkt.
- *Literatuur*
 - Energie: een blik in de toekomst (Hermans en Hoff, Aula 73)
 - Windwerkboek (Westra, Tossijn: Ekologische uitgeverij)
 - Zonwerkboek
 - BMD-Tussenrapport

- *Adressen*

Vereniging voor milieu Defensie

BIJLAGE D. 1.

KENNIS EN KEUZE

	helemaal eens		weet niet		helemaal oneens	dit thema ja of nee?
	1	2	3	4	5	
1. Verstandig omgaan met energie kan ook in de kleine dingen van elke dag.	1	2	3	4	5	
2. Een gas-boiler is energetisch onvoordeliger dan een elektrische boiler.	1	2	3	4	5	
3. Wind- en zonne-energie kunnen de energie-toekomst van Nederland waarborgen.	1	2	3	4	5	
4. Energie raakt nooit op.	1	2	3	4	5	
5. Als individu kun je aan het energie-probleem toch niets doen.	1	2	3	4	5	
6. Een groot deel van de energie in ons land gaat gewoon verloren.	1	2	3	4	5	
7. Door verstandiger te werken kan het rendement van elektriciteitscentrales op 100% gebracht worden.	1	2	3	4	5	
8. Warmte-kracht koppeling is een verstandige manier van energiegebruik	1	2	3	4	5	
9. Het energie-probleem kan door deskundigen worden opgelost.	1	2	3	4	5	
10. Energie komt in veel onderling gelijkwaardige soorten voor.	1	2	3	4	5	
11. Over de oplossing van het energie-probleem moet iedereen kunnen meepraten.	1	2	3	4	5	
12. Verlies van energie kan nooit worden voorkomen.	1	2	3	4	5	
13. Een klein dorp kan onmogelijk zelfstandig in zijn energiebehoefte voorzien.	1	2	3	4	5	
14. Natuurkunde heeft weinig te maken met het energie-probleem.	1	2	3	4	5	
15. Een zonne-kollektor is een apparaat met een hoog rendement.	1	2	3	4	5	

3.4 Energie. (UIT E.P.E.P.)

a. Inleiding.

De energievoorziening is momenteel maar ook in de toekomst een belangrijk onderwerp in maatschappelijke diskussies. Vanuit de natuurkunde kunnen kennis en inzichten voor de leerling aangedragen worden die het hem mogelijk maken om beter in te zien om welke inhoudelijke keuzen het hierbij gaat.

Nieuwe onderwerpen uit de "theoretische" natuurkunde die hier aan de orde komen zijn de tweede hoofdwet uit de warmteleer, energie-opslag in een vliegwiel, stuwmeer en accu. Voorbeelden van nieuwe technologieën van energievoorziening zijn de windgenerator, de zonnecollector en zonnecellen.

De kernenergie is niet in dit gebied opgenomen maar ondergebracht bij "Ioniserende straling en deeltjes".

b. Onderwerpen.

	ongewijzigd	gewijzigde interpretatie	vervallen	nieuwe onderwerpen
Energie.				
- Warmte en temperatuur.	x			
- Transport van warmte door geleiding, stroming en straling (kwalitatief).	x			
- Isolatie (kwalitatief)				x ¹⁾
- Soortelijke warmte.	x			
- Volumeverandering door temperatuurverandering (kwalitatief).	x			
- Warmte als vorm van energie.	x			
- De mogelijkheid voor het in elkaar omzetten van soorten energie. (Mechanische energie, warmte, stralingsenergie, elektrische energie, chemische energie, kernenergie.)	x ²⁾			
- Windgenerator, zonnecollector, zonnecel.				x ³⁾
- Nuttig effect; tweede hoofdwet, kwaliteit van energie.				x ⁴⁾
- Wet van behoud van energie.		x ⁴⁾		
- Opslag van energie in vliegwiel en accu.				x

c. *Toelichting.*

- 1) Aan het voorbeeld van metingen aan isolerende materialen is de natuurwetenschappelijke methode van vergelijkend onderzoek behandeld.
- 2) Kernenergie is opgenomen bij "ioniserende straling en deeltjes".
- 3) Nieuwe omzetters waaraan gemeten en gerekend is zijn zonnecollector, zonnepaneel, windgenerator en vliegwiel.

Nieuwe relaties zijn:

- $E_{k, \text{luchtstroom}} = k \cdot A \cdot v^3$, theoretisch maximaal rendemend windmolen

$$\frac{16}{27} \times 100 \%$$

- Samenhang tussen rendement collector en temperatuur verhoging van de collectorvloeistof (i.c. doorstroomsnelheid).

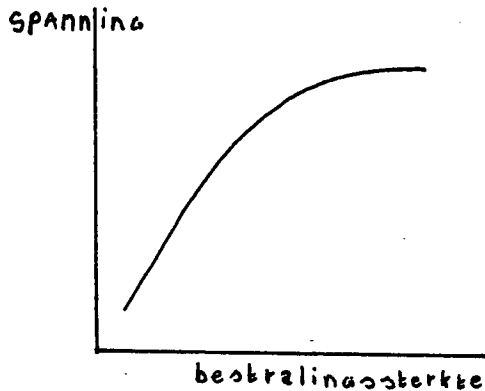
- $I = I_{\text{max}} \cdot \sin \alpha$ voor zonnepanelen die onder α worden bestraald.

- Samenhang tussen "opgeslagen" hoeveelheid energie in vliegwiel enerzijds en omwentelingssnelheid en massaverdeling vliegwiel anderzijds (kwalitatief).

- 4) Toegevoegd is het begrip "kwaliteit van energie" door in te gaan op de tweede hoofdwet uit de warmteleer. Dit om het begrip rendement bij energieomzetters wat meer inhoud te geven dan tot nu toe gebruikelijk is.

DE STRALINGSMETER

principe



De stralingsmeter bestaat uit een fotocel en een versterkertje. De fotostroom neemt toe, naarmate er meer licht opvalt. Het verloop daarvan is in nevenstaande figuur geschetst. Deze fotostroom is een maat voor de bestralingssterkte. De bestralingssterkte van het zonlicht is echter zo groot dat de fotocel zijn maximale stroomsterkte/spanning afgeeft. Variaties in de bestralingssterkte veroorzaken dan geen variaties in de afgegeven spanning. Door een kapje over de fotocel te plaatsen wordt de bestralingssterkte aanzienlijk kleiner en vindt de meting weer in het gevoelige gebied plaats. Kleine, voor het oog onmerkbaar, veranderingen in de bestralingssterkte worden nu wel door de meter geregistreerd.

ijking

De stralingsmeter is geijkt met een pyrheliometer. (een stralingsmeter gebaseerd op een thermozuul). De stralingsmeter is bij deze ijking zo afgesteld dat een afgegeven spanning van 1mV overeenkomt met een bestralingssterkte van 10 W/m^2 . Deze ijking is gecontroleerd bij verschillende weertypen en onder verschillende hoeken en leverde telkens een bevredigende overeenkomst.

Om een exact aanwijzende meter te maken is het van belang de aangegeven maten in de bouwtekening precies na te volgen. Met name het oppervlak van het gat in de huls is van groot belang. Ook dient precies het voorgeschreven afdek-materiaal gebruikt te worden.

De meter kan geijkt worden met behulp van een gloeilamp. Zet de meter op een afstand van 2 cm van het hart van een gloeilamp van 60 W. De huls moet in de richting van de lamp wijzen. Draai dan aan de potentiometer totdat de meter een spanning van 78 mV aanwijst. Dan is de meter juist afgesteld.

Wrattenfilter

Een fotocel is gevoeliger voor de ene soort straling dan voor de andere. De uitslag van de stralingsmeter hangt dan ook niet alleen van de bestralingssterkte maar ook van de spektrale samenstelling van de opvallende straling af. Het Wrattenfilter vlakkt de gevoeligheidskromme van de fotocel aanzienlijk af, waardoor de gevoeligheid voor veranderingen in de spektrale samenstelling van de opvallende straling aanzienlijk kleiner wordt. Dat is van belang omdat de spektrale samenstelling van de opvallende straling afhangt van het weertype.

gebruik bij gloeilamplicht

De meter kan ook gebruikt worden om de intensiteit van het licht van een gloeilamp te meten. Daartoe dient het plastic kapje verwijderd te worden. De meter moet dan nog wel geijkt worden met een luxmeter.

BIJLAGE D.3.

STRALINGSMETER

Je hebt nodig aan materiaal:

1. ronde ACRYL plaat 3 mm dik, rond 15 mm ϕ melkwit. Verkrijgbaar op het PLON
2. Wratten GELATINFILTER 78 A. Verkrijgbaar op het PLON
3. Zwarte PVC Kodak film can afknippen op een hoogte van 40 mm.
4. fotocel. BPW 34.
5. houten prop, rond 28 mm ϕ , hoog 12 mm.
6. deksel van Kodak film can.
7. inbouwdoos voor batterij en schakeling.

Voor de schakeling heb je nodig:

- een voeding (batterij) 9 volt
- D_1 = BPW 34
- IC_1 = CA 3140
- P_1 = 10k Ω 20 slags
- schakelaar aan/uit

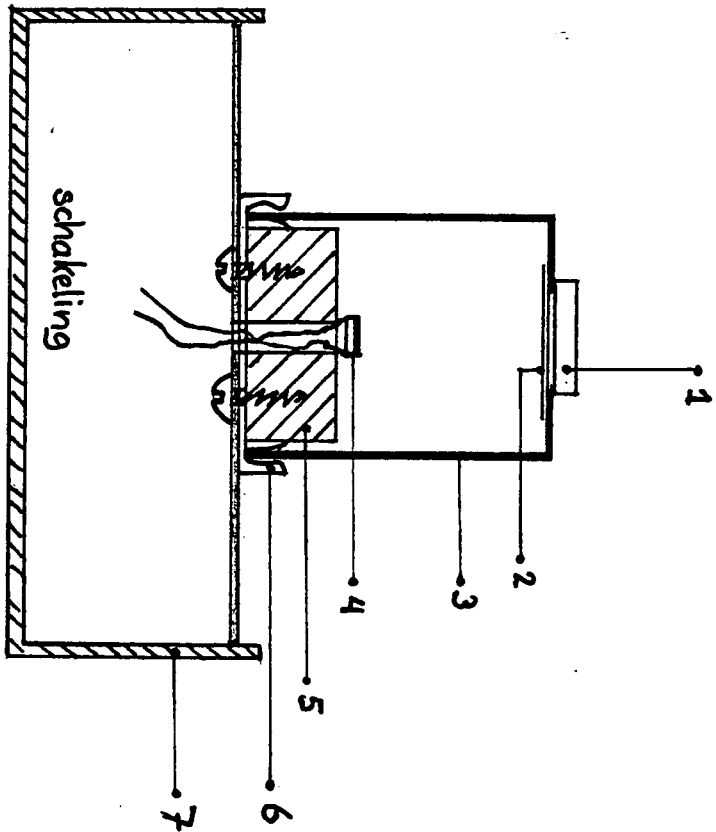
Het acrylschijfje (pos 1) wordt van buiten, de wrattenfilter (pos 2) van binnen aan het buisje (pos 3) geplakt.

De houten prop (pos 5) met het deksel (pos 6) ertussen vastschroeven aan het deksel van het inbouwdoosje.

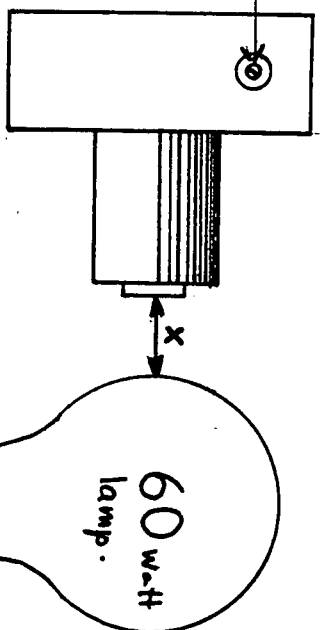
Tenslotte de stralingsmeter instellen met instel pot.meter P_1 . Bij een afstand x van 20 mm uitslag moet de mV meter 78 mV aangeven.

Na de afstelling: is 1 mV = 10 Watt/m².

STRALINGSMETER



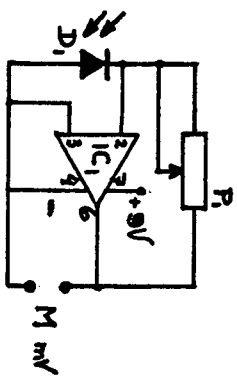
instal potmeter P_i



$$x = 20 \text{ mm} = 78 \text{ mV.}$$

$$1 \text{ mV} = 10 \text{ Watt/m}^2$$

afstelling stralingsmeter



Schema fotocel met opamp

BIJLAGE D.4.

HET RENDEMENT VAN EEN BROMFIETSMOTOR.

Een verbrandingsmotor gebruikt benzine, maar zet lang niet al deze chemische energie om in kinetische energie. In het vorige hoofdstuk bleek uit het energie-stroomdiagram dat het rendement ongeveer 25% bedraagt.

In deze proef bepalen we het rendement van een bromfiets. We laten de bromfiets van stilstand optrekken tot 40 km/u en meten de hoeveelheid benzine, die hij daarbij verbruikt.

onderzoeksvraag: Hoe groot is het rendement van een bromfiets bij het optrekken.



1. Veiligheid.

Deze proef houdt enkele risico's in. Je bent bezig met metingen aan een tamelijk snel rijdende bromfiets en je werkt met zeer ontvlambare benzine.

- . Zoek een rustig stukje weg uit, liever nog een parkeerplaats.

- . Benoem een veiligheidsagent in je groepje. Deze heeft speciaal de taak op de veiligheid van het experiment te letten. De opzet van het experiment moet door hem goed-gekeurd worden.

2. Vooraf te bedenken.

- . Hoe ga je controleren of de bromfiets inderdaad 40 km/u rijdt als de snelheidsmeter dat aangeeft?

- . Hoe ga je het benzinegebruik van de bromfiets tijdens het optrekken bepalen. Bij één keer optrekken gebruikt de bromfiets uiteraard maar zeer weinig benzine. (Zie ook thema "Verkeer" pagina 45).

3. Meetplan.

- . Maak een meetplan en verwerk de antwoorden op bovenstaande vragen daarin.

- . Bespreek het meetplan met je leraar.

4. Verwerking.

- . Bereken de gebruikte chemische energie en de kinetische energie van de brommer (+ berijder?) bij een snelheid van 40 km/u.

- . Bereken het rendement van de brommer.

- . Heb je nu het rendement van de brommer of van de bromfietsmotor bepaald?

- . Vergelijk de gevonden waarden met de waarden uit hoofdstuk 2.

Constructie windmolen

Voor het maken van de Kreta molen heb je de volgende materialen nodig:

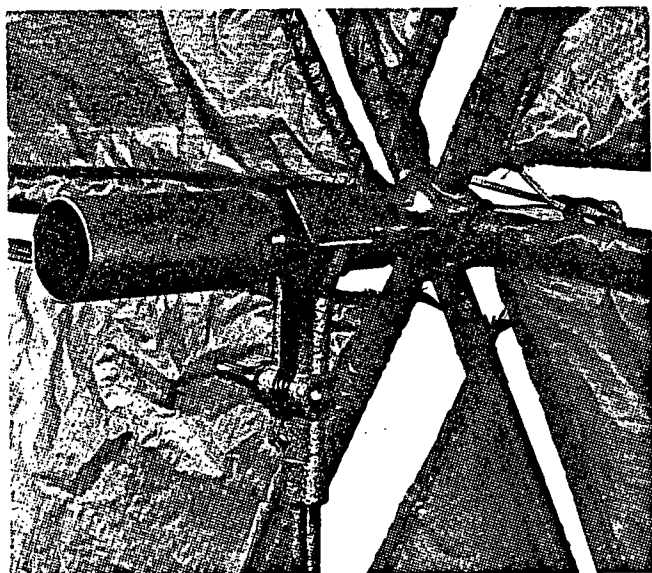
1. koperen buis 12 mm ϕ , 6 stukjes van 50 mm lang
2. zeskantig messing materiaal $\pm$ 50 mm lang, 32 mm dik
3. 2 stelschroefjes M3 x 12
4. beuken roede, rond $\pm$ 11 mm ϕ , 6 stuks 500 mm lang
5. spinakerdoek of plastic (vuilniszak) voor de zeilen, gelijkzijdige driehoeken met zijden van $\pm$ 580 mm.

Wijze van maken

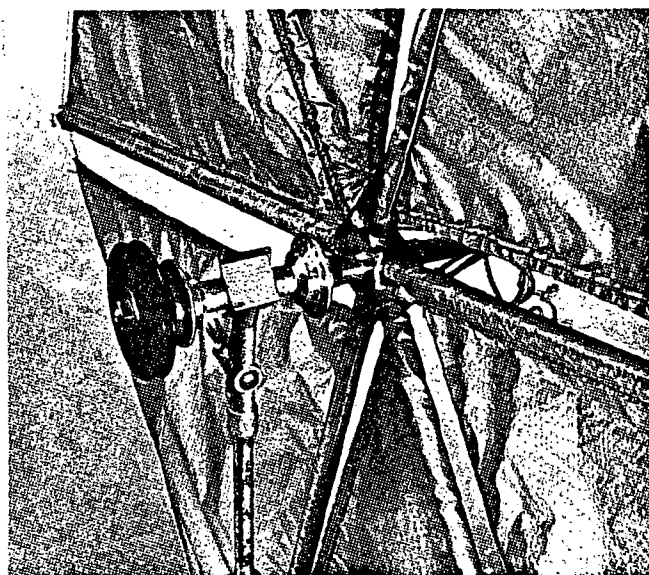
- We boren de gaten in het zeskantige blok messing zoals aangegeven op de tekening (pos2). Wanneer er geen draaibank aanwezig is kunnen de uiteinden van rond 15 mm ϕ aan het zeskantige blok recht gelaten worden. De M3 stelschroeven moeten dan langer zijn.
- De koperen buisjes (pos 1) moeten aan het uiteinde dat in het messing zeskant steekt iets worden bijgevijld. Wanneer alle buisjes goed in het blok passen worden deze in één keer vast gesoldeerd.
- Aan een uiteinde van de beukenroede (pos 4) wordt een gat geboord. Het andere uiteinde wordt passend gemaakt in de koperen buis.
- Het zeil (pos 5) knippen we uit het daarvoor gekozen materiaal. De brede flap van 50 mm moet worden omgevouwen en vervolgens gelijmd en gestikt, zodanig dat de roede er door kan glijden. De flappen van 30 mm breed op dezelfde manier geschikt maken voor koord.

We monteren nu het geheel zoals op de foto staat aangegeven.

Als lager kunnen onderdelen van het inductiemotor-model worden gebruikt (zie foto). Voor een permanentere opstelling kan in plaats hiervan beter een fietsnaaf worden toegepast. (zie foto).

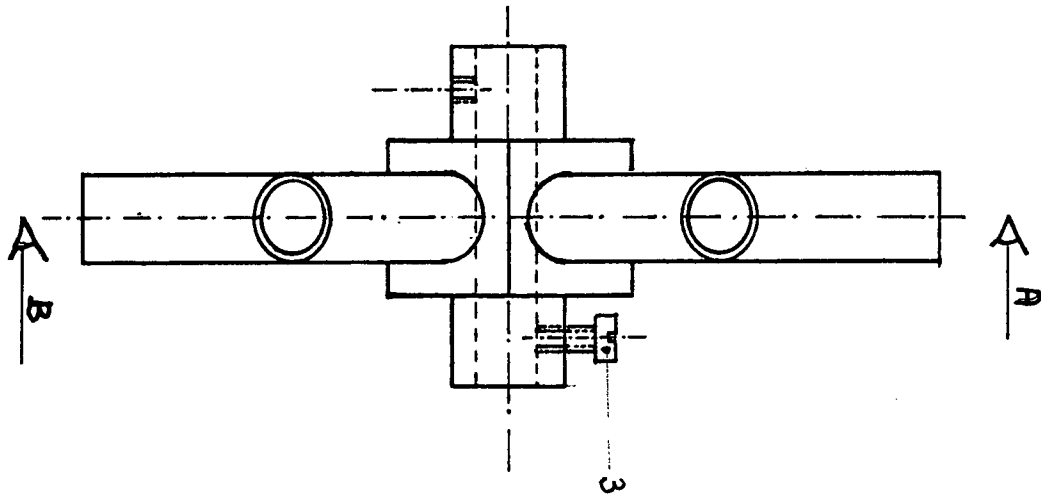


Detail opstelling met onderdelen van het inductiemotor-model.

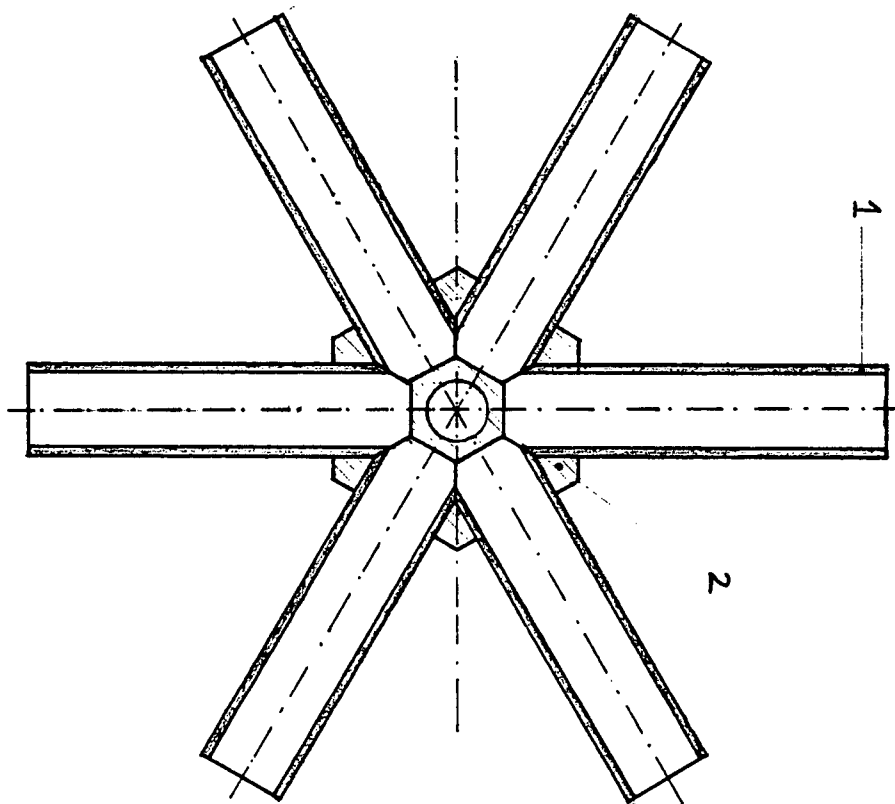


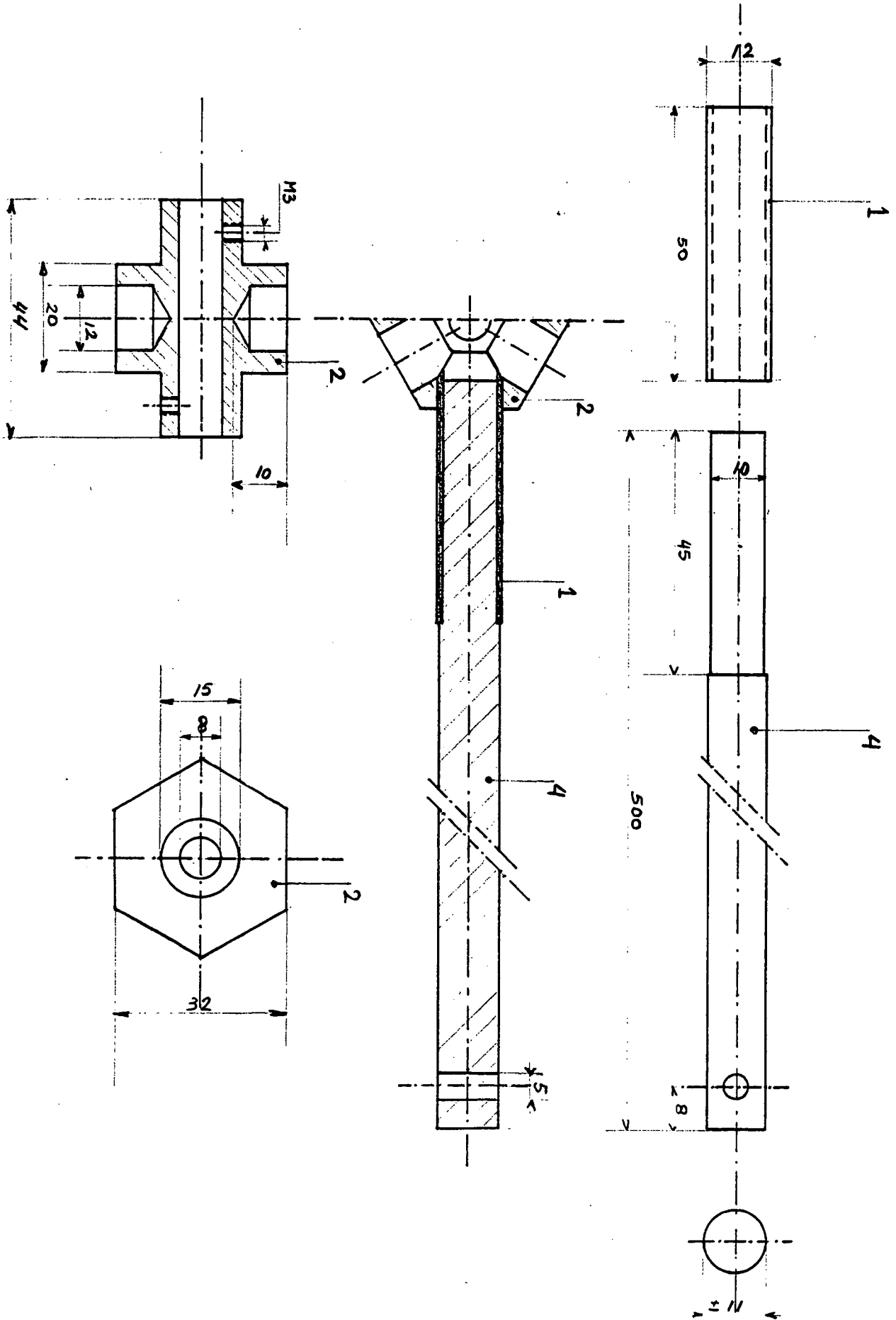
Detail opstelling met de fiets voorwielnaaf.

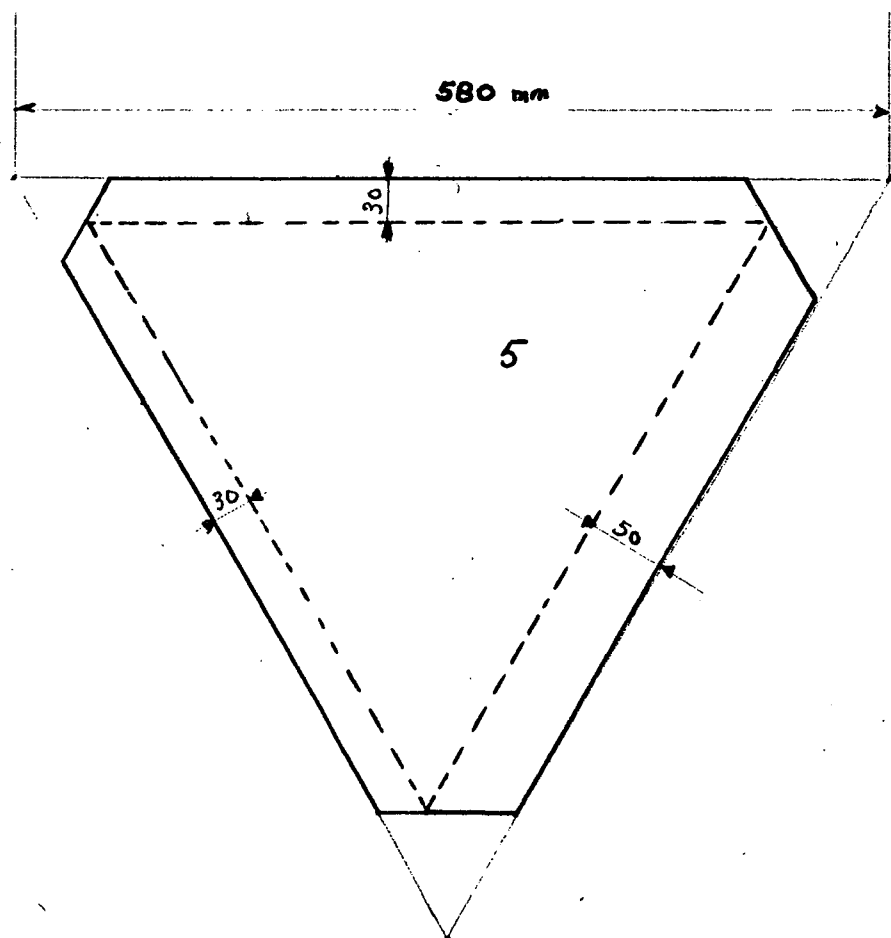
Zijaanzicht



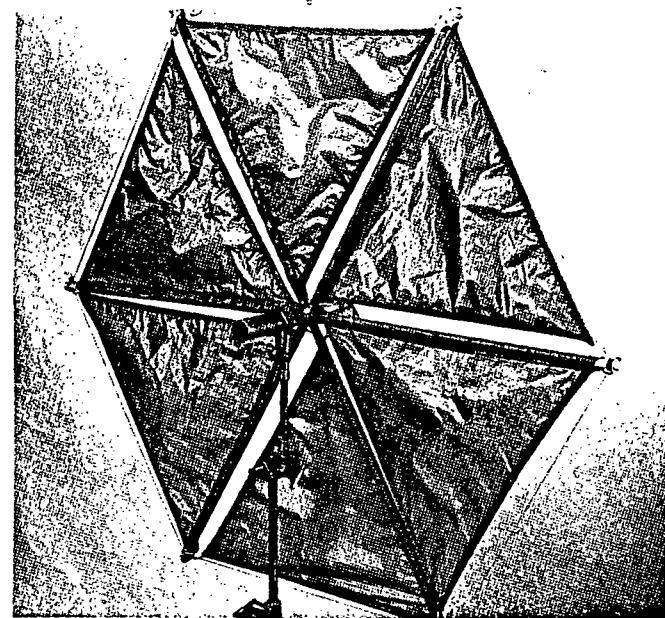
Doorsnede A-B







Zeil Kreta molen



De komplette Kreta molen.

ZIJN HARDLOPERS ALTIJD DOODLOPERS?

Steeds meer zie je bij boerderijen en bedrijven een kleine windmolen staan. Die moderne windmolens zien er heel anders uit dan de vertrouwde Hollandse molen. De windturbines, zoals ze meestal genoemd worden, hebben twee of drie wieken die zeer snel ronddraaien. De hollands molen draait veel langzamer, zo'n molen noemen we een *langzaamloper*. Een windturbine is dan een *snelloper*. Snellopers zijn niet beter dan langzaamlopers. Ze hebben een hoger toerental en zijn daarom geschikter om een generator aan te drijven. Bij een langzaamloper moet dan een versnellingsbak ingebouwd worden, en dat veroorzaakt nogal wat verlies.

De verdeling tussen snel- en langzaamlopers wordt gemaakt op basis van *snellopendheid* λ . Dat is de verhouding van de snelheid waarmee de tip van de wiek ronddraait en de windsnelheid.

$$\lambda = \frac{v_{\text{tip}}}{v_{\text{wind}}}$$

Bij een molen met een snellopendheid van 4 is de snelheid van de wiektip dus vier keer zo groot als de windsnelheid. We spreken van een snelloper als de snellopendheid groter is dan 5.

Het rendement van een windmolen zou af kunnen hangen van de windsnelheid en de snellopendheid.

onderzoekvraag: Hoe hangt het rendement van de molen af van de windsnelheid? Is er een maximaal rendement?

Bij het onderzoek gebruiken we de ventilator van de windtunnel als regelbare "windbron". De windsnelheid kan gemeten worden met een windsnelheidsmeter. Er is een aantal wieken beschikbaar, elk met een andere snellopendheid. De wiek kan gemonteerd worden op de as van een kleine generator. De opgewekte elektrische energie kan berekend worden uit de meting van spanning en stroomsterkte.

1.

- . Lees eerst de beginstekst van paragraaf 3-4 uit het themaboek en het kader aan het eind van de paragraaf.
- . Maak ook opdracht 1 uit paragraaf 3-4.

2. *Meetplan*.

- . Maak een meetplan. Het resultaat van het onderzoek moet een diagram zijn waarin vertikaal het rendement en horizontaal de windsnelheid uitgezet staat. Kies daarvoor één van de wieken uit.
- . Bespreek het meetplan met je leraar.

BIJLAGE D.6.

3. *Verwerking.*

- . Bereken de per seconde opgewekte elektrische energie bij elke meting.
- . Teken een diagram waarbij horizontaal de windsnelheid en vertikaal het geleverde elektrische vermogen is uitgezet.

4.

- . Bereken bij de laagste windsnelheid de grootte van de kinetische energie van de lucht die per seconde door het vlak van de molen stroomt (zie par. 3-4, vraag 1).
 - . Bereken het rendement van de molen bij deze windsnelheid.
- Bereken nu ook de rendementen van de molen bij de andere waarden van de windsnelheid.
- . Teken een diagram waarbij de windsnelheid horizontaal en het rendement vertikaal uitgezet staat.

5. *Konklusie.*

- . Wat is het antwoord op de onderzoeksvraag?
- . Hoe verandert rendement en geleverd elektrisch vermogen bij toename van de windsnelheid.

VERVOLGONDERZOEK

Het kiezen van de juiste windmolen is niet eenvoudig. Een van de eerste punten waar je dan op let is het vermogen dat de molen moet leveren. Zoals uit het vorige onderzoek bleek hangt het geleverde vermogen af van de windsnelheid. Je zult dus de gemiddelde windsnelheid op die plaats moeten kennen. Je kunt ook nog kiezen voor een snelloper of een langzaamloper. In dit onderzoekje gaan we daar verder op in.

onderzoeksvraag: Levert een snelloper meer vermogen dan een langzaamloper van dezelfde doorsnede.

Bij de opstelling heb je de beschikking over een aantal verschillende wieken, elk met een andere loopsnelheid.

6. *Meetplan.*

- . Stel een meetplan op. Na het onderzoek moet je een diagram kunnen tekenen waarin het verloop van het geleverde vermogen bij verschillende waarden van de windsnelheid weergegeven wordt. Een dergelijke grafiek moet er van elke wiek gemaakt worden.
- . Bespreek het meetplan met je docent.

7. *Verwerking.*

- . Teken de grafieken, van elke wiek één, in hetzelfde diagram.

8. *Konklusie.*

- . Wat is het antwoord op de onderzoeksvraag
 - . Wat zijn de voor- en de nadelen van een snelloper?
- En wat zijn de voor- en de nadelen van een langzaamloper?

UITSLAGEN VAN DRIE PIJPWIEKJES MET EEN VERSCHILLENDE SNELLOOPHEID:

In deze bijlage zijn de uitslagen 3x afgedrukt.

Een origineel plus twee kopieën. De kopieën zijn knip-kopieën om direct te gebruiken.

Aan gereedschap heb je nodig, een boormachine met een boor van 1,9 mm, een roterende slijpsteen en een schaar.

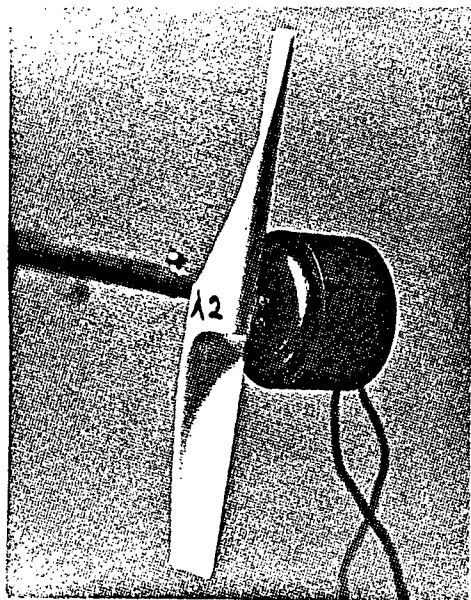
Aan materiaal gebruik je slechts een stukje elektriciteitsbuis (16 mm ϕ) en afwasbare lijm.

Wijze van maken.

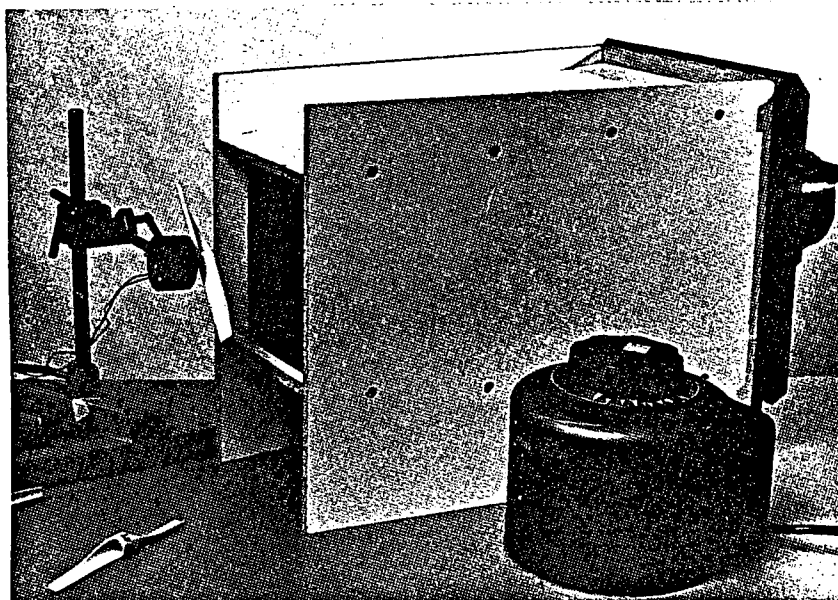
We knippen eerst de uitslag uit een kopie en daarna lijmen we deze recht op en om de elektriciteitsbuis. Vervolgens boren we op het + merk een gat van 1,9 mm. Met behulp van de roterende slijpsteen halen we het niet beplakte deel van de plastic buis voorzichtig weg (gebruik inadem bescherming). Het weggeslepen profiel bijwerken met schuurpapier. Als laatste wordt het papier van de nu onstane pijpwiek gewassen.

De pijpwiek wordt op het asje van de dynamo* gedrukt (zie foto). Het is natuurlijk ook mogelijk om de pijpwiek vast te lijmen (2 componenten lijm) maar dat betekent voor iedere pijpwiek een eigen dynamo.

* cassette rec. motortje.

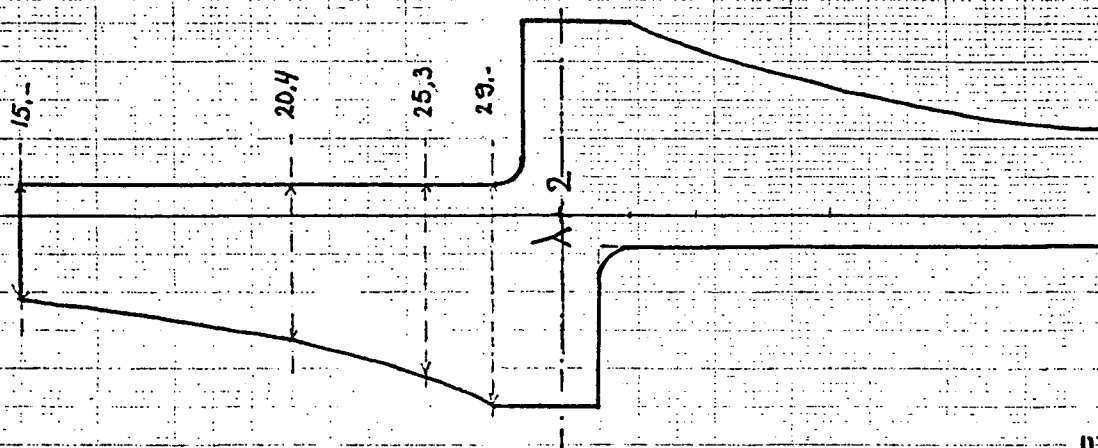
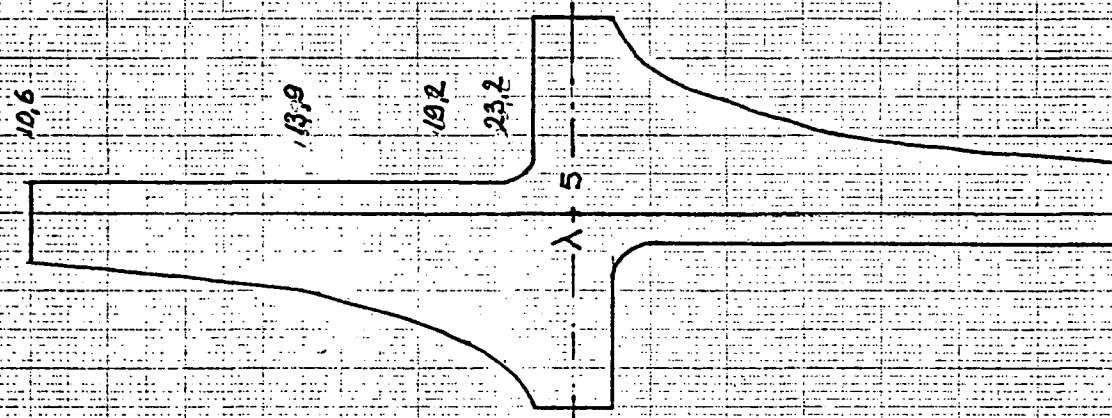
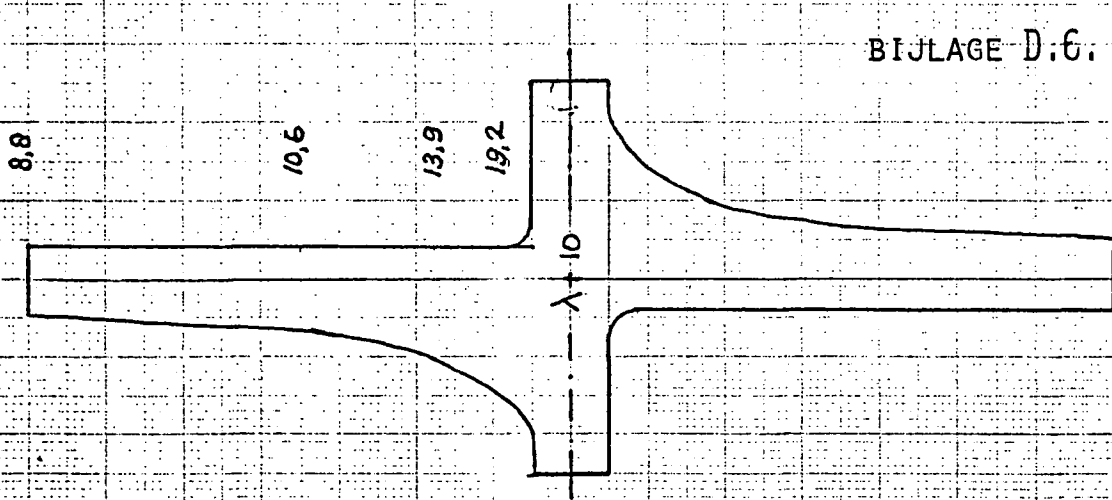


Detail pijpwiek en dynamo



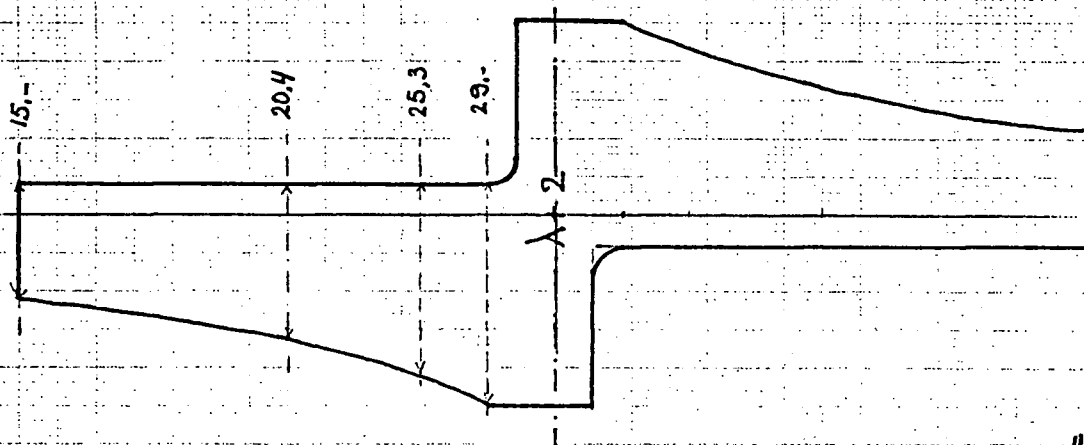
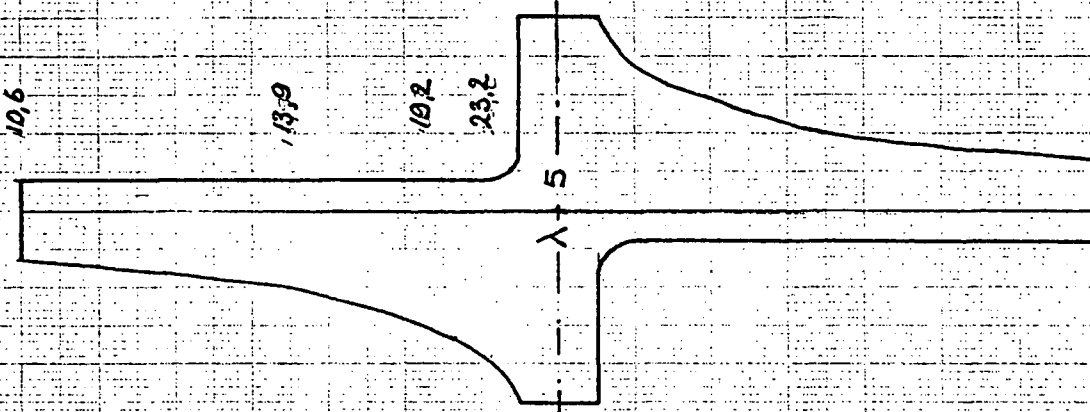
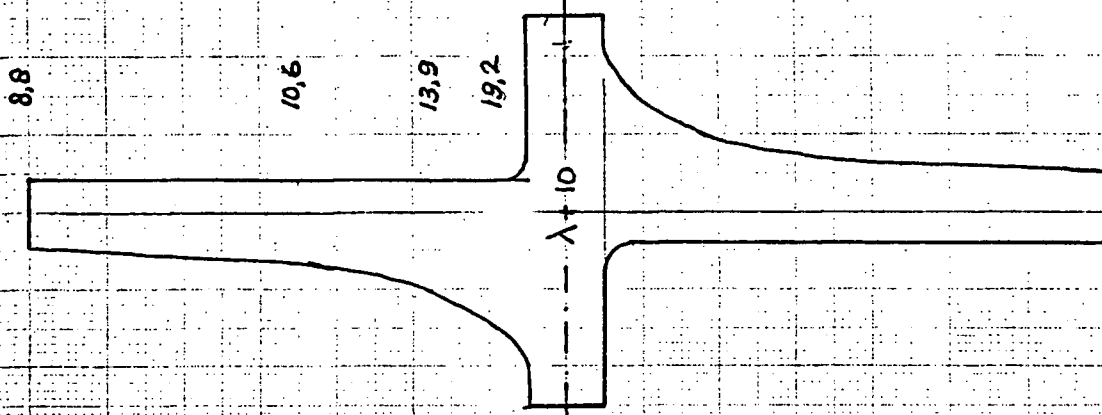
Opstelling voor het experiment met de pijpwieken

BIJLAGE D:6.



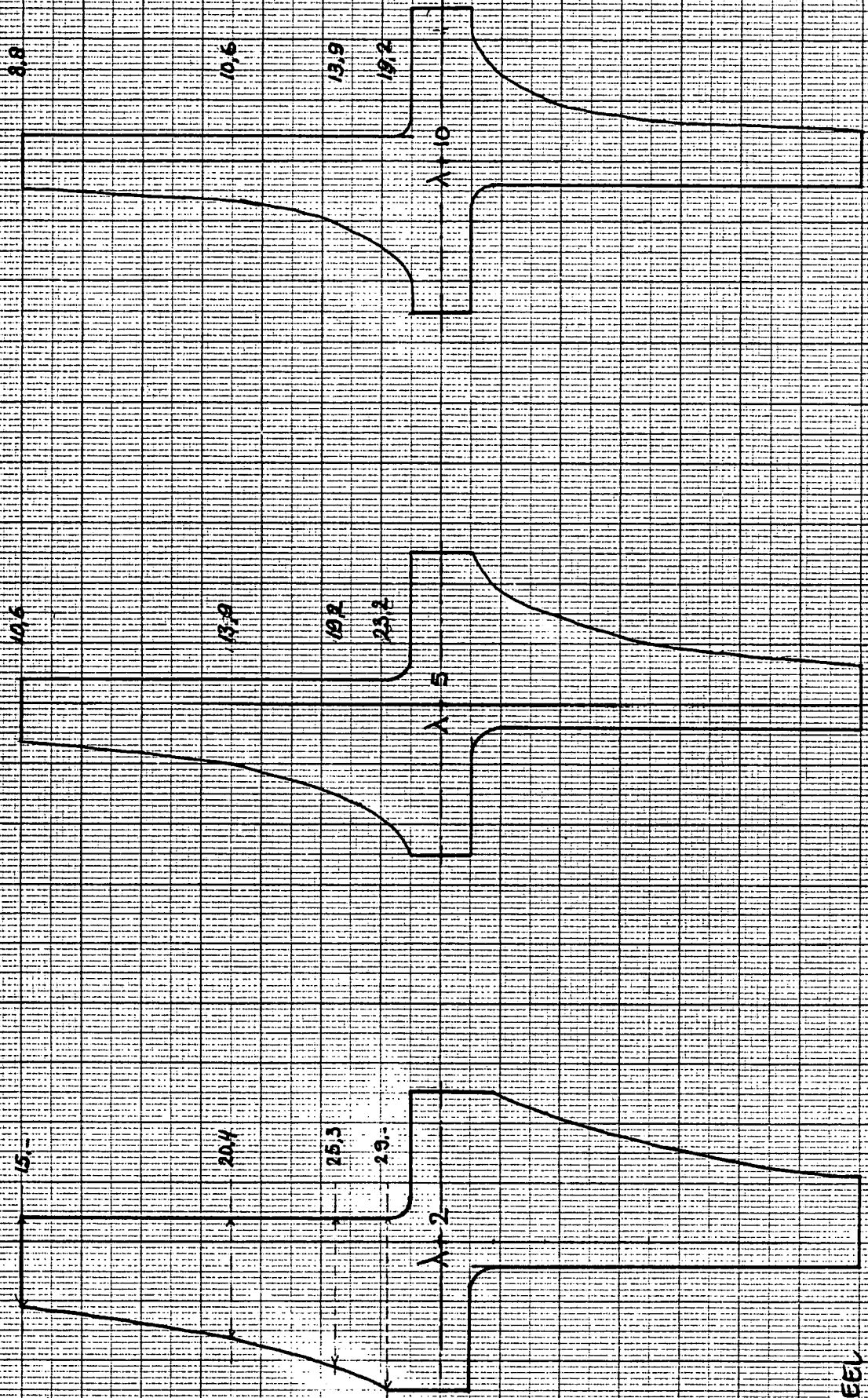
UITSLAG VOOR PIPWIEKEN PVC 16 MM Ø (ELEKT. BUIS) .
BOREN 1.9 mm OP +

KOPIE



UITSLAG VOOR PIJPWIEKEN PVC 16 MM Ø (ELEKT. BUIS).
BOREN 1,9 MM OP +

KOPIE



ORIGINEEL

UITSLAG VOOR RIJWIEKEN PVC 16 MM Ø (ELEKT. BUIS).
BOREN 1,9 MM OP +

HOE ZIET EEN ENERGIEZUINIG HUIS ERUIT?



Hieronder wordt het ontwerp besproken van energiezuinige woningen, zoals die gebouwd worden in de wijk Beijum bij Groningen. Het zijn normale eensgezinswoningen, die niet erg veel duurder zijn dan gewone woningen. Toch kan het energiegebruik sterk teruggebracht worden.

Aandacht zal worden besteed aan:

- het ontwerp - oriëntatie
- indeling
- raam-oppervlak
- passieve zonne-energie
- de isolatie
- de warmte-installatie in huis

• Opdracht 1

Hoe groot is het jaarlijks gasverbruik van een gemiddelde eensgezinswoning?

Hoeveel % is - denk je - daarop te besparen door bij ontwerp en bouw "energie-zuinig" te denken?



HET ONTWERP

1. de oriëntatie en indeling

• opdracht 2

Ga na hoe bij de ligging (fig a) en de indeling (fig b+c) met energie rekening gehouden is.

Bij het ontwerp van een huis is het van belang zo goed mogelijk gebruik te maken van zonnestraling. Het huis zal dus liefst in een N-Z oriëntatie geplaatst worden.

De leefruimtes, zoals woonkamer en studeerkamer zullen bij voorkeur aan de Z-zijde geplaatst worden en

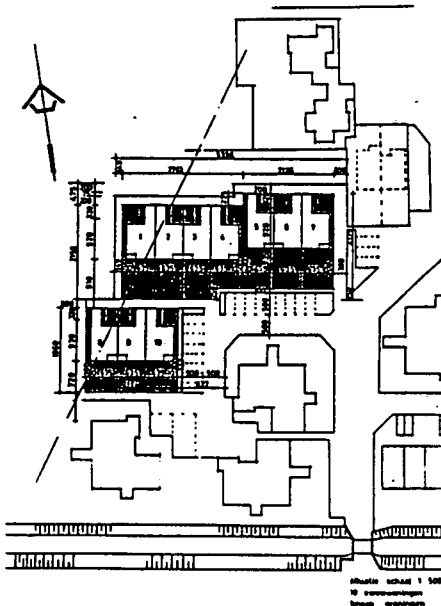


fig.a

BIJLAGE D.7.

weinig gebruikte ruimtes, zoals hal, berging keuken aan de N-zijde, zodat die als buffer dienen tussen de warme leefvertrekken en de koude N-zijde.

2. Het raamoppervlak

Ramen vormen in huis de grootste warmtelekken. Aan de andere kant kan zonlicht er door ingevangen worden en zo bijdragen aan de verwarming. Aan de Z-zijde zal men het raamoppervlak daarom groot willen maken, aan de N-zijde klein.

• opdracht 3

- Ga na (fig d+e) hoe dit bij dit huis gebeurd is.
- Wat vind je - energietechnisch gezien - van een zogenaamde "doorzonwoning"

3. Passieve zonne-energie

Naast het raamoppervlak zijn in dit huis nog 2 speciale PZE-voorzieningen aangebracht:

- de serre: bij zonneschijn vormt deze een grote glaswand, die de zonnestraling doorlaat en de zonnewarmte vasthoudt.
Bij koud, bewolkt weer kan de serre afgesloten worden en vormt dan een prachtige isolatie.
- de Trombewand; genoemd naar de fransman dr. Felix Trombe, een dikke zwarte stenen muur achter glas. (zie voor de werking verder het thema blz).

• opdracht 4

Bekijk deze systemen in de plattegronden (fig b+c).

Hoeveel besparen we?

Een energieadviesbureau heeft energieberekeningen aan dit huis verricht. En dit steeds vergeleken met een gewoon huis, zonder speciale voorzieningen en isolatie. Zo'n huis zou jaarlijks 2633 m³ aardgas verbruiken. De zon zorgt bij dit huis voor een energie, overeenkomend met 275 m³ aardgas.

De Trombewand (oppervlakte 6 m²) zorgt nog eens voor 47 m³

DE ISOLATIE

De warmte die we in huis opwekken verdwijnt weer via

- transmissie: de warmtegeleiding via ramen, muren dak en vloer
- ventilatie: de warmtestroming via gaten, kieren en schoorsteen.

In dit huis is speciale aandacht aan isolatie besteed. Er is zo'n isolatiepakket gekozen, dat de K-waarden (zie fig) lager liggen, dan bij nieuwbouwwoningen vereist is. De transmissie wordt hierdoor beperkt, maar tevens de ventilatie omdat het huis a.h.w. "dichter" gemaakt wordt.

K-waarde (W/m ² K)	'normaal'	dit huis
raam enkel	5,6	
dubbel		3,2
ThermoPlus		1,7
muur	0,68	0,40
dak	0,68	0,30
vloer	0,68	0,45

• *opdracht 5*

- wat betekent het dat het dak een K-waarde 0,3 heeft?
- waar treedt (per m^2) het grootste verlies op?
- zoek uit wat Thermoplus voor een soort glas is
- zoek uit welke isolatiematerialen je moet gebruiken om b.v. bij het dak een K-waarde 0,3 te bereiken.

Een prettige bijkomstigheid is dat dubbele beglazing niet alleen warmteverlies tegengaat, maar ook de behaaglijkheid verhoogt. Dit komt omdat bij enkel glas de temperatuur vlak bij het raam lager is dan midden in de kamer. Dit geeft luchtstromingen, die we als tocht ervaren. Bij dubbele beglazing is dit temperatuurverschil en daarmee ook de tocht veel kleiner. Door die grotere behaaglijkheid blijken we een iets lagere kamertemperatuur al voldoende te vinden. Wereld eerst een kamertemperatuur van $19^{\circ}C$ aangehouden voor een woonkamer, na isolatie is $18,5^{\circ}C$ al voldoende. Ook dit bespaart weer aardgas.

Hoeveel besparen we?

Met isolatiepakket en dubbel glas besparen we $1186 m^3$ aardgas. Met Thermoplus nog meer: $1328 m^3$. Door de lagere kamertemperatuur besparen we nog eens 5%.

VENTILATIE

Als we het huis goed isoleren, mogen we het niet "potdicht" maken: We hebben frisse lucht nodig. Een norm voor ventilatie in een ruimte is dat per persoon per uur $30m^3$ lucht ververst moet worden. Als we het huis wel dicht maken, moet een mechanische ventilatie systeem aangelegd worden, dat b.v. via de schoorsteen lucht aanzuigt, het in alle vertrekken laat circuleren en door de schoorsteen weer afvoert. Hier kunnen we weer energie besparen door te zorgen dat de afgevoerde lucht de verse lucht voorverwarmt b.v. door de beide luchtstromen via een warmtewisselaar te laten lopen.

• *opdracht 6*

In dit huis is de ventilatie na isolatie zo, dat steeds na 75 minuten alle lucht weer ververst is in de woonkamer. Is dat volgens de norm voldoende als er 4 personen in de woonkamer verblijven? (maak een schatting van het volume van de woonkamer).

DE WARMTE-INSTALLATIE

Ook in een goed geïsoleerd huis moet meestal nog warmte toegevoerd worden. Hiervoor bestaan verschillende systemen: verspreide gaskachels, centrale verwarming, waarbij water of lucht verwarmd en rondgepompt wordt en luchtverwarming, waarbij warme lucht door het huis gecirculeerd wordt.

We bespreken hier een zeer efficiënt systeem, het zgn. Multiduct-systeem. Hierbij is er maar één warmtebron in huis, die zowel voor verwarming als voor warm water zorgt. In één kast zijn de volgende apparaten ingebouwd:

- centrale (lucht-) verwarming
- warm-water geijser
- mechanische ventilatie
- warmte-terugwinning

BIJLAGE D.7.

De werking (zie figuur F)

De lucht wordt aangezogen (een) en via de warmtewisselaar naar de verbrandingskast gevoerd (twee). De verwarmde lucht wordt dan in de slaapkamers gepompt. Deze lucht verspreidt zich verder door het huis. Via een filter wordt elders lucht uit het huis aangezogen, deze wordt weer verwarmd (drie) en opnieuw naar de woonvertrekken gepompt. Tenslotte wordt de afgewerkte lucht uit de keuken, badkamer en toiletten afgezogen (vier) en via de verbrandingskamer (vijf) en de warmtewisselaar naar buiten afgevoerd.

• opdracht 7

- bestudeer de weg die de lucht volgt op het schema
- Op welke manieren wordt de verse lucht voorverwarmd?
- welk voordeel heeft het dat de geijser ook ingebouwd is in de Multiduct?
- waarom wordt de verse lucht eerst naar de slaapkamers gevoerd en wordt de lucht uit de keuken en badkamer als laatste afgevoerd?

hoeveel besparen we?

In dit huis kan met zo'n warmte-terugwininstallatie nog 250 m³ aardgas per jaar bespaard worden.

KONKLUSIE

• opdracht 8

Zet nu de verschillende maatregelen, die in dit huis getroffen werden onder elkaar met de besparing die ze opleveren:

een vergelijkbaar gewoon huis verbruikt per jaar m ³ gas	
<u>maatregelen</u> • • • • • •	<u>besparing</u> m³ gas/jaar
dit energie-zuinige huis verbruikt dus jaarlijks m ³ gas	

Hoeveel % van het brandstofverbruik kun je dus besparen door bij ontwerp en bouw rekening hiermee te houden?

BIJLAGE D.7.

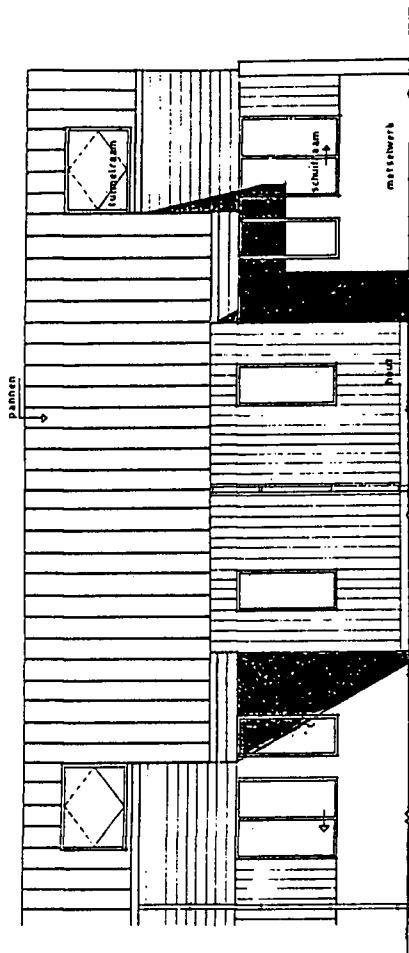
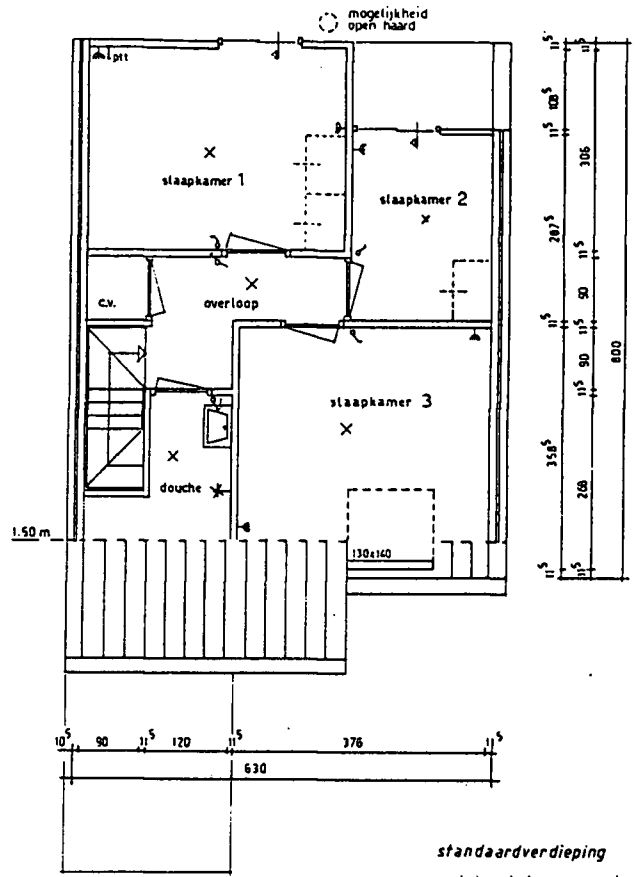
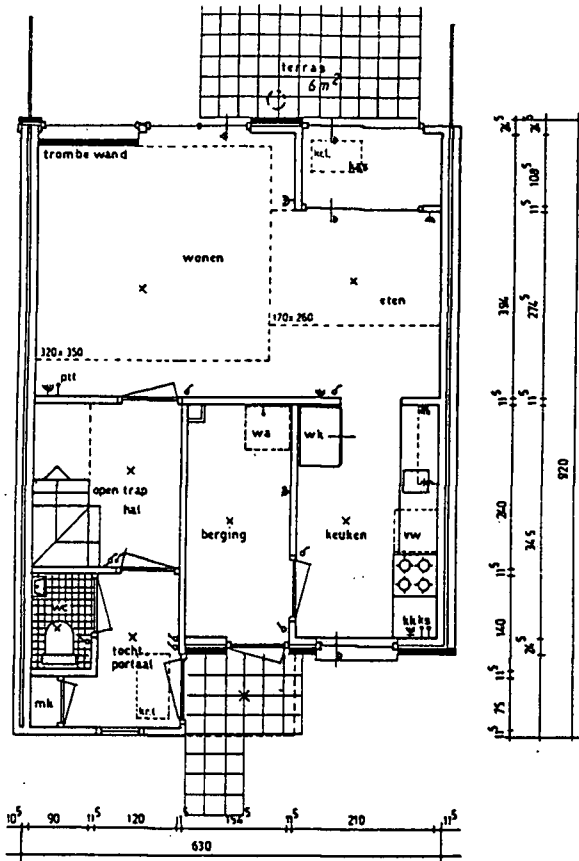


fig. d

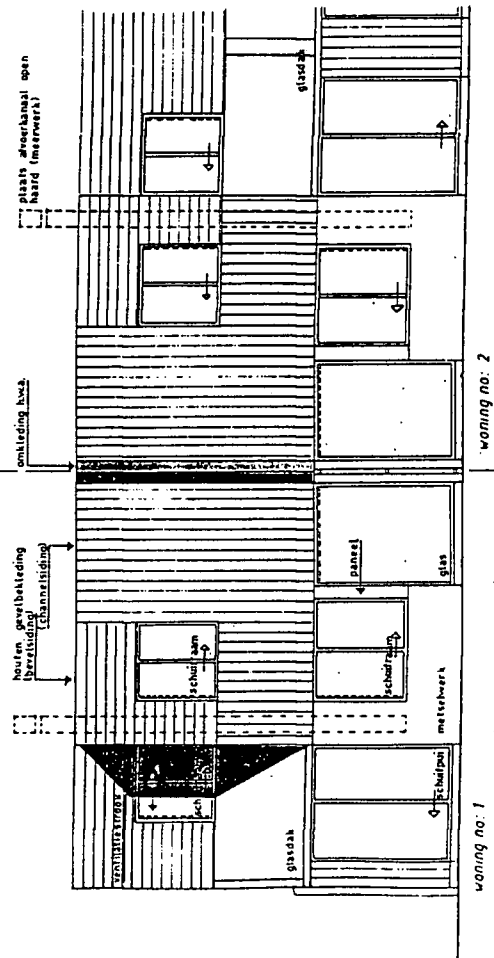
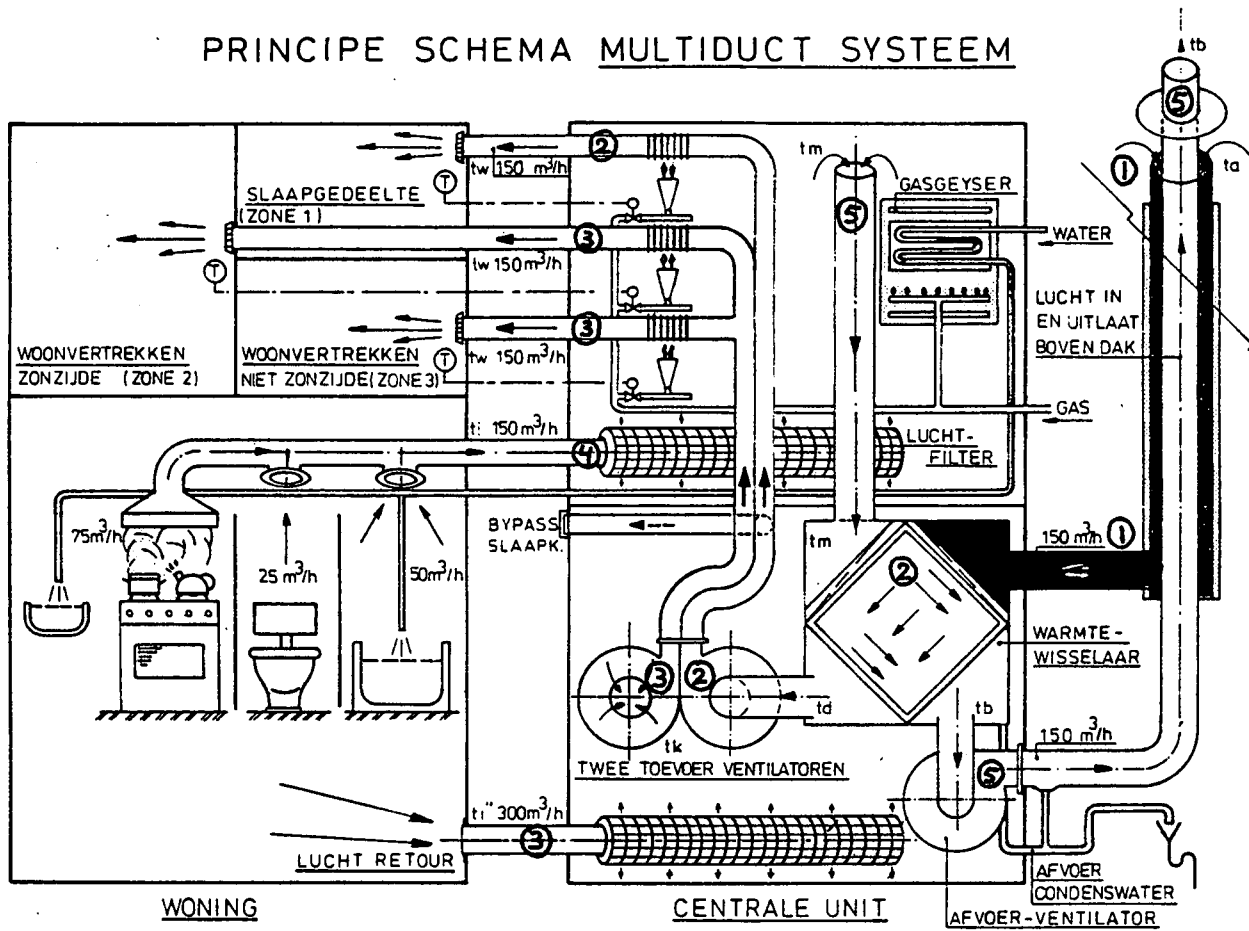


fig. e

figuur P

PRINCIPE SCHEMA MULTIDUCT SYSTEEM



ZUINIG HUIS

Energie wordt steeds schaarser. En dus duurder. We praten over bezuinigen, over nieuwe energiebronnen, over iets doen tegen verspilling. Een van de vormen van verspilling die we veel toepassen is: anderen laten doen wat we zelf ook kunnen. Een andere vorm: de boel de boel laten en niet uitzoeken of het ook beter kan.

Als je wél nadenkt en als je wél bereid bent je handen (een beetje) uit de mouwen te steken dan kan je ook uitkomen waar ir. Kristinsson uit Deventer belandde: het *Kristinssonhuis*.



ISO-code 635.51

door Gáje van Lonkhuijzen

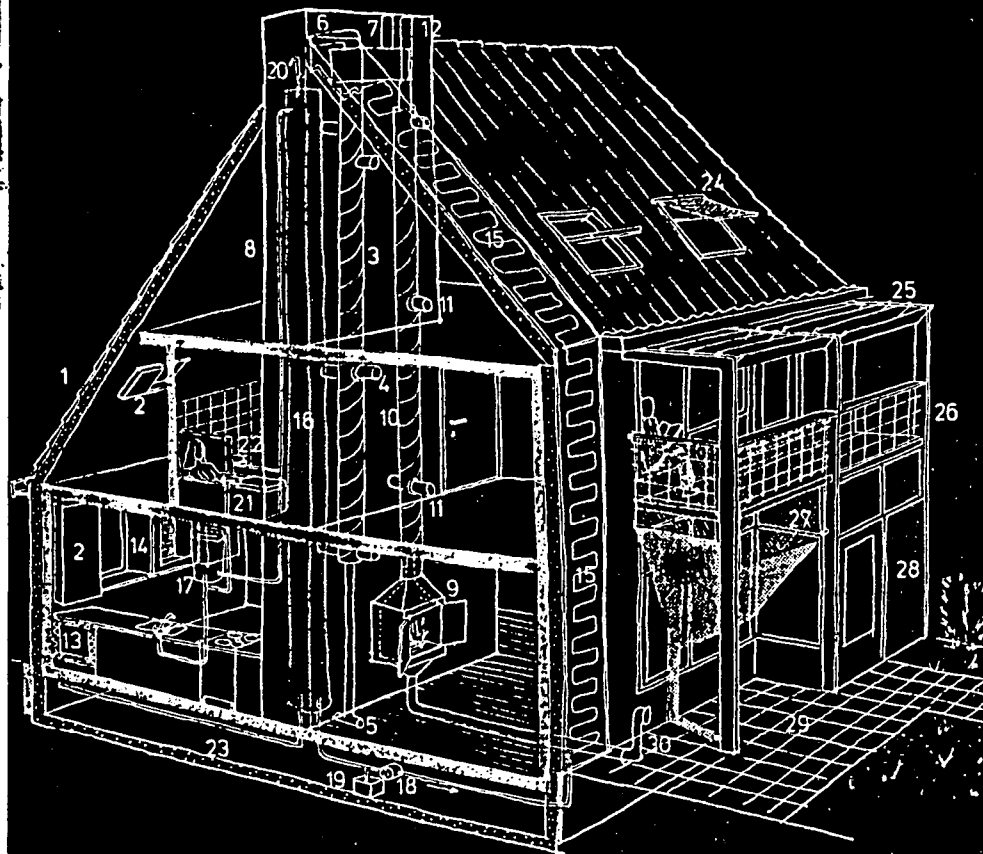
202

Het moest een gewoon huis worden, voor gewone mensen, die gewoon in een straat wonen. Maar het moest ook toe kunnen met zo weinig mogelijk van die steeds duurder wordende energie: aardgas. Op de schets van dat huis is te zien wat men heeft gedaan: Isolatie tussen de muren die minstens 15 cm dik is, enz. Wie goed kijkt ziet dat er veel uitgekende zaken in voorkomen. Nummer 16 bijv. is een warmwatervat. Daarin zit water dat verwarmd wordt door de zonnecollectoren (15) en gebruikt kan worden voor afwas en bad. Dat betekent dat je nog maar een kleine geiser (17) nodig hebt om het water op de gewenste temperatuur te krijgen. Omdat het huis zo goed geïsoleerd is, heb je ventilatie nodig, die bij een gewoon huis meestal wordt 'geregeld' door de kieren en spleten in het huis. Maar die ventilatie moet ook uitgekend zijn: vuile, maar warme lucht uit het huis wordt geloosd door een kanaal (3) en staat op weg naar buiten zijn warmte af aan de schone, maar koude lucht van buiten. Er zijn aan de zijkant van het huis zonweringen (24, 25 en 27) gemaakt, omdat het huis via de ramen zo snel warm wordt, vooral in de zomer. Die zuinigheid geldt ook voor de koelkast. Er moet een heel kleine komen, want lang niet alles moet écht in een koelkast. Dus 13 is een kleine koelkast, die goed geïsoleerd is opgesteld en 14 is een vliegenkast, die koud gehouden wordt omdat hij met de

noordmuur in verbinding staat. Aan de buitenkant zit gas met glas, aan de binnenkant een isolerende deur om geen keukenwarmte te laten ontsnappen. Door een bak water onderin die kast te plaatsen krijg je verdamping van water, dat boven uit de kast naar buiten loopt. Maar verdampend water neemt warmte uit zijn omgeving op en zo blijven de opgeslagen voorraden in die kast koel.

De kachel in dit CV-loze huis is een verhaal apart. Om te beginnen is het een allesverbrander. Men rekent dus af met een groot deel van het huisvuil. Volgens de berekeningen die bij dit huis zijn gemaakt zal het gemiddeld mogelijk zijn de helft van alle nodige extra warmte te halen uit huisvuil. Voor de verbranding trekt het kacheltje geen lucht uit de kamer (daar zou koude lucht van buiten voor in de plaats moeten komen), maar met een aparte buis, regelrecht uit de buitenlucht. De lucht in de kamer wordt om de kachel heen geleid en verwarmd. Die lucht wordt niet gemengd met de kachelrook, maar er omheen geleid in een apart kanaal. Op alle verdiepingen zijn op dit luchtkanaal uitlaatventielen gemaakt zodat het kacheltje op alle etages warmte kan brengen. Kristinsson heeft uitgerekend (eind 1980) dat zo'n huis nog geen 95 000 gulden kost om te bouwen. Dat en de belachelijk lage energierekening maken dat het een goed idee is om verder over te denken en aan te werken.

DJO nr. 7 - augustus 1981



- 1 isolatie, 15 cm dik
- 2 isolerende luiken
- 3 warmtewisselaar en gebalanceerde ventilatie
- 4 inblaasventielen
- 5 afzuiging kruipruimte
- 6 aanvoer verse lucht
- 7 afvoer gebruikte lucht
- 8 centrale leidingschacht
- 9 allesverbrander
- 10 dubbelwandig kanaal
- 11 warmtelucht ventiel
- 12 afvoer rookgassen
- 13 geïsoleerde, kleine koelkast
- 14 vliegenkast
- 15 zonnecollectoren

- 16 warmwatervat
- 17 naverwarmer
- 18 pomp
- 19 expansievat
- 20 overloop
- 21 bad met isolerende deksel
- 22 tapkraan direct uit opslag vat
- 23 aanvoer koud water
- 24 zonwering dakraam
- 25 zonwering slaapkamer
- 26 balkon
- 27 zonwering woonkamer
- 28 tochtstaf
- 29 terras
- 30 aanvoer verbrandingslucht van allesverbrander

DJO nr. 7 - augustus 1981

203

'Orangerie' – eerste prijs

Passchier Van den Steen – Studio voor architectuur-stedebouw, Rotterdam

Toelichting door de architect

De woningen zijn in 'strokenbouw' (toost-west gericht) op het terrein gesitueerd. De kavels zijn relatief breed (8,00m); de kaveldiepte is mede bepaald door de schaduwdiagrammen, gevormd door de bezonning van de bebouwing.

De plattegrond van de woningen is consequent warmte-hiërarchisch opgebouwd: aan de zuidgevels zijn de verblijfsruimten gelegen (woonkamer en slaapkamers), aan de noordgevel liggen de entree, berging, keuken, bijkeuken, toilet, badkamer en trap. Naar het noorden zijn de gevels zoveel mogelijk gesloten uitgevoerd (de ramen hebben daar kleine afmetingen); naar het zuiden zijn meer open gevels toegepast.

De tuinen zijn ommuurd, vooral om in de lente en zomer de warmte te 'vangen'. Hoewel ze een poort naar het openbare woonpad hebben, zijn het door die tuinnuren zeer bruikbare privéruimten geworden.

Vóór de woonkamer kan over de volle breedte van de glasopening een serre worden aangebouwd – op verschillende manieren. Deze serre fungeert als buffer-ruimte van warmte en als isolerende 'spouw'. De serre kan in de zomer opengezet worden en dienst doen als overkapping van een gedeelte van de tuin, waardoor een regenvrij terras ontstaat.

De woning is opgetrokken op een funde-

ring van beton; de begane grondvloer is voorzien van een steenachtige afwerking. Deze constructie fungeert, vooral in het winterseizoen, als warmte-accumulator.

De woningopbouw bestaat uit houtskeletbouw. Weliswaar betekent dit in warmte-technisch opzicht een nadeel (gering warmte-accumulatievermogen) maar het biedt voor het overige grote voordelen (een korte opwarmtijd en geringe warmte-verliezen door een grote thermische isolatie bij dunne wandconstructies).

Het houtskelet kan aan de buitenzijde van verschillende beschietingen worden voorzien. In dit ontwerp zijn witte fassalplaten op de gevels, die op noordelijke richtingen zijn gelegen, voorzien (reflectie van licht) en donker gecoate metaalplaten op het zuiden (opvang van zonne-warmte in de serres).

Vrijwel alle ramen kunnen voorzien worden van horizontaal schuivende luiken. De luiken zijn voorzien van neoprene afdichtingsprofielen; ze kunnen van binnenuit worden bediend.

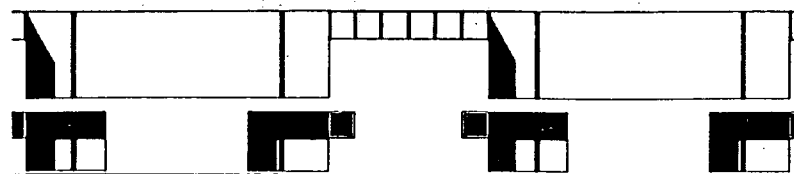
Bovenstaande maatregelen houden verband met het gebruik van passieve zonne-energie.

In een eventuele serre staat een 'schoorsteen' – een betonnen prefab-element waarin alle apparatuur voor verwarming en ventilatie is ondergebracht:

a. een hoog rendement ketel, aangesloten op de radiatoren en een ribbenhuis voor ruimteverwarming

b. een mechanisch ventilatiesysteem, voorzien van een warteterugwinning-unit, schakelbaar vanuit keuken en natte ruimten (de laatste automatisch op licht-contact) voor luchtverversing

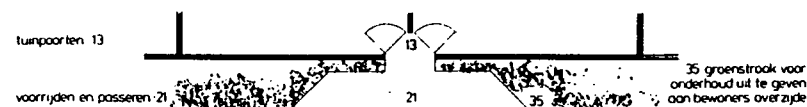
c. een warmte opslag in de vorm van een verzameling texxor-elementen (kunststof dozen voorzien van een zoutoplossing).



noordgevel



zuidgevel



straatje 22

stoep 1
schuur 2
entree 3
toilet 4
bijkeukentje 5
keuken 6
garderobe 7

eten 8
woonkamer 2e 9

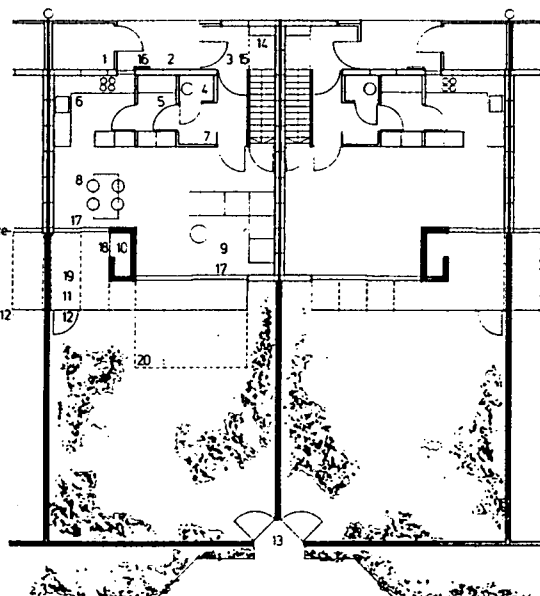
installatie- en warmte-
akkumulerumte,
zwart, werkt als
trambewand 10

serre 11
wintertoegang tuin 12

tuinpoorten 13

straatje 22

begane grond

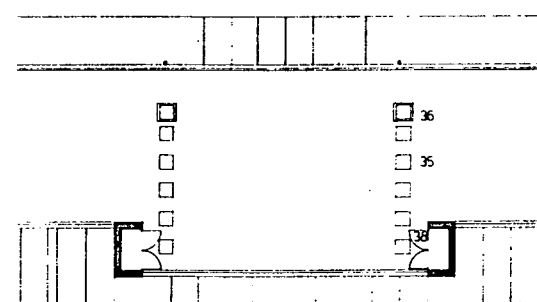


14 meterkast
15 zwaar gordijn voor
gebruik in de winter
16 geïsoleerd luik
5 wasapparatuur

17 schuifdeuren
zie doorsnede tekening
18 toegang installatie-
ruimte via de serre,
tegen geluidshinder
19 aleanders

20 serre-puis vormt
in zomer een overdekt
terras, zie doorsnede

dak



36 lichtkoepel boven
badkamer

37 toegang dak via
koepel

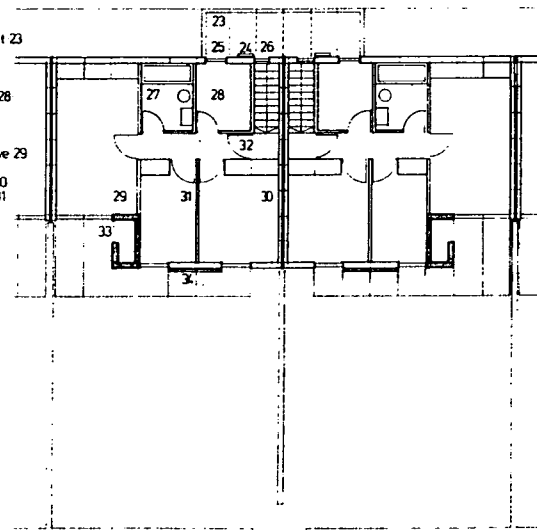
38 service
terugwin-apparaat

draagbalken, met
draadglas overdekt 23

badkamer 27
berging, knutselen 28

noordslaapkamer 1e 29
slaapkamer 1e 30
slaapkamer 0.5e 31

verdieping

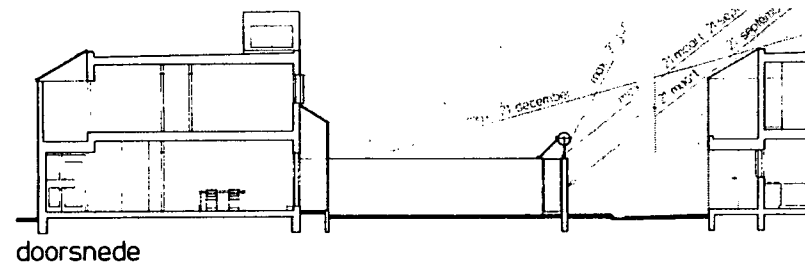
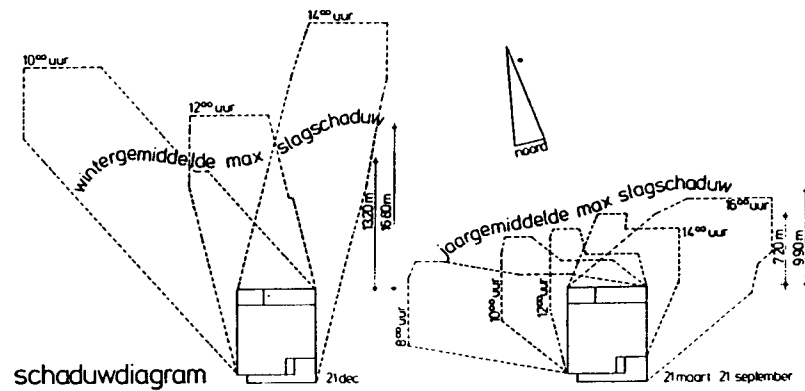


24 geïsoleerd luik
25 naar draagbalken
26 daglicht op trap

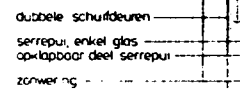
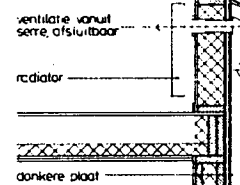
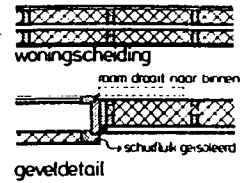
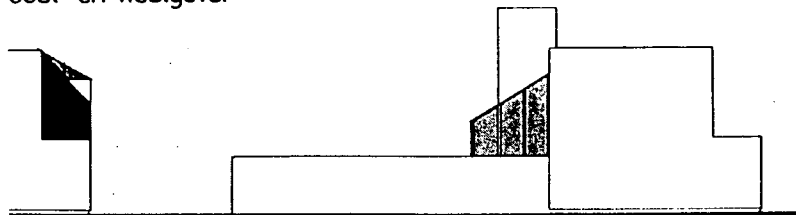
32 deur voor extra
afsluiting koele entree

33 toegang
installatieruimte

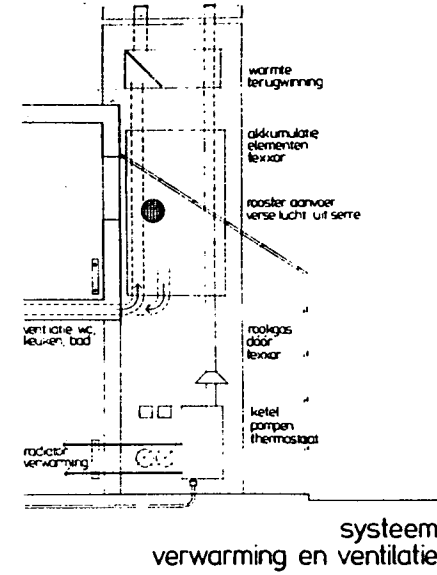
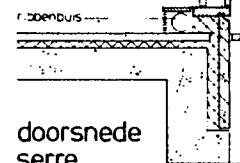
34 geïsoleerde luiken
noraantal schuwend



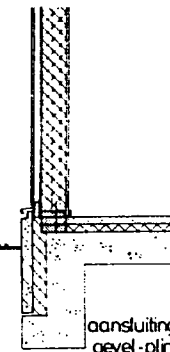
oost- en westgevel



doorsnede serre



aansluiting gevel-plint



-79-

BIJLAGE D.8.

WELKE BESPARINGSMAATREGEL TREF JE THUIS ?



Wim en Mieke wonen in Utrecht in een rijtjeshuis, dat je hiernaast ziet. Het huis is een typische bouw uit 1960 toen het aardgas nog heel goedkoop was. Tegenwoordig valt de gasrekening echter vaak tegen! Mieke en Wim willen proberen hun gasverbruik omlaag te brengen. Ze hebben voor besparingsmaatregelen een bedrag van f 4000,- gespaard, maar ze zien een aantal verschillende mogelijkheden om te besparen:

1. Isolatie: dubbele ramen, spouwmuurvulling, vloer- of dak-isolatie.
2. Een HR-ketel aanschaffen: ze moeten toch binnenkort hun cv-ketel vervangen. Tegenwoordig zijn er cv-ketels met een hoog rendement (HR).
3. Een zonnecollector op het dak aanbrengen: zonnestraling zorgt dan voor een deel van het warme water.

In deze opdracht gaat het erom wat jij hen zou adviseren. Aan welke maatregel(en) zou jij het liefst het geld besteden?

- Bereken hoeveel je met iedere maatregel bespaart (in m³ gas en in guldens) en hoeveel iedere maatregel kost
- Bekijk welke voor- en nadelen er aan iedere maatregel zitten
- Maak een plan hoe je de f 4000,- het liefst zou willen besteden.

HET HUIS

Hun huis is een doorsnee huis in een rijtje; één verdieping, een zolder, een schuin dak. De ramen zijn van enkel glas, de zolder is niet geïsoleerd en de vloer is van hout met een kruipruimte eronder.

ramen	boven	8 m ²
	beneden	12 m ²
muren	boven	20 m ²
	beneden	15 m ²
dak		50 m ²
vloer		40 m ²

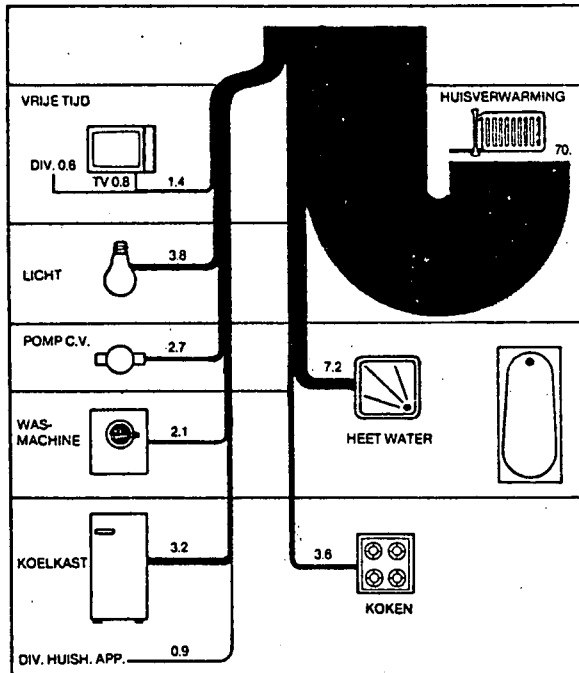
Het huis is voorzien van centrale verwarming met een oude gasgestookte ketel.

Mieke heeft i.v.m. de isolatieplannen de (buiten-) maten van het huis opgenomen. Die zie je in het lijstje hiernaast.

oppervlakten van het huis

BIJLAGE D.9.

FIGUUR 2: DE VERDELING VAN HET GEMIDDELD
Huishoudelijk Energiegebruik
(BRON CENTRUM VOOR ENERGIEBESPARING, 'SVEN')



Wim heeft nagekeken hoeveel gas ze in het afgelopen jaar verbruikt hebben. Het blijkt ongeveer 3200 m³ te zijn. Maar dat is òn voor verwarming òn voor warmwater òn voor koken. Voor de verschillende plannen moet hij dat afzonderlijk weten. Gelukkig vindt hij het plaatje hiernaast.

- Bereken het jaarlijks gasverbruik voor verwarming alleen. En voor warm water.
- Vergelijk dit verbruik eens met het verbruik bij jou thuis.

PLAN 1:

HOEVEEL BESPAAR JE MET ISOLATIE?

(informatie kun je in het info-blad vinden)

We willen weten hoeveel gas we kunnen besparen als we dit huis isoleren. En hoeveel de isolatie-maatregelen kosten.

- Probeer eerst de K-waarde van raam, muur, dak en vloer te vinden. Een raam heeft b.v. een K-waarde 6(W/Km²): dit betekent dat bij 1°C temperatuurverschil binnen en buiten door 1 m² raam per seconde 6J energie verloren gaat.
- Om dit energieverlies per seconde om te rekenen naar m³ gasverbruik per jaar bestaan bepaalde omrekeningsfactoren, die in de praktijk bepaald zijn. Probeer deze te vinden.
 - Ga eens na of zo'n omrekeningsfaktor aannemelijk is. Een woonkamer heeft een temperatuur van ± 19°C en de buitentemperatuur gemiddeld over het jaar is ± 7°C.
 - Waarom zou voor een bovenverdieping een andere faktor gelden?
- Bereken b.v. deze gegevens het jaarlijks gasverbruik vóór isolatie. Komt dit overeen met wat Wim kostateerde?
- Bereken nu hoeveel m³ gas we met iedere isolatiemaatregel kunnen besparen. Bereken dit ook in guldens (welke extra informatie heb je hiervoor nodig?)
- Ga na hoeveel iedere isolatiemaatregel kost. Na hoeveel jaar heb je deze investering terugverdiend?

PLAN 2

HOEVEEL BESPAAR JE MET EEN HR-KETEL?

(informatie kun je in het info-blad vinden)

We willen weten hoeveel we jaarlijks besparen als we een HR cv-ketel installeren i.p.v. een normale en hoeveel zo'n HR-ketel meer kost.

- a Ga na wat het rendement is van een normale en van een HR cv-ketel.
- b Bereken hoeveel aardgas we jaarlijks besparen met een HR ketel.
Bereken dit ook in guldens (welke extra informatie heb je hiervoor nodig?)
- c Hoe hoog zijn de (meer-)kosten van de installatie van een HR ketel?
Welke factoren spelen hierin mee? In hoeveel jaar heb je een HR ketel terugverdiend?

PLAN 3

HOEVEEL BESPAAR JE MET EEN ZONNE-BOILER?

(informatie kun je in het info-blad vinden)

We willen weten hoever we het aardgasverbruik terug kunnen dringen door gebruik te maken van zonne-energie.
Zonne-collectoren voor verwarming zijn erg duur door het grote collectoroppervlak en het grote opslagvat dat nodig is. Wel goed toepasbaar is de zonne-boiler, voor de warmwater voorziening.

- a Ga na hoeveel % van de jaarlijkse warmwater behoefte een zonne-boiler kan verzorgen
- b Bereken hoeveel m³ aardgas je dan per jaar bespaart.
- c Ga na hoeveel de installatie van een zonne-boiler kost.
In hoeveel jaar heb je deze investering terugverdiend?

BIJLAGE D.9.

MAAK EEN PLAN

- Je hebt nu voldoende informatie over besparing en kosten. Zet je resultaten hieronder bij elkaar

	jaarlijkse besparing in m ³	kosten	terugverdien tijd
isolatie ramen			
muren			
dak			
vloer			
HR ketel			
zonne-boiler			

- Welke andere factoren dan besparing en kosten wil je bij je plan mee laten wegen?
- Stel nu een advies op welke investering Wim en Mieke het beste kunnen doen.

INFO BLAD

-84-

BIJLAGE D.9.

opdracht 7.2.B
'besparen in huis'

Globale omrekeningsfactoren voor de verschillende energiesoorten; de verbrandingswaarde van een energiedrager in een konkreet geval zal afwijken van de hier gehanteerde gemiddelden.

	GJ	MWh	Gcal	ton ruwe aardolie, nafta, toe	ton steenkool, tse	10 ³ m ³ aardgas (bovenwaarde)	10 ³ m ³ aardgas (onderwaarde)	ton bruinkool
GJ	1	,2773	,2388	,0239	,0341	,0284	,031	,0477
MWh	3,600	1	,8598	,0860	,1228	,1024	,114	,1716
Gcal	4,187	1,163	1	,1000	,1429	,1190	,132	,1995
ton ruwe aardolie, nafta, toe	41,87	11,63	10,00	1	1,429	1,190	1,322	1,995
ton steenkool, tse	29,31	8,141	7,000	,700	1	,833	,926	1,397
10 ³ m ³ aardgas (bovenwaarde, Gron. kwal.)	35,17	9,769	8,400	,840	1,200	1	1,111	1,676
10 ³ m ³ aardgas (onderwaarde, Gron. kwal.)	31,65	8,792	7,560	,756	1,080	,900	1	1,508
ton bruinkool	20,98	5,829	5,012	,501	,716	,596	,662	1
ton steenkoolcokes	28,05	7,792	6,700	,670	,957	,797	,886	1,337
10 ³ m ³ cokesovengas	20,60	5,722	4,920	,492	,703	,585	,650	,982
10 ³ m ³ hoogovengas	,3,273	,9091	,7817	,078	,112	,093	,103	,156
10 ³ m ³ hoogovenmenggas	5,171	1,436	1,235	,124	,176	,147	,163	,246
10 ³ m ³ raffinaderijgas	56,04	15,57	13,38	1,338	1,912	1,593	1,770	2,670
ton vloeibaar petroleum persgas	50,24	13,96	12,00	1,200	1,714	1,428	1,587	2,394
ton benzine (motor, vliegtuig)	46,91	13,03	11,21	1,121	1,601	1,333	1,481	2,236
ton jet fuel op petroleum basis	45,22	12,56	10,80	1,080	1,543	1,285	1,428	2,155
ton petroleum	44,17	12,27	10,55	1,055	1,507	1,255	1,394	2,105
ton gas-, diesel en lichte stookolie	41,78	11,61	9,980	,998	1,426	1,188	1,320	1,991
ton zware stookolie	41,13	11,43	9,825	,983	1,404	1,170	1,300	1,960
ton petroleum cokes	29,40	8,166	7,021	,702	1,003	,835	,928	1,401
ton brandhout	9,83	2,740	2,350	,235	,336	,280	,310	,469
10 ⁶ BTU	1,054	,292	,252	,0252	,036	,030	,033	,0503

1 ton = 1000 kg
1 Wh = 3600 J
M (mega) = 10⁶
G (giga) = 10⁹

28 Verbrandingswarmten

stof	verbrandingswarmte	
steenkool hout	in J kg ⁻¹	29 · 10 ⁶
		16 · 10 ⁶
spiritus benzine stookolie gasolie	in J m ⁻³	18 · 10 ⁹
		33 · 10 ⁹
		40 · 10 ⁹
		36 · 10 ⁹
waterstof methaan aardgas butagas	in J m ⁻³ (273 K, p = p ₀)	10 · 10 ⁶
		34 · 10 ⁶
		30 · 10 ⁶
		47 · 10 ⁶

BLOEMSTRAAT 54 - 9712 LG GRONINGEN
TELEFOON (050) 185118 - POSTGIRO 809100

AFREKENING OVER DE VERBRUIKSPERIODE

1	3	6	3	1	4	9	4	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

JAN 82 - DEC 82

LOO F.A.V/D
SCHAEPMANLN 64
9722 NV GRONINGEN

SOORT	TIJDPAK		METER NUMMER	BEGIN STAND	EIND- STAND	VERBRUK	TARIEF IN CENTEN	BEDRAGEN	B.T.W.		TOTAAL BEDRAGEN
	VAN	T/M							%	BEDRAG	
VERBODEN GEGEVENS	G	011281011282	008188872	51847	54594	27474560	125263	18	22547	147810	
	E	011281011282	000088925	35185	36964	17792256	40134	18	7224	47358	
VASTE BEDRAGEN	VASTRECHT GAS						CODE 01	4800	18	864	5664
	VASTRECHT ELEC						CODE 12	7068	18	1272	8340
	GEISERHUUR						CODE 86	6000	18	1080	7080
	OPHAALRECHT						CODE 90	6516	0		6516
	MILIEUHEFFING							12918		23	152
TOTAAL VERSCHULDIGD										222920	
BEREKENDE TERMIJNBEDRAGEN										152400	
TE WEINIG BEREKEND										70520	
TERMIJN JANUARI 1983										19800	
19800 MAANDELIJKE TERMIJN NIEUWE JAARPERIODE									TE ONTVANGEN	90320 TE BETALEN	

K-WAARDEN VAN
BOUWMATERIALEN

materiaal	K-waarde in W/m ² K
enkel glas 3 mm	6
dubbel glas (spouw- breedte > 20 mm)	3
enkelsteens bak- steen muur 11 cm	3,5
dubbele baksteen muur (spouwbreedte 5 cm)	1,7
kurk 5 cm	0,7
aluminium 4 mm	6
beton 11 cm	4,5
hout 2 cm	4,5-5
polystyreen 5 cm	1,3
polyurethaan-schuim 5 cm	0,9
dubbele baksteen muur (spouwbreedte 5 cm gevuld met pu-schuim)	0,7

Relatie tussen k-waarde en
aardgasverbruik

Met behulp van de *k*-waarde kunnen wij het mogelijke effect van isolatie gemakkelijk nagaan. Daar is een bepaalde vuistregel voor, die een ruwe *schatting mogelijk maakt. Deze vuistregel is alleen geldig voor vertrekken waarin een normale temperatuur heerst (in de buurt van 20° C).* Die regel luidt: "Het aantal kubieke meters gas dat per stookseizoen naar buiten verdwijnt door één vierkante meter van een dak, wand of raam, is ongeveer gelijk aan $10 \times k$. Voor een vloer komt het ongeveer neer op $4 \times k$ als de vloer niet geïsoleerd is, en $7 \times k$ als hij wel geïsoleerd is. Voor zolders en slaapkamers die nauwelijks verwarmd worden, geldt $7 \times k$.

Isolatie-activiteiten ZELF DOEN	besparing m3 gas per m2 oppervlak in f per jaar		kosten materi- aal per m2 opp.
(subsidie)	m3	f	f
VOORZETRAMEN (25%) slaapkamer woonkamer	15 30	8,79 17,58	95,00 95,00
GEVELISOLATIE (30%) muren aan de binnen- zijde	9	5,27	21,00
DAKISOLATIE (30%) verwarmde zolder onverwarmde zolder	10 6	5,86 3,52	22,00 22,00
VLOERISOLATIE (30%)	5	2,93	10,00
LEIDINGISOLATIE	9/m ¹	5,27	5,-/8,-

Isolatiemaatregel LATEN DOEN	besparing m3 gas per m2 oppervlak in f per jaar		kosten materi- aal en arbeid per m2 opperv.
(subsidie)	m3	f	f
SPOUWVULLING (30%)	10	5,86	20,00
DUBBELGLAS (25%) slaapkamer woonkamer	15 30	8,79 17,58	200,00 200,00

BIJLAGE D.9.

Ketels kan men verdelen naar de volgende gebruiksrendementen:

- oude conventionele cv-ketels met een rendement lager dan 70% (mogen nu niet meer geïnstalleerd worden)
- nieuwe conventionele ketels met een rendement van 75%
- nieuwe conventionele ketel met een verbeterd rendement van 80% (VR)
- hoog-rendement ketels met een rendement van 90% (HR)
- de economiser (ook wel eco genoemd), die het rendement van (oude) conventionele ketels met 10% kan verbeteren

Fig. 10. Overzicht rendementen en aanschafkosten.

Gebruiksrendement in %	Nieuwe conventionele ketel	Economiser	Moderne conventionele VR-ketel	HR-ketel
90				
80		kan rendement met 10% verbeteren		aanschafprijs* 2250,- tot 2750,-
70	aanschafprijs* 1000,- tot 1250,-	aanschafprijs* 750,- tot 825,-	aanschafprijs* 1250,- tot 1500,-	tijdelijk 250,- subsidie

Kosten en baten van de H.R.-ketel.

De baten.

De H.R.-ketel zal bij vervanging van een conventionele c.v.-ketel 22,2% besparen op het gasverbruik voor verwarming.

De gasbesparing kan worden berekend met de volgende formule.

$$\text{gasbesparing in \%} = \frac{\text{rendement H.R.} - \text{rendement oude ketel}}{\text{rendement H.R.}} \times 100\%$$

Verder wordt op het elektriciteitsverbruik bespaard door toepassing van een pompschakelaar. De netto jaarlijkse besparing bedraagt na aftrek van het elektriciteitsverbruik voor de ventilator voor de afvoer van verbrandingsgassen ca. 300 kWh per jaar.

De kosten.

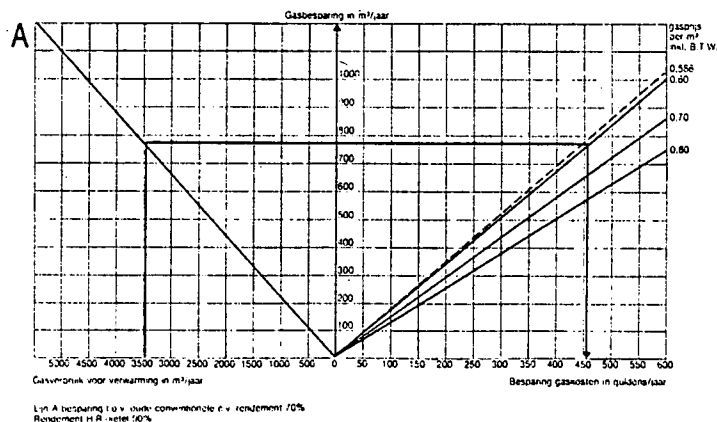
Een H.R.-ketel is inclusief plaatsing f 1.100,- tot f 1.400,- duurder dan een gewone, conventionele, c.v.-ketel.

De hoogte van deze meerkosten is mede afhankelijk van de bouwkundige voorzieningen die moeten worden getroffen.

Rekenvoorbeeld Baten

Totaal gasverbruik per jaar	4000 m ³
Gasverbruik voor koken en warmwaterbereiding	500 m ³
Gasverbruik voor verwarming	3500 m ³
Besparing 22,2 van 3500 m ³	778 m ³
× f 0,586 /m ³	f 460,-
Nettobesparing op elektriciteit 300 kWh à f 0,25	f 75,-
Nettobesparing per jaar	f 535,-

Gegeven een meerprijs van f 1.100,- à f 1.400,- betekent dit een terugverdientijd van 2 à 3 jaar.



Een EBS ZT (Zonne-Transformatie) systeem bestaat uit de volgende componenten:

- Voorraadvat (1) voor (warm) tapwater, voorzien van een warmtewisselaar (2)
- Leegloopvat, gecombineerd met voorraadvat (3)
- Zonnekollektor(en) (4)
- Regelbox (5), die met de max. thermostaat (6) en de temperatuurvoelers (7) zorgt voor automatische regeling en beveiliging van het systeem
- Cirkulatiepomp (8)

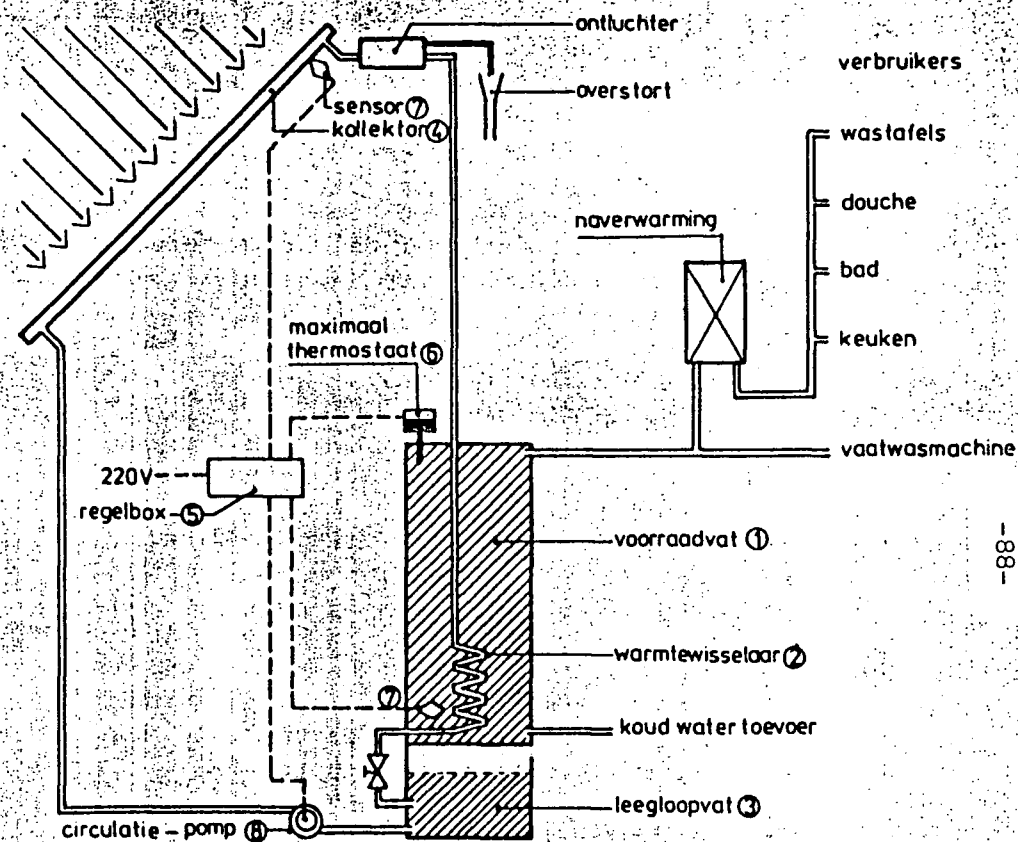
Standaard uitvoeringen

- ZT 160 - tapwaterverwarming 160 liter voorraadvat, 1 warmtewisselaar, 2 kollektoren (2,8 m²)
prijs: f 1800.-
- ZT 200 - tapwaterverwarming 200 liter voorraadvat, 1 warmtewisselaar, 3 kollektoren (4,2 m²)
- ZT 200 S - tapwaterverwarming + suppletie op voorraadvat centrale verwarming, 200 liter voorraadvat, 2 warmtewisselaars, 3 kollektoren (4,2 m²)
- ZT 300 - tapwaterverwarming 300 liter voorraadvat, 1 warmtewisselaar, 4 kollektoren (5,6 m²)
- ZT 300 S - tapwaterverwarming + suppletie op C.V. 300 liter voorraadvat, 2 warmtewisselaars, 4 kollektoren (5,6 m²)



**Energie
Besparende
Systemen**

POSTBUS 95
5360 AB GRAVE
TEL. 08860 - 3992



standaard ZT-systeem



Werking EBS ZT-systeem

Door zon en/of lichtinval gaat de temperatuur in de kollektoren stijgen. Deze temperatuur wordt gemeten met een temperatuurvoeler. Als deze temperatuur 8,5 °C hoger is geworden dan de temperatuur in het opslagvat, start de regelbox automatisch de cirkulatiepomp. Hierdoor wordt cirkulatiewater uit het leegloopvat door de kollektoren gepompt. Via de speciale ontluchter, die zorgt dat de lucht uit de kollektoren ontwijken kan, stroomt dit water door de warmtewisselaar. Hierin geeft het door de zonnekollektor opgewarmde cirkulatiewater zijn warmte af aan het koudere tapwater in het opslagvat, wat daardoor wordt opgewarmd. Vervolgens stroomt het afgekoelde cirkulatiewater terug naar het opslagvat, om weer opnieuw te cirkuleren.

De kollektoren zijn dus alleen gevuld met water als de pomp draait en het systeem warmte levert. De kollektoren lopen leeg als de pomp stopt. Dit gebeurt bij de volgende oorzaken;

1. Als het temperatuursverschil tussen de kollektor en het opslagvat minder wordt dan 2,5 °C. Het systeem levert dan geen warmte meer. Dit is tevens de vorstbeveiliging, hoewel de kollektoren geen schade zullen ondervinden van bevriezen; leidingen en koppelingen echter wel.
2. Als het opslagvat de op de maximaal thermostaat ingestelde temperatuur bereikt heeft. Dit is tevens de kookbeveiliging.
3. Als de netspanning wegvalt.
4. Als de pomp defekt zou raken.

De naverwarming

In Nederland dient ieder zonne-energiesysteem in combinatie met een naverwarming toegepast te worden. Immers de zon schijnt niet altijd. Een goede keus is een thermostatisch modulerende geyser.

Verder zijn mogelijk een elektrische boiler, een gas-boiler of een indirect gestookte boiler op olie of gas. Niet geschikt is een niet modulerende keuken- of badgeyser.

Waarom een EBS zonneboiler aanschaffen?

1. Zonne-energie is onuitputtelijk, gratis en schoon.
2. Een EBS zonneboiler kan voor 55 à 60% Uw warme tapwater verzorgen (op jaarbasis). Hierdoor wordt U voor een groot deel onafhankelijk van de steeds duurder wordende energiebronnen gas en olie.
3. Het EBS systeem is zeer eenvoudig, compact en duurzaam en gemakkelijk te installeren.
4. De werking is volledig automatisch en het onderhoud bestaat enkel uit het controleren en het bijvullen van het leegloopvat.
5. Geen antivriesmiddelen nodig, door speciale leegloopsysteem.
6. Alle systeemonderdelen vormen een geïntegreerd geheel.

In dit kader hebben wij ons beperkt tot beschrijving van het standaard Zonne-Transformatiesysteem van EBS voor tapwaterverwarming. Uiteraard beperken de activiteiten van EBS zich hier niet toe. Grote projecten in de woningbouw, de industrie en de agrarische sector in binnen- en buitenland zijn reeds uitgevoerd of in voorbereiding.

EBS kan U desgewenst uitgebreid van advies dienen voor Uw grotere projecten, en U ook deskundige voorlichting geven over het installeren.

EEN ENERGIEPLAN VOOR DEERSUM



HET DORP.

Deersum in een dorpje in Friesland. Het ligt in het vlakke land en telt 140 inwoners. Het dorp bestaat uit 32 woonhuizen, 2 boerderijen, een restaurant en een kerk. De meeste inwoners werken in de landbouw. Zondags wordt de kerk goed bezocht en 's avonds treft men elkaar in het café. De boerderijen zijn melkvee bedrijven. Samen zijn er 200 koeien.

ADVIES GEVRAAGD

De BMD (Brede Maatschappelijke Discussie over Energie) heeft heel wat losgemaakt in Deersum. Iedereen is het erover eens dat men 'verstandiger' met energie moet omgaan en de gemeenteraad is bereid geld beschikbaar te stellen om een energieplan uit te voeren. Maar nu liggen er 3 verschillende plannen op tafel. Jij zit in de commissie voor energiezaken en moet nu de gemeenteraad adviseren. Dit betekent:

- nagaan hoeveel besparing ieder plan oplevert
- nagaan hoeveel ieder plan kost
- nagaan welke voor- en nadelen er aan ieder plan zitten.

DE ENERGIEPLANNEN

De volgende plannen zijn voorgesteld:

- A. Windmolens plaatsen en bij één van de boerderijen een biogas-installatie installeren; Het biogas kan via een warmtekracht installatie worden omgezet in elektriciteit en warmte. Zo kan alle elektriciteit opgewekt worden en een deel van de warmte.
- B. Alle woonhuizen goed isoleren.
- C. Total-Energy- installaties plaatsen, zodat in de elektriciteit- en een deel van de warmtebehoefte wordt voorzien. Verder wordt in iedere boerderij een warmtepomp geïnstalleerd, waarmee de warmte uit de melk gebruikt kan worden voor de warm-water voorziening.

BIJLAGE D.10.

HET ENERGIEVERBRUIK IN DEERSUM

Allereerst is het van belang te weten hoeveel energie er in Deersum verbruikt wordt. Dit zie je in onderstaande tabel.

Elektriciteit en gas worden betrokken van het landelijke gasnet en elektriciteitsnet.

	elektriciteit	aardgas		
	verlichting/apparaten	verwarming	warmwater	koken
32 huizen	123.000 kWh/j	78.000 m ³ /j	8.000	5.000
2 boerderijen	50.000	5.000	2.000	1.000
1 café-restaurant	30.000	7.000	1.500	500
1 kerk	3.000	2.000	-	-
	206.000 kWh/j	92.000	11.500	6.500 m ³ /j

- Hoeveel kost het jaarlijks energieverbruik in Deersum?
- Ga eens na waarvoor elektriciteit en warm water gebruikt wordt in de huizen, de boerderijen enzovoort.

BEOORDEEL ENERGIEPLAN A

In dit plan wordt de elektriciteit geleverd door

- één biogas-installatie. Het gas, dat ontstaat, wordt met behulp van een warmte-kracht-installatie omgezet in elektriciteit en warmte.
- een aantal windmolens.

De verdere warmtebehoefte wordt gedekt met aardgas van het landelijke net.

Om dit plan te beoordelen kun je de volgende zaken nagaan:

- hoeveel windmolens zijn er nodig?
- hoeveel elektriciteit en aardgas bespaar je?
- hoeveel kost dit plan?
- wat zijn de voor- en nadelen van dit plan?

HET PLAN

Deersum wil zelf voorzien in zijn elektriciteit. Op één van de boerderijen kan biogas gemaakt worden: de koeiestront wordt opgeslagen en ondergaat een gistingproces. Hieruit ontstaat methaangas. Met dit gas kan een WK-unit aangedreven worden. Een generator in de WK-unit levert elektriciteit en de restwarmte kan voor verwarming gebruikt worden. Via goed geïsoleerde leidingen wordt dit naar de huizen getransporteerd.

De overige elektriciteit wil men met windmolens opwekken. Deze komen in de omgeving van het dorp te staan.

De overige warmtebehoefte dekt men met aardgas, dat gewoon van het landelijk net betrokken wordt.

opdrachten

(de informatie die je nodig hebt vind je op info-blad A)

- ① Bepaal hoeveel elektriciteit en warmte de biogasinstallatie kan leveren per jaar.
- ② Ga na hoeveel elektriciteit een windmolen effectief per jaar kan leveren. En bepaal hoeveel windmolens er nodig zijn om in de overige elektriciteitsbehoefte te voorzien.
- ③ Hoeveel elektriciteit (van het landelijke net) en hoeveel aardgas wordt er met dit plan per jaar bespaard? Bereken dit ook in guldens.
- ④ Wat zijn de investeringskosten van dit plan? Na hoeveel jaar heb je de investering terugverdiend?
- ⑤ Wat is nu precies het voordeel van dit plan? Waarom zou je dit plan uitvoeren? Bespaart dit plan kwantiteit en kwaliteit van energie?

BEOORDEEL ENERGIEPLAN B

In dit plan worden de huizen van Deersum goed geïsoleerd: dubbele beglazing wordt aangebracht, spouwmuren worden gevuld, tegen dak en vloer wordt glaswoldeken aangebracht.

Om dit plan te beoordelen kun je de volgende zaken nagaan:

- hoeveel aardgas bespaar je jaarlijks met dit plan?
- hoeveel kost dit plan?
- wat zijn de voor- en nadelen van dit plan?

opdrachten

(de informatie die je nodig hebt vind je in infoblad B)

- ① Zoek op wat de K-waarden zijn van raam, spouwmuur, dak en vloer, voor en na isolatie. (Wat betekent het als b.v. de K-waarde van een muur 1,7 is?)
- ② Om de K-waarde om te kunnen rekenen naar m^3 aardgasverbruik per jaar bestaan er omrekeningsfactoren, die voor een gemiddeld huis in de praktijk bepaald zijn. Zoek deze getallen op.
- ③ Bereken nu het aardgasverbruik in de woonhuizen van Deersum voor en na isolatie. Bereken de besparing ook in guldens.
- ④ Bepaal de kosten van dit isolatieplan. Na hoeveel jaar heb je de investering terugverdiend?
- ⑤ Wat zijn de voor- en nadelen van dit plan? Wat is het voordeel voor de inwoners? Waarom zou je dit plan uitvoeren?

BEOORDEEL ENERGIEPLAN C

In dit plan wordt de kwaliteit van aardgas nuttiger gebruikt. Er worden in het dorp totalenergy-installaties geplaatst. Hiermee wordt warmte opgewekt, die zorgt voor verwarming van huizen en gebouwen, maar tevens wordt elektriciteit geproduceerd. Daarnaast worden in beide boerderijen warmtepompen geïnstalleerd. Deze zorgen ervoor dat de warmte uit de verse melk gebruikt kan worden voor de warm water voorziening van de boerderijen.

Om dit plan te beoordelen kun je de volgende zaken naqaan:

- hoeveel % van de elektriciteit kunnen de totems leveren?
- kunnen de warmtepompen voorzien in de hele warmwaterbehoefte op de boerderijen?
- hoeveel gas en elektriciteit van het landelijke net bespaar je met dit plan?
- hoeveel kost dit plan?
- wat zijn de voor- en nadelen van dit plan?

opdrachten

(de informatie die je nodig hebt vind je in infoblad C)

- ① Hoeveel totems zijn nodig om te kunnen zorgen voor de hele verwarming van Deersum?
Neem gemakshalve aan, dat de totems kontinu kunnen draaien en alle opgewekte warmte benut kan worden (b.v dankzij een opslag systeem) In werkelijkheid zal de warmte- en elektriciteitsbehoefte sterk variëren.
- ② Hoeveel % van het jaarlijks elektriciteitsverbruik kan door die totems geleverd worden?
- ③ Hoeveel Joules warmte kan op de boerderijen aan de verse melk onttrokken worden?
In hoeveel % van de warm waterbehoefte op de boerderijen kan op deze manier voorzien worden?
- ④ Hoeveel aardgas en elektriciteit (van het landelijk net) bespaar je met dit plan? Bereken dit ook in guldens.
- ⑤ Bereken de kosten van dit plan.
- ⑥ Wat is precies het voordeel van dit plan?
Waarom zou je dit plan uitvoeren?
Hoe bespaar je zo op kwantiteit en kwaliteit van energie?

BIJLAGE D.10.

STEL EEN ADVIES OP/VERGELIJK DE PLANNEN

Nu gaat het erom een goed advies voor Deersum op te stellen. Vergelijk de plannen en bepaal welk plan in Deersum de voorkeur verdient. Zet eerst nog eens de uitkomsten van je berekeningen op een rij:

	plan A	plan B	plan C
afname elektriciteitsbehoefte			
afname warmtebehoefte			
besparing elektriciteit van het landelijk net			
besparing aardgas verbruik			
kosten			
terugverdientijd			

- Ga bij ieder plan nog eens na welk nut het heeft voor de inwoners van Deersum. Welke voor- en nadelen zie je aan het plan?:

	voordelen	nadelen
plan A		
plan B		
plan C		

- Welk plan heeft jouw voorkeur? Wat zijn je argumenten?

INFO BLAD

DEERSUM

BIJLAGE D.10.

Globale omrekeningsfactoren voor de verschillende energiesoorten; de verbrandingswaarde van een energiedrager in een concreet geval zal afwijken van de hier gehanteerde gemiddelden.

	GJ	MWh	Gcal	ton ruwe aardolie, nafta, toe	ton steenkool, tse	10 ³ m ³ aardgas (bovenwaarde)	10 ³ m ³ aardgas (onderwaarde)	ton bruinkool
GJ	1,	,2773	,2388	,0239	,0341	,0284	,031	,0477
MWh	3,600	1,	,8598	,0860	,1228	,1024	,114	,1716
Gcal	4,187	1,163	1,	,1000	,1429	,1190	,132	,1995
ton ruwe aardolie, nafta, toe	41,87	11,63	10,00	1,	1,429	1,190	1,322	1,995
ton steenkool, tse	29,31	8,141	7,000	,700	1,	,833	,926	1,397
10 ³ m ³ aardgas (bovenwaarde, Gron. kwal.)	35,17	9,769	8,400	,840	1,200	1,	1,111	1,676
10 ³ m ³ aardgas (onderwaarde, Gron. kwal.)	31,65	8,792	7,560	,756	1,080	,900	1,	1,508
ton bruinkool	20,98	5,829	5,012	,501	,716	,596	,662	1,
ton steenkoolcokes	28,05	7,792	6,700	,670	,957	,797	,886	1,337
10 ³ m ³ cokesovengas	20,60	5,722	4,920	,492	,703	,585	,650	,982
10 ³ m ³ hoogoven gas	,3,273	,9091	,7817	,078	,112	,093	,103	,156
10 ³ m ³ hoogovenmenggas	5,171	1,436	1,235	,124	,176	,147	,163	,246
10 ³ m ³ raffinaderijgas	56,04	15,57	13,38	1,338	1,912	1,593	1,770	2,670
ton vloeibaar petroleum persgas	50,24	13,96	12,00	1,200	1,714	1,428	1,587	2,394
ton benzine (motor, vliegtuig)	46,91	13,03	11,21	1,121	1,601	1,333	1,481	2,236
ton jet fuel op petroleum basis	45,22	12,56	10,80	1,080	1,543	1,285	1,428	2,155
ton petroleum	44,17	12,27	10,55	1,055	1,507	1,255	1,394	2,105
ton gas-, diesel en lichte stookolie	41,78	11,61	9,980	,998	1,426	1,188	1,320	1,991
ton zware stookolie	41,13	11,43	9,825	,983	1,404	1,170	1,300	1,960
ton petroleum cokes	29,40	8,166	7,021	,702	1,003	,835	,928	1,401
ton brandhout	9,83	2,740	2,350	,235	,336	,280	,310	,469
10 ⁶ BTU	1,054	,292	,252	,0252	,036	,030	,033	,0503

1 ton = 1000 kg
 1 Wh = 3600 J
 M (mega) = 10⁶
 G (giga) = 10⁹

28 Verbrandingswarmten

stof	verbrandingswarmte	
steenkool hout	in J kg ⁻¹	29 · 10 ⁶
		16 · 10 ⁶
spiritus benzine stookolie gasolie	in J m ⁻³	18 · 10 ⁹
		33 · 10 ⁹
		40 · 10 ⁹
		36 · 10 ⁹
waterstof methaan aardgas butagas biogas	in J m ⁻³ (273 K, p = p ₀)	10 · 10 ⁶
		34 · 10 ⁶
		30 · 10 ⁶
		47 · 10 ⁶
		25 · 10 ⁶

BIJLAGE D.10.

GEMEENTELIJK ADMINISTRATIEBEDRIJF

BLOEMSTRAAT 54 - 9712 LG GRONINGEN
 TELEFOON (050) 185118 - POSTGIRO 809100

VERBRUIKERSNUMMER

AFREKENING OVER DE VERBRUIKSPERIODE

NOTA voor de Hr./Mw./Fa.

1363149400

JAN 82 - DEC 82

LOO F.A.V/D
 SCHAEPMANLN 64
 9722 NV GRONINGEN

VOORT VERBRUIKSGEGEVENS	TIJDPAK		METER NUMMER	BEGIN STAND	EIND- STAND	VERBRUIK	TARIEF IN CENTEN	BEDRAGEN	B.T.W.		TOTAAL BEDRAGEN
	VAN	T/M							%	BEDRAG	
G	011281	011282	008186872	51847	54594	2747	4560	12526318		22547	147810
E	011281	011282	000088925	35185	36964	1779	2256	4013418		7224	47358
VASTE BEDRAGEN	VASTRECHT GAS						CODE 01	480018		864	5664
	VASTRECHT ELEC						CODE 12	706818		1272	8340
	GEISERHUUR						CODE 86	600018		1080	7080
	OPHAALRECHT						CODE 90	6516 0			6516
	MILIEUHEFFING							12918		23	152
TOTAAL VERSCHULDIGD											222920
BEREKENDE TERMIJNBEDRAGEN											152400
TE WEINIG BEREKEND											70520
TERMIJN JANUARI 1983											19800
19800											90320
MAANDEL. TERMIJN NIEUWE JAARPERIODE										TE ONTVANGEN	TE BETALEN

BIJLAGE D.10.

BIO-GAS INSTALLATIE

De boerderij heeft 100 koeien; deze leveren jaarlijks $\pm 35.00 \text{ m}^3$ biogas.
 De installatie heeft zelf $0,2 \cdot 10^6 \text{ MJ/jaar}$ nodig voor verwarmen, roeren, pompen e.d.
 De WK-unit produceert uit 1 m^3 biogas 2 kWh elektriciteit en 18.000 kJ warmte.
 In de warmte-transportleidingen treedt een warmte-verlies van 25% op.

WINDMOLEN

De windmolens die men op het oog heeft hebben een as op 20 m hoogte. De molen kan per jaar 110.000 kWh leveren.
 Maar windaanbod en behoefte lopen niet gelijk: in de praktijk kan 55% van de windopbrengst nuttig gebruikt worden.

KOSTEN

biogas-installatie	f 150.000,-
WK-unit	f 60.000,-
warmtetransportleidingen	f 50.000,-
1 windmolen	f 135.000,-

BIJLAGE D.10.

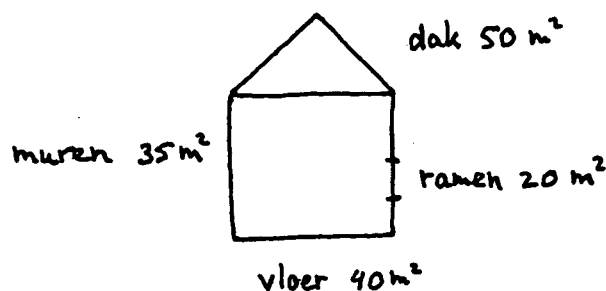
K-WAARDEN VAN
BOUWMATERIALEN

materiaal	K-waarde in W/m ² K
enkel glas 3 mm	6
dubbel glas (spouw- breedte > 20 mm)	3
enkelsteens bak- steen muur 11 cm	3,5
dubbele baksteen muur (spouwbreedte 5 cm)	1,7
kurk 5 cm	0,7
aluminium 4 mm	6
beton 11 cm	4,5
hout 2 cm	4,5-5
polystyreen 5 cm	1,3
polyurethaan-schuim 5 cm	0,9
dubbele baksteen muur (spouwbreedte 5 cm gevuld met pu-schuim)	0,7

Relatie tussen *k*-waarde en
aardgasverbruik

Met behulp van de *k*-waarde kunnen wij het mogelijke effect van isolatie gemakkelijk nagaan. Daar is een bepaalde vuistregel voor, die een ruwe *schatting* mogelijk maakt. Deze vuistregel is alleen geldig voor vertrekken waarin een normale temperatuur heerst (in de buurt van 20° C). Die regel luidt: "Het aantal kubieke meters gas dat per stookseizoen naar buiten verdwijnt door één vierkante meter van een dak, wand of raam, is ongeveer gelijk aan 10 x *k*. Voor een vloer komt het ongeveer neer op 4 x *k* als de vloer niet geïsoleerd is, en 7 x *k* als hij wel geïsoleerd is. Voor zolders en slaapkamers die nauwelijks verwarmd worden, geldt 7 x *k*.

Isolatie-activiteiten ZELF DOEN	besparing m3 gas per m2 oppervlak in <i>f</i> per jaar		kosten materi- aal per m2 opp.
(subsidie)	m3	<i>f</i>	<i>f</i>
VOORZETRAMEN (25%) slaapkamer woonkamer	15 30	8,79 17,58	95,00 95,00
GEVELISOLATIE (30%) muren aan de binnen- zijde	9	5,27	21,00
DAKISOLATIE (30%) verwarmde zolder onverwarmde zolder	10 6	5,86 3,52	22,00 22,00
VLOERISOLATIE (30%)	5	2,93	10,00
LEIDINGISOLATIE	9/m'	5,27	5,-/8,-



Isolatiemaatregel LATEN DOEN	besparing m3 gas per m2 oppervlak in <i>f</i> per jaar		kosten materi- aal en arbeid per m2 opperv.
(subsidie)	m3	<i>f</i>	<i>f</i>
SPOUWVULLING (30%)	10	5,86	20,00
DUBBELGLAS (25%) slaapkamer woonkamer	15 30	8,79 17,58	200,00 200,00

BIJLAGE D.10.

Produktinformatie TOTEM

Motor	: Fiat 127, 903 cm ³ , brandstof aardgas (of biogas)
Mechanisch vermogen	: 16,5 kW
Elektrisch vermogen	: 15 kW
Thermisch vermogen	: 39,3 kW= 33.800 kCal per uur
Verbruik	: ca. 6,3 m ³ aardgas per uur
Afmetingen	: 113 x 90 x 91 cm
Gewicht	: ca. 550 kg
De installatie is geleverd door	Lang Energy Systems b.v. Europaweg 212, 7336 AR APELDOORN
prijs	f 26.755

GEGEVENS OVER DE WARMTEPOMP

Op iedere boerderij wordt jaarlijks
326.000 liter melk geproduceerd.

Deze wordt afgekoeld van 35°C tot
4°C.

De (elektrische) warmtepomp zet deze
warmte om in warmte van 80°C, waar-
mee in het warme water voor de boer-
derij voorzien wordt. Op deze manier
wordt 60% van de warmte effectief
gebruikt.

De pomp verbruikt jaarlijks 1900 kWh
elektriciteit.

Prijs: f 66.000,--.

KORTE HANDLEIDING

- Ga er even rustig voor zitten en neem alle vragen eerst een keer door voordat u begint met antwoorden.
- Bekijk indien mogelijk, van te voren het Tussenrapport en/of de B.M.D.-krant en/of ander leesmateriaal, of spreek er met anderen over.
- Bij elke vraag staat duidelijk uitgelegd wat bij die vraag de bedoeling is. Elke vraag is voorzien van een toelichting.
- Bij een aantal vragen kunt u kiezen uit twee of drie mogelijkheden, waar bepaalde groeperingen uit onze samenleving voorstanders van zijn. Bij deze verschillende standpunten worden steeds de meest gehoorde argumenten genoemd, met inbegrip van mogelijke gevolgen.
- Soms zal het moeilijk zijn om uit de verschillende standpunten te kiezen. Wij geven u dan ook steeds de gelegenheid om bij het standpunt dat u kiest aan te geven of u er volkomen, grotendeels, of slechts ten dele achter staat.
Mocht u het slechts gedeeltelijk eens zijn met het standpunt dat u heeft gekozen, dan kunt u uw twijfels over dit standpunt in het kort noteren. U kunt van deze notities gebruik maken in de discussies. Een ruime steekproef van de gemaakte opmerkingen zal door de Stuurgroep worden onderzocht en gerapporteerd.
- Wees duidelijk in het geven van antwoorden, zodat deze straks goed verwerkt kunnen worden.
- Op de meeste vragen kunt u slechts antwoorden door een kruisje te zetten. Het zijn "gesloten" vragen die achteraf gemakkelijk te verwerken zijn. De Stuurgroep is zich er van bewust dat dit u beperkt in het weergeven van uw meningen. Om deze reden is vraag 12 dan ook een open vraag geworden: "Wat heeft de Stuurgroep vergeten u te vragen?"
- Dit vragen-formulier levert u in bij de Voorzitter van de Discussiebijeenkomsten of u stuurt het op naar de Stuurgroep.
- Het Tussenrapport is voor vijf gulden verkrijgbaar bij vrijwel alle Openbare bibliotheken en bij de Discussiebijeenkomsten. U kunt ook f 9,25 overmaken op postgiro 121488, t.n.v. Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid, Postbus 20102, 2500 EC Den Haag. In dit bedrag zijn de verzendkosten begrepen. Zodra de overschrijving is ontvangen, wordt het Tussenrapport u toegestuurd.

1. Over doelstellingen van het toekomstige energiebeleid

Hieronder staan acht doelstellingen, die voor het Nederlandse energiebeleid van belang zijn. Men kan die doelstellingen meer of minder belangrijk vinden. Dat wil zeggen: men zou er meer of minder belastinggeld voor over kunnen hebben om deze of gene doelstelling na te streven. Het gaat er dus in feite om dat de prijs moet worden vastgesteld die u voor het verwezenlijken van uw doelstellingen wilt betalen. De negende doelstelling kunt u zelf invullen.

Stel dat u 100 punten te verdelen hebt. Elk punt stelt 1 miljoen gulden Nederlands belastinggeld voor. Probeer u nu eens die 100 punten (of miljoenen) over deze doelstellingen hieronder te verdelen. Doe het zo dat u aan de belangrijkste doelstelling de meeste punten (het meeste geld) toekent. Aan de minst belangrijke doelstelling geeft u de minste punten.
BEDENK DAT U MAAR 100 PUNTEN HEBT. WAT U AAN DE ENE DOELSTELLING TOEKENT, KAN NIET MEER AAN ANDERE DOELSTELLINGEN WORDEN TOEGEKEND.
Wanneer u aan een doelstelling 0 (nul) punten geeft, wil dat zeggen dat u deze doelstelling totaal onbelangrijk vindt. Als u aan een doelstelling 100 punten geeft, wil dat zeggen dat u enkel en alleen die doelstelling wilt nastreven. Hoe belangrijker u een bepaalde doelstelling vindt, des te meer punten moet u er bij invullen en omgekeerd.

VRAAG 1: HOE MOETEN VOLGENS U DE 100 PUNTEN WORDEN VERDEELD ZODAT HET BELANG VAN ELKE DOELSTELLING VOOR HET ENERGIEBELEID HET BESTE WORDT WEERGEGEVEN?

(Tip: probeer het eerst met potlood; vul pas met pen of ballpoint in als u zich van het antwoord redelijk zeker voelt)

Doelstellingen van energiebeleid:	aantal punten (zelf invullen)	Deze kolom niet beschrijven
1. Er voor zorgen dat Nederland in zijn energievoorziening zo weinig mogelijk kwetsbaar en afhankelijk is		(K11/12)
2. Zo laag mogelijk houden van de prijs van electriciteit, gas, olie en benzine voor <i>gezinshuishoudingen</i>		(K13/14)
3. Zo laag mogelijk houden van de prijs van electriciteit, gas, olie en benzine voor <i>industriële ondernemingen</i> , voor transport- en vervoersbedrijven en voor de land- en tuinbouw		(K15/16)
4. Het bestrijden van milieuvervuiling, en het tegengaan van (verdere) aantasting van natuur en landschap		(K17/18)
5. Het verminderen - of in elk geval niet vergroten - van de (andere) risico's en gevaren van de energievoorziening voor de samenleving		(K19/20)
6. Er voor zorgen dat voldoende en betaalbare energie beschikbaar is voor de armste landen in de wereld		(K21/22)
7. Er voor zorgen dat (nog) veel meer energie wordt bespaard, door warmte-isolatie van woningen en gebouwen, efficiënter gebruik van energie, enz.		(K23/24)
8. Zorgen voor grotere energiebesparing op het gebied van verkeer en vervoer		(K25/26)
9. (Hier kunt u als u dat wilt, zelf nog een doelstelling van het energiebeleid invullen)		(K27/28)

TOTAAL VAN: 100 PUNTEN

(vul in elk vakje een getal in - ten minste 0 en ten hoogste 100; controleer of alle punten tezamen een totaal van 100 oplevert)

2. Over energieverbruik en energiebesparing in het algemeen

In deze vraag gaat het over de hoogte van het toekomstig energieverbruik en ook over de mate waarin energie bespaard zou moeten worden. Er worden u drie verschillende standpunten voorgelegd. Elk standpunt wordt kort beschreven, aan de hand van de meest gehoorde argumenten vóór dat standpunt. Als u één van de standpunten kiest, betekent dat niet per se dat u ook alle argumenten voor dit standpunt onderschrijft, of dat u alle argumenten voor een ander standpunt verworpt. In de scenario's die in het Tussenrapport en in de BMD-krant worden beschreven, klinken deze argumenten door.

Standpunt 1. Het energieverbruik moet niet worden beperkt

Meest gehoorde argumenten:

Groei van het energieverbruik is nodig voor het economisch herstel van ons land. Bij beperking van de energievoorziening zal de werkgelegenheid nog verder in gevaar komen. Toename van energieverbruik wordt vanzelf wel afgeremd als dat nodig is, doordat bij schaarste de prijzen van energie vanzelf omhoog gaan. Allelei energiebronnen moeten vrijelijk kunnen worden ingezet, al dan niet met kernenergie en duurzame bronnen. De groei van de industriële productie zal de middelen verschaffen om de nieuwe energiebronnen verder te ontwikkelen. Dan zal er ook voldoende geld zijn om milieu en natuur te beschermen. Het "Industrieel Herstel" scenario is hier het meest van toepassing.

Standpunt 2. Het energieverbruik moet minder groeien

Meest gehoorde argumenten:

Bij een wat mindere groei van het energieverbruik blijft een beperkte economische groei mogelijk. Hierbij wordt, door arbeidstijdverkorting en verdeling van het beschikbaar werk, meer vrije tijd geschapen. Het niveau van onze welvaart kan daarbij gehandhaafd worden. Voor de energievoorziening moeten zoveel mogelijk verschillende energiebronnen worden ingeschakeld, al dan niet met kernenergie. Het zal bij dit alles niet moeilijk zijn om milieuvervuiling te bestrijden en de natuur te beschermen. Het "Arbeidsdelingsscenario" is hier het meest van toepassing.

Standpunt 3. Het energieverbruik moet sterk worden afgeremd

Meest gehoorde argumenten:

Het verbruik van zoveel energie is echt niet nodig voor een leefbare maatschappij. Het grote belang van een schoon milieu, een beschermde natuur en een veiliger samenleving vergt dat er in Nederland een verandering van levensstijl komt. Deze moet gepaard gaan met een andere economische ontwikkeling. Daarin zijn bedrijven kleinschaliger en voorzien mensen veel meer in hun eigen levensbehoeften. Dat zal ook de werkgelegenheid ten goede komen. De energievoorraden in de wereld zijn beperkt. Ook de arme landen van de Derde Wereld moeten er gebruik van kunnen maken. Op allerlei terreinen zal daarom sterk op energie bezuinigd moeten worden. De overheid kan dit bevorderen door belastingen te heffen op energieverbruik en door maatregelen te subsidiëren die leiden tot een efficiënter gebruik van energie. De welvaart in Nederland zal daardoor niet verminderen, maar de particuliere consumptie neemt minder sterk toe. De bestedingen zullen van aard veranderen (bv. minder aankoop van dure goederen en meer reparaties). Het "Behoud van Milieu en Welvaart"-scenario (het "CE-scenario") is hier het meest van toepassing.

VRAAG 2a: WELK VAN DE DRIE STANDPUNTEN, ZOALS ZE HIERBOVEN OMSCHREVEN STAAN, SPREEKT U HET MEESTE AAN?

één hokje
aankruisen

- standpunt 1: "Het energieverbruik moet niet worden beperkt" ☐ 1
standpunt 2: "Het energieverbruik moet minder groeien" ☐ 2 (K29)
standpunt 3: "Het energieverbruik moet sterk worden afgeremd" ☐ 3

VRAAG 2b: WILT U HIERONDER TEVEN AANKRUISEN HOE STERK U ACHTER HET STANDPUNT STAAT DAT U GEKOZEN HEEFT?

één hokje
aankruisen

- Het standpunt dat ik gekozen heb:
daar sta ik volkomen achter ☐ 1
daar sta ik grotendeels achter ☐ 2 (K30)
daar sta ik slechts ten dele achter ☐ 3
slechts ten dele, omdat

3. Over de mate waarin verschillende energiebronnen worden benut in de totale energievoorziening rond het jaar 2000

In de energievoorziening van Nederland wordt gebruik gemaakt van aardgas, aardolie, kernenergie, steenkool, zonne-energie en, op zeer kleine schaal, biogas (uit dierlijke mest). Dikwijls wordt gepraat over de vraag of er in de toekomst meer of minder van elke energiebron zou moeten worden gebruikt. U moet daarbij bedenken dat: "meer gebruiken" niet altijd mogelijk is, bijv. omdat de techniek nog niet ver genoeg gevorderd is. Ook "minder gebruik" kan moeilijkheden opleveren, omdat de energiebron die men zou willen verminderen niet gemakkelijk door een andere te vervangen is (als men dat tenminste zou willen). Wie van alle energiebronnen "veel meer" zou willen gebruiken, wil daarmee dat het energieverbruik over de hele linie toeneemt. Omgekeerd: wie van alles "veel minder" wil, zegt daarmee dat-ie het energieverbruik sterk wil afremmen.

Hieronder staan in de linkerkolom de percentages waarvoor de Nederlandse energievoorziening in 1980 afhankelijk was van verschillende soorten energie. In de rechterkolom kunt u zelf aangeven of u het gebruik van de verschillende bronnen in het jaar 2000 vermeerderd of verminderd zou willen zien. De argumenten die u daarbij gebruikt, kunnen heel verschillend zijn. U zou kunnen denken aan het handhaven van welvaart en comfort, aan stimulering van werkgelegenheid, aan afhankelijkheid van andere landen, aan risico's en gevaren, aan milieuvervuiling, aan energiebesparing, of aan het (beter) benutten van Nederlandse voorraden. Kortom: de voorkeuren die u aangeeft, hebben consequenties voor het leven en de welvaart in Nederland.

N.B. Deze vraag wordt gevolgd door vijf afzonderlijke vragen over aardolie, steenkool, aardgas, kernenergie en duurzame energiebronnen.

VRAAG 3: WELKE ENERGIEBRONNEN Zouden IN HET JAAR 2000 MEER, EVENVEEL, MINDER, OF NIET MOETEN WORDEN GEBRUIKT?

(Geef uw antwoord per regel hieronder; zet steeds een kruisje in één van de 6 vakjes)

GEBRUIK IN 1980 afgerond in per- centages			ER ZOU IN HET JAAR 2000 VAN DEZE ENERGIEBRONNEN MOETEN WORDEN GEBRUIKT:						
		in woorden	in woorden						
1. Aardgas	47%	heel veel	veel meer ☐ 1	meer ☐ 2	evenveel ☐ 3	minder ☐ 4	veel minder ☐ 5	niets ☐ 6	(K31)
2. Aardolie	45%	heel veel	veel meer ☐ 1	meer ☐ 2	evenveel ☐ 3	minder ☐ 4	veel minder ☐ 5	niets ☐ 6	(K32)
3. Steenkool	6%	heel weinig	veel meer ☐ 1	meer ☐ 2	evenveel ☐ 3	minder ☐ 4	veel minder ☐ 5	niets ☐ 6	(K33)
4. Kernenergie	2%	heel weinig	veel meer ☐ 1	meer ☐ 2	evenveel ☐ 3	minder ☐ 4	veel minder ☐ 5	niets ☐ 6	(K34)
5. Duurzame energiebronnen (wind, zon, waterkracht, energie uit biomassa)	—	nauwelijks	veel meer ☐ 1	meer ☐ 2	evenveel ☐ 3	minder ☐ 4	veel minder ☐ 5	niets ☐ 6	(K35)

4. Over het toekomstige gebruik van aardolie

Met betrekking tot het gebruik van aardolie voor de toekomst zijn er drie mogelijke standpunten. Het is de bedoeling dat u aangeeft welk standpunt u de beste vindt. Bij elke keuze-mogelijkheid hieronder wordt een aantal "veel gehoorde argumenten" opgesomd. Als u één standpunt kiest, betekent dat niet dat u de argumenten daarbij ook alle onderschrijft.

Standpunt 1. Het gebruik van aardolie moet sterk worden afgeremd

Veel gehoorde argumenten:

Op de langere termijn gaan de olieprijsen weer aanzienlijk stijgen. De groei van de wereldbevolking en de toenemende vraag naar energie in de Derde Wereld spelen hierbij een belangrijke rol. Met de prijsverhogingen moeten we nu al rekening houden. Daarom moeten we andere, goedkopere alternatieven ontwikkelen en gebruiken. Het gebruik van olie heeft nadelige gevolgen voor het milieu en het maakt ons te afhankelijk van buitenlandse leveranciers.

Standpunt 2. Het gebruik van aardolie moet worden beperkt

Veel gehoorde argumenten:

Aardolie moet wel gebruikt blijven als grondstof voor de industrie en als brandstof voor het verkeer en vervoer, maar in mindere mate voor het opwekken van elektriciteit. Het gebruik van olie heeft nadelige gevolgen voor het milieu, het draagt bij aan het CO₂-gehalte in de lucht ("broeikas-effect"). Een te groot gebruik van aardolie maakt ons afhankelijk van buitenlandse leveranciers.

Standpunt 3. Het gebruik van aardolie moet niet worden beperkt

Veel gehoorde argumenten:

Er blijkt in de wereld meer aardolie te zijn dan we dachten. De olieprijsen kunnen op korte termijn misschien tijdelijk gaan dalen. De risico's verbonden aan het gebruik van aardolie zijn niet zo groot als die van kernenergie en kolen. Olie blijft dan voor een belangrijk deel de brandstof voor transport en om elektriciteit op te wekken, zowel in grote centrales als bij warmte-krachtkoppeling. Met de afhankelijkheid van het buitenland valt het wel mee.

VRAAG 4a: WELK VAN DEZE STANDPUNTEN IS VOLGENS U HET BESTE?

- | | één hokje
aankruisen | |
|--|----------------------------|-------|
| standpunt 1: "Het gebruik van aardolie moet sterk worden afgeremd" | ☐ 1 | |
| standpunt 2: "Het gebruik van aardolie moet worden beperkt" | ☐ 2 | (K36) |
| standpunt 3: "Het gebruik van aardolie moet niet worden beperkt" | ☐ 3 | |

VRAAG 4b: WILT U TEVENS HIERONDER AANKRUISEN HOE STERK U ACHTER HET STANDPUNT STAAT DAT U ZOJUIST GEKOZEN HEEFT?

- | | één hokje
aankruisen | |
|-------------------------------------|----------------------------|-------|
| Het standpunt dat ik gekozen heb: | | |
| daar sta ik volkomen achter | ☐ 1 | |
| daar sta ik grotendeels achter | ☐ 2 | (K37) |
| daar sta ik slechts ten dele achter | ☐ 3 | |
| slechts ten dele, omdat | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

5. Over het toekomstig gebruik van steenkool

Over de inzet van kolen voor de elektriciteitsvoorziening zijn er ruwweg drie keuzemogelijkheden. Ze worden hieronder aangegeven. Het is de bedoeling dat u aangeeft welk standpunt volgens u het beste is. Een ander gebruik van steenkool is heel goed mogelijk, maar zal (voorlopig) geen grote omvang kunnen aannemen. Bij elke mogelijkheid hieronder worden de "veel gehoorde argumenten" opgesomd. Als u voor één standpunt kiest, betekent dat niet, dat u dan ook alle argumenten er bij onderschrijft.

Standpunt 1. Het gebruik van steenkool moet worden uitgebreid; er moeten meer kolencentrales komen

Veel gehoorde argumenten:

Er is in de wereld een overvloed aan steenkool beschikbaar. De prijs van kolen is naar verhouding laag, en dat zal voorlopig zo blijven. Kolen zijn vooral geschikt als energiebron voor elektriciteitsopwekking. Ook zou steenkool meer gebruikt moeten worden in de industrie, mits aan milieu-eisen wordt voldaan.

Het zal wel mogelijk, maar niet goedkoop zijn om luchtvervuiling door zwaveldioxide te bestrijden. Er zal zeker een goede oplossing worden gevonden voor het wegwerken van de bergen kolen en slakken, die bij centrales zullen worden geproduceerd. Het onderzoek en de toepassing van kolenvergassing moeten worden gestimuleerd.

Standpunt 2. Steenkool moet zo weinig mogelijk gebruikt worden

Veel gehoorde argumenten:

Steenkool is weliswaar overvloedig beschikbaar, en het is tamelijk goedkoop. Maar de nadelige gevolgen van massaal gebruik van kolen zijn groter dan de voordelen. Het verbranden van grote hoeveelheden steenkool draagt bij tot sterke luchtvervuiling door zwaveldioxide. In Noord-Europa leidt deze nu al tot de zogenaamde "zure regen", die de kwaliteit van rivieren en meren aantast. De kooldioxide die bij verbranding van kolen vrijkomt, draagt bij tot een verandering in de samenstelling van de hogere luchtlagen (het zogenaamde "broeikas-effect"). Of er nu veel of weinig energie nodig is in de toekomst, het massale gebruik van steenkool moet in elk geval zoveel mogelijk vermeden worden. Dan zitten we ter plekke ook niet met bergen afval.

Standpunt 3. Uitbreiding van het steenkoolgebruik moet (voorlopig) zeer gematigd zijn

Veel gehoorde argumenten:

Een grotere inzet van steenkool is noodzakelijk om de elektriciteitsvoorziening te spreiden over een groter aantal verschillende energiebronnen. Steenkool is in overvloed beschikbaar en het is een tamelijk goedkope brandstof. Nadelen zijn de toenemende luchtvervuiling door zwaveldioxide en het "broeikas-effect" als gevolg van CO₂. Samen met de problemen van vliegas en slakkenbergen zijn deze nadelen ernstig genoeg om voorlopig nog maar heel voorzichtig te zijn met de uitbreiding van het steenkoolgebruik.

VRAAG 5a: WELK VAN DEZE DRIE STANDPUNTEN IS VOLGENS U HET BESTE?

- | | één hokje
aankruisen | |
|--|----------------------------|-------|
| standpunt 1: "Het gebruik van steenkool moet worden uitgebreid; er moeten meer kolencentrales komen" | ☐ 1 | |
| standpunt 2: "Steenkool moet zo weinig mogelijk gebruikt worden" | ☐ 2 | (K38) |
| standpunt 3: "Uitbreiding van het steenkoolgebruik moet (voorlopig) zeer gematigd zijn" | ☐ 3 | |

VRAAG 5b: WILT U HIERONDER TEVENS AANKRUISEN HOE STERK U ACHTER HET STANDPUNT STAAT DAT U ZOJUIST GEKOZEN HEEFT?

- | | één hokje
aankruisen | |
|-------------------------------------|----------------------------|-------|
| Het standpunt dat ik gekozen heb: | | |
| daar sta ik volkomen achter | ☐ 1 | |
| daar sta ik grotendeels achter | ☐ 2 | (K39) |
| daar sta ik slechts ten dele achter | ☐ 3 | |
| slechts ten dele, omdat | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

6. Over het toekomstig gebruik van aardgas

Met betrekking tot het toekomstig gebruik van aardgas (dat Nederland in eigen bodem heeft) zijn er drie mogelijke standpunten. Hierin worden ook prijsoverwegingen genoemd. Het is de bedoeling dat u aangeeft welk standpunt u het beste vindt. Bij elke keuzemogelijkheid hieronder wordt een aantal "veel gehoorde argumenten" opgesomd. Als u één standpunt kiest, betekent dat niet dat u de argumenten daarbij ook alle onderschrijft.

Standpunt 1. Het gebruik van aardgas moet zoveel mogelijk worden beperkt

Veel gehoorde argumenten:

Aardgas moet als reserve voor later worden bewaard. Dat wil zeggen dat aardgas slechts gebruikt moet worden voor verwarming, om op te koken, als grondstof, en om het te exporteren (dit laatste wordt volgens plan beëindigd). Het gebruik van aardgas om in grote centrales elektriciteit op te wekken, moet sterk worden teruggebracht. Voor warmte-krachtkoppeling mag het wel worden aangewend. De prijs van het aardgas moet worden gekoppeld aan die van aardolieproducten ("marktprijs"). De overheid mag haar inkomsten niet op peil houden of vergroten door het gebruik van aardgas te stimuleren.

Standpunt 2. Het gebruik van aardgas moet worden vergroot, zonder de prijs er van te verlagen

Veel gehoorde argumenten:

Er is veel meer aardgas dan we dachten. Daarom moet aardgas nu extra worden ingezet. Gas is van alle fossiele brandstoffen het schoonste. Gas zou voor een belangrijk deel kunnen worden ingezet om elektriciteit te maken, zowel in grote centrales als via warmte-krachtkoppeling. De overheid krijgt dan ook meer inkomsten. De prijs moet niet worden verlaagd, want worden het gas en andere fossiele brandstoffen op den duur schaarser, dan hebben wij ons niet ingesteld op hoge prijzen.

Standpunt 3. Het gebruik van aardgas moet worden vergroot, en de prijs er van moet worden verlaagd

Veel gehoorde argumenten:

Er is veel meer aardgas dan we dachten. Daarom moet aardgas nu extra worden ingezet. Voor de consument: om de woonlasten omlaag te brengen. Voor het bedrijfsleven: om goedkoper te kunnen produceren, zodat het de export van Nederlandse producten ten goede komt. Ook moet gas ruimer worden ingezet voor de elektriciteitsopwekking. Tegen de tijd dat de gasvoorraad is uitgeput, is er vast een goede energiebron voor in de plaats te stellen.

VRAAG 6a: WELK VAN DEZE DRIE STANDPUNTEN IS VOLGENS U HET BESTE?

	één hokje aankruisen
standpunt 1: "Het gebruik van aardgas moet zoveel mogelijk worden beperkt"	☐ 1
standpunt 2: "Het gebruik van aardgas moet worden vergroot, zonder de prijs er van te verlagen"	☐ 2 (K40)
standpunt 3: "Het gebruik van aardgas moet worden vergroot, en de prijs er van moet worden verlaagd"	☐ 3

VRAAG 6b: WILT U HIERONDER TEVEN AANKRUISEN HOE STERK U ACHTER HET STANDPUNT STAAT DAT U ZOJUIST GEKOZEN HEEFT?

	één hokje aankruisen
Het standpunt dat ik gekozen heb:	
daar sta ik volkomen achter	☐ 1
daar sta ik grotendeels achter	☐ 2 (K41)
daar sta ik slechts ten dele achter	☐ 3
slechts ten dele, omdat	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

7. Over het toekomstig gebruik van kernenergie

Over de rol van kernenergie in de nabije toekomst zijn er drie mogelijke standpunten. Die vindt u hieronder genoemd. Het is de bedoeling dat u aangeeft welk standpunt u het beste vindt. U moet daarbij bedenken dat kernenergie tot nog toe bijna alleen gebruikt wordt voor de opwekking van elektriciteit. Bij elke keuzemogelijkheid hieronder wordt een aantal "veel gehoorde argumenten" opgesomd. Als u één standpunt kiest, betekent dat niet dat u de argumenten daarbij ook alle onderschrijft.

Standpunt 1. Het gebruik van kernenergie moet voorlopig beperkt blijven tot de twee kerncentrales in Borssele en Dodewaard

Veel gehoorde argumenten:

De kennis en ervaring op het gebied van kernenergie moeten op peil worden gehouden. Het kost veel geld om kerncentrales te sluiten en te ontmantelen. Het is beter om voor de toekomst alle mogelijkheden open te houden. Misschien lukt het om de technische problemen onder de knie te krijgen, zodat ook de opberging van radio-actief afval geen groot probleem meer vormt. Wanneer de economie zich herstelt zal de vraag naar energie weer toenemen. Als de veiligheidsproblemen zijn opgelost kan dan altijd nog worden besloten om er nieuwe kerncentrales bij te bouwen. Dat zal ook de positie van het bedrijfsleven en de werkgelegenheid ten goede komen.

Standpunt 2. Het gebruik van kernenergie moet worden uitgebreid; er moeten een of meer nieuwe kerncentrales bijgebouwd worden

Veel gehoorde argumenten:

Kernenergie is een goedkope bron van energie, die ons minder afhankelijk maakt van aardgas en aardolie. De benodigde uranium is in de wereld goed gespreid voorradig. Kerncentrales zijn milieuvriendelijk; ze veroorzaken nauwelijks luchtvervuiling. Hun radio-activiteit in de omgeving is te verwaarlozen, vergeleken bij andere stralingsbronnen. Niet alleen goedkope energie is noodzakelijk, maar ook de wetenschap en technologie op het gebied van kernenergie zijn hard nodig voor onze economie. Voor het radio-actieve afval zullen binnenkort goede opbergplaatsen worden gevonden. Alles bij elkaar wegen de voordelen van kernenergie op tegen de nadelen.

Standpunt 3. Het gebruik van kernenergie moet definitief worden afgewezen; ook de twee bestaande kerncentrales moeten worden gesloten

Veel gehoorde argumenten:

Kernenergie kan door de mens niet voldoende onder controle worden gebracht. Bepaalde technische problemen zijn niet helemaal opgelost. De mogelijkheid van menselijke fouten is nooit uit te sluiten. We weten niet waartoe een ernstig ongeval allemaal zou kunnen leiden. Met het radio-actieve afval weten we niet goed raad. Het gebruik van kernenergie kan leiden tot verdere verspreiding van kernwapens. Alles bij elkaar zijn de risico's van kernenergie onverantwoord groot. En het is zeer onduidelijk of elektriciteit uit kerncentrales wel zo goedkoop is. Alleen al met de bouw en de latere ontmanteling van een kerncentrale zijn hoge kosten gemoeid.

VRAAG 7a: WELK VAN DEZE DRIE STANDPUNTEN IS VOLGENS U HET BESTE?

	één hokje aankruisen
standpunt 1: "Het gebruik van kernenergie moet voorlopig beperkt blijven tot de twee kerncentrales in Borssele en Dodewaard"	☐ 1
standpunt 2: "Het gebruik van kernenergie moet worden uitgebreid; er moeten een of meer nieuwe kerncentrales bijgebouwd worden"	☐ 2 (K42)
standpunt 3: "Het gebruik van kernenergie moet definitief worden afgewezen; ook de twee bestaande kerncentrales moeten worden gesloten"	☐ 3

VRAAG 7b: WILT U HIERONDER TEVEN AANKRUISEN HOE STERK U ACHTER HET STANDPUNT STAAT DAT U ZOJUIST GEKOZEN HEEFT?

	één hokje aankruisen
Het standpunt dat ik gekozen heb:	
daar sta ik volkomen achter	☐ 1
daar sta ik grotendeels achter	☐ 2 (K43)
daar sta ik slechts ten dele achter	☐ 3
slechts ten dele, omdat	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

8. Over het toekomstig onderzoek en gebruik van duurzame energiebronnen (zon, wind e.d.)

Met betrekking tot het gebruik van duurzame energiebronnen, zon, wind, energie uit biomassa en waterkracht zijn er voor de toekomst drie mogelijke standpunten.
Het is de bedoeling dat u aangeeft welk standpunt u het beste vindt. Bij elke keuzemogelijkheid hieronder wordt een aantal "veel gehoorde argumenten" opgesomd. Als u één standpunt kiest, betekent dit niet dat u de argumenten daarbij ook alle onderschrijft.

Standpunt 1. De verdere mogelijkheden van het gebruik van duurzame energiebronnen moeten zo snel mogelijk worden onderzocht en benut

Veel gehoorde argumenten:

De duurzame energiebronnen kunnen veel meer worden gebruikt om te voorzien in onze behoeften aan elektriciteit en verwarming. Duurzame bronnen zijn blijvend, raken niet op en vervuilen ons milieu niet, al tasten ze in een aantal gevallen de natuur wel aan. Zij kunnen op verschillende manieren worden ingezet, van grootschalig tot kleinschalig, van eenvoudig tot ingewikkeld. De overheid moet het onderzoek er naar en het gebruik er van dan ook krachtig stimuleren, bijv. met subsidies. De voordelen van duurzame bronnen zijn zo groot, dat ze desmoeds duurdere energie mogen leveren.

Standpunt 2. De verdere mogelijkheden van het gebruik van duurzame energiebronnen moeten worden onderzocht en benut, voor zover dat mogelijk blijkt

Veel gehoorde argumenten:

Het is belangrijk om duurzame energiebronnen, waar mogelijk te onderzoeken en te gebruiken. Wij moeten eerst zeker weten of het op een redelijke schaal kan. De ontwikkeling er van moet wel worden gestimuleerd. In het gebruik mogen ze echter niet veel duurder zijn dan andere energiebronnen.

Standpunt 3. Op korte termijn moet niet te veel aandacht aan het gebruik van duurzame energiebronnen worden besteed

Veel gehoorde argumenten:

De mogelijkheden van het gebruik van duurzame energiebronnen zijn zeer beperkt. De toepassing is (nog) duur, en de technische mogelijkheden zijn nog te gering. De milieu-effecten er van zijn nog onvoldoende bekend. Zo is het aanbod van duurzame energie van een te wisselend karakter (er waait bijv. niet altijd wind). Het bewaren van energie (tijdelijke of seizoen opslag) is in principe mogelijk, maar (nog) duur.

VRAAG 8a: WELK VAN DEZE DRIE STANDPUNTEN IS VOLGENS U HET BESTE?

	één hokje aankruisen
standpunt 1: "De verdere mogelijkheden van het gebruik van duurzame energiebronnen moeten zo snel mogelijk worden onderzocht en benut"	☐ 1
standpunt 2: "De verdere mogelijkheden van het gebruik van duurzame energiebronnen moeten worden onderzocht en benut, voor zover dat mogelijk blijkt"	☐ 2 (K44)
standpunt 3: "Op korte termijn moet niet teveel aandacht aan het gebruik van duurzame energiebronnen worden besteed"	☐ 3

VRAAG 8b: WILT U HIERONDER AANKRUISEN HOE STERK U ACHTER HET STANDPUNT STAAT DAT U ZOJUIST GEKOZEN HEEFT?

	één hokje aankruisen
Het standpunt dat ik gekozen heb: daar sta ik volkomen achter.	☐ 1
daar sta ik grotendeels achter	☐ 2 (K45)
daar sta ik slechts ten dele achter.	☐ 3
slechts ten dele, omdat	

9. Over de toekomstige organisatie van elektriciteit in grote centrales

Er zijn organisaties en burgers die de organisatie van de elektriciteitsproductie graag veranderd zouden zien. In de toekomst zal elektriciteit, hoe dan ook, voor een (groot) deel worden opgewekt in grote centrales. Daarnaast valt er in toenemende mate ruimte te maken voor kleinschalige productie er van m.b.v. wind en warmte-krachtkoppeling.
Bij deze vraag gaat het er om hoe de grootschalige productie van elektriciteit georganiseerd zou moeten worden. Hieronder staan drie uit meerdere mogelijkheden beschreven. Het is de bedoeling dat u aangeeft welke mogelijkheid volgens u de beste is.

Mogelijkheid 1. De productie van elektriciteit in grote centrales wordt verzorgd door één staatsbedrijf met vestigingen verspreid over het land (zoals de P.T.T. en de Nederlandse Spoorwegen). De Minister van Economische Zaken is verantwoordelijk voor de hoofdlijnen van het beleid (bouw centrales, brandstoffen, prijzen e.d.). Het staatsbedrijf voert dat beleid uit. Het geheel staat onder controle van het Parlement.

Mogelijkheid 2. De productie van elektriciteit in grote centrales wordt verzorgd door provinciale of regionale bedrijven. Deze vormen een samenwerkingsverband. De provinciale of regionale overheid is verantwoordelijk voor de hoofdlijnen van het beleid. Het geheel staat vooral onder controle van Provinciale Staten en Gemeenteraden. De Regering in Den Haag houdt uit de verte een oogje in het zeil. Ze treedt alleen op bij beslissingen van landelijk belang (bv. over kernenergie).

Mogelijkheid 3. De productie van elektriciteit in grote centrales wordt gaandeweg meer verzorgd door particuliere ondernemingen. De rol van de overheid is beperkt tot het stellen van voorwaarden, het geven van vergunningen e.d. De overheid heeft het recht om commissarissen te benoemen in deze bedrijven.

VRAAG 9a: WAT IS VOLGENS U DE BESTE MANIER OM DE PRODUCTIE VAN ELEKTRICITEIT IN GROTE CENTRALES TE ORGANISEREN?

	één hokje aankruisen
Mogelijkheid 1: De productie van elektriciteit in grote centrales moet worden verzorgd door één staatsbedrijf onder controle van Regering en Parlement	☐ 1 (K46)
Mogelijkheid 2: De productie van elektriciteit in grote centrales moet worden verzorgd door provinciale of regionale bedrijven, in onderlinge samenwerking	☐ 2
Mogelijkheid 3: De productie van elektriciteit in grote centrales moet worden verzorgd door particuliere ondernemingen, onder beperkte voorwaarden van de overheid	☐ 3
Mogelijkheid 4: Ik zou nog een andere mogelijkheid willen beschrijven, namelijk	☐ 4

10. Over het recht op kleinschalige productie en levering van elektriciteit

De laatste tijd wordt in toenemende mate door particulieren en bedrijven zelf elektriciteit opgewekt ("zelfopwekkers"). Vooral windturbines (windmolens) en warmte-krachtkoppeling worden hierbij gebruikt. Daarbij is de vraag opgekomen of zij ook, net als de openbare elektriciteitsbedrijven, elektriciteit aan anderen mogen leveren. Daarover vindt u hieronder twee standpunten. Het is de bedoeling dat u aangeeft welk standpunt u het beste vindt.

Standpunt 1. Overheidsbedrijven hebben het alleenrecht op de productie en levering van elektriciteit. Wie zelf elektriciteit wil opwekken, mag dat onder bepaalde voorwaarden doen voor eigen gebruik. Het teveel aan elektriciteit kan alleen aan de overheidsbedrijven worden geleverd tegen een nader overeen te komen vergoeding.

Standpunt 2. Overheidsbedrijven zorgen voor de grootschalige productie en levering van elektriciteit. Daarnaast staat het iedereen (persoon, organisatie of bedrijf) vrij om elektriciteit te produceren en het op nader overeen te komen voorwaarden en tegen een vergoeding te leveren aan wie dat maar wil afnemen. Daarbij kan voor het transport gebruik worden gemaakt van de bestaande openbare netten van elektriciteitsbedrijven.

VRAAG 10: WELK STANDPUNT OVER HET RECHT OP KLEINSCHALIGE PRODUCTIE EN LEVERING VAN ELEKTRICITEIT VINDT U HET BESTE?

één hokje
aankruisen

standpunt 1: "Overheidsbedrijven hebben het alléénrecht op de productie en levering van elektriciteit en kunnen elektriciteit afnemen van zelfopwekkers tegen een nader overeen te komen vergoeding"..... ☐ 1 (K17)

standpunt 2: "Naast de grote elektriciteitsbedrijven in handen van de overheid mag iedereen beperkte hoeveelheden elektriciteit produceren. Deze elektriciteit mag op nader overeen te komen voorwaarden aan anderen (of overheidsbedrijven) worden geleverd via de bestaande openbare netten"..... ☐ 2

11. Tarieven voor elektriciteit en gas

Op dit moment betaalt de klant voor elektriciteit ongeveer datgene wat het kost om elektriciteit te maken en af te leveren (kostprijs). Voor gas betaalt de klant in principe wat hij/zij zou moeten betalen als hij/zij in plaats van gas iets anders zou gebruiken (marktprijs).

Met andere woorden "kostprijs en/of marktprijs" bepalen nu vooral de tarieven.

De overheid kan op verschillende manieren de tarieven voor gas en elektriciteit beïnvloeden. In principe is een ander tarievenbeleid dus mogelijk. In een ander tarievenbeleid kunnen dan naast de "kostprijs en/of marktprijs" ook andere factoren een rol spelen. Voorbeelden hiervan zijn:

- het bevorderen van energiebesparing
- het ontwikkelen van duurzame energiebronnen
- het versterken van de concurrentiepositie van bedrijven in Nederland
- het stimuleren van regionale economie (bv. Zuid-Limburg, Twente, Zuid-Oost Groningen)
- het ontzien van bepaalde inkomensgroepen
- het op peil houden of vergroten van de inkomsten van de overheid

VRAAG 11: WAT IS UW MENING OVER HET BEPALEN VAN TARIEVEN VOOR ELEKTRICITEIT EN GAS?

één hokje
aankruisen

standpunt 1: "De tarieven voor elektriciteit en gas moeten vooral bepaald worden door de "kostprijs en/of marktprijs"..... ☐ 1

standpunt 2: "Bij het bepalen van de tarieven voor elektriciteit en gas mogen naast de "kostprijs en/of marktprijs" ook andere overwegingen van energiebeleid een rol spelen"..... ☐ 2 (K48)

standpunt 3: "Bij het bepalen van de tarieven voor elektriciteit en gas mogen naast de "kostprijs en/of marktprijs" ook ruimere overwegingen van sociaal-economisch beleid (en dus niet alleen energiebeleid) een rol spelen"..... ☐ 3

VRAAG 12: Wat heeft de Stuurgroep vergeten u te vragen?

De Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid heeft geprobeerd om u, in dit vragenformulier, de belangrijkste keuzeproblemen voor te leggen. Maar niet alles wat (ook) belangrijk is kan er in worden opgenomen. Ook wist de Stuurgroep niet precies genoeg wat bepaalde groepen Nederlanders het meest belangrijk zouden vinden. Daarom wordt u bij deze gevraagd om hieronder op papier te zetten wat u nog op het hart hebt.

Wat hebt u gemist? Heeft de Stuurgroep iets fout gedaan? Hebt u nog suggesties over het toekomstig energiebeleid? Wilt u misschien een advies geven over de afronding van de Brede Maatschappelijke Discussie? Hieronder kan dat. U bent vrij om op te schrijven wat u wilt. De Stuurgroep zal proberen om dat zo goed mogelijk te ordenen, om er in haar Eindrapport (najaar 1983) verslag van te kunnen houden. Schrijft u daarom alstublieft kort en krachtig, en zo duidelijk mogelijk. Probeer het, als het even kan, te hebben over concrete acties of maatregelen, die te maken hebben met het toekomstig energiebeleid.

(Geef uw antwoord in eigen woorden; graag kort, zakelijk en concreet)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

REKENEN AAN ZON EN WIND

A. HOEVEEL ZONNE-ENERGIE VALT ER OP NEDERLAND?

(De informatie die je nodig hebt kun je vinden op het info-blad of in het BMD-Tussenrapport)

Als we alle zonne-energie die op Nederland valt zouden kunnen benutten, zou dat verwaarloosbaar weinig zijn of een groot deel van onze energiebehoefte dekken?

- Zoek uit hoeveel zonne-energie er in Nederland gemiddeld per seconde op 1m^2 van Nederland valt (de zonne-intensiteit in W/m^2).
- Bereken hoeveel zonne-energie er dan jaarlijks op het hele oppervlak van Nederland valt.
- Vergelijk dit met het jaarlijkse energieverbruik in Nederland

B. EEN VOETBALVELD ALS ZONNE-CENTRALE?

Zonne-cellen kunnen straling in elektriciteit omzetten met een rendement van $\pm 10\%$.

- Welk deel van Nederland moeten we bedekken met zonne-cellen om in ons elektriciteitsverbruik te voorzien?
- Vergelijk dit eens met een aantal voetbalvelden?

C. DE BIJDRAGE VAN ZONNE-BOILERS

Zonne-cellen zijn (nog) heel duur. Zonne-kollektoren voor huisverwarming moeten minstens een oppervlak van 40 m^2 hebben en dit vereist ook dure installaties. De best haalbare toepassing op dit ogenblik is de zonne-boiler. Hiermee kan zonne-staling voorzien in $\pm 50\%$ van onze warm water behoefte. Als we alle huizen in Nederland van een zonne-boiler zouden voorzien, zou dat veel aardgas besparen?

- Zoek uit hoeveel warm water een gemiddelde woning jaarlijks verbruikt, en
- hoeveel woningen er ongeveer zijn in Nederland.
- Bereken hoeveel energie de zonne-boilers jaarlijks zouden leveren.
- Hoeveel % van het jaarlijks Nederlands energieverbruik is dit?
- Vergelijk dit met de schatting in de scenario's van de bijdrage van zonne-energie.

Vergelijk dit ook met het antwoord bij A.

D. WAT KAN WINDENERGIE BETEKENEN?

Als we de hele kust van Nederland vol zouden zetten met windmolens, hoeveel energie levert dat op?

- Zoek uit hoeveel een windmolen gemiddeld (jaarlijks) kan leveren en hoe lang de wieken zijn (neem b.v de grote windmolen in Petten)
- Schat hoeveel windmolens langs de kust te plaatsen zouden zijn.
- Bereken hoeveel elektriciteit de molens jaarlijks zouden kunnen leveren.
- Vergelijk dit met het huidige elektriciteitsverbruik in Nederland.

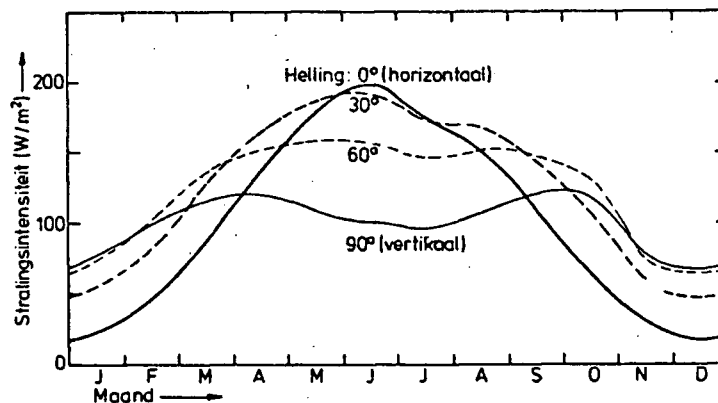


Fig. 1.8 Het etmaalgemiddelde van de energiestroom die de zon via straling op de Nederlandse bodem aflevert, varieert van ca. 20 watt/m² in de winter tot 200 watt/m² in de zomer voor een horizontaal vlak, met een jaargemiddelde van ca. 110 W/m². Door het vlak een helling naar het zuiden te geven, kunnen die verschillen worden verkleind. Voor een verticaal vlak, zoals een raam op het zuiden, wordt de grootste intensiteit in vóór- en najaar bereikt: ca. 110 W/m².

1 Bodemgebruik, 1 januari

	1967	1970	1976 ¹	1977 ²	1978 ²
%					
Cultuurgrond	71,0	69,7	68,0	67,8	67,3
Bos	8,1	8,1	8,4	8,4	8,4
Natuurlijk terrein	4,4	5,1	4,5	4,4	4,3
Bebouwde kom	5,6	6,0	7,2	7,4	7,6
Overige gronden	3,2	3,3	3,5	3,6	3,9
Water	7,7	7,8	8,5	8,5	8,5
Totaal gemeentelijk ingedeeld (incl. de niet ingedeelde Z.I.J.P.)	100	100	100	100	100
100 ha					
Gemeentelijk ingedeeld (incl. de Z.I.J.P.)	36 160	36 623	36 948	36 948	36 948
Niet gemeentelijk ingedeeld	4 926	4 463	4 212	4 212	4 212
Nederland	41 086	41 086	41 160 ³	41 160	41 160

¹ Voor Groningen, Friesland en Drenthe berekende gegevens.

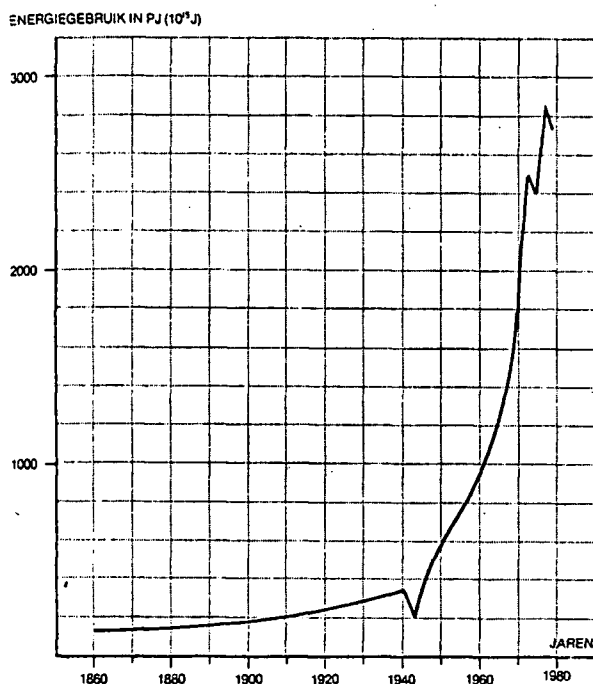
² Geraamde gegevens.

³ Vermeerdering door correctie en door verlegging van de statistische grens in de Noordzee.

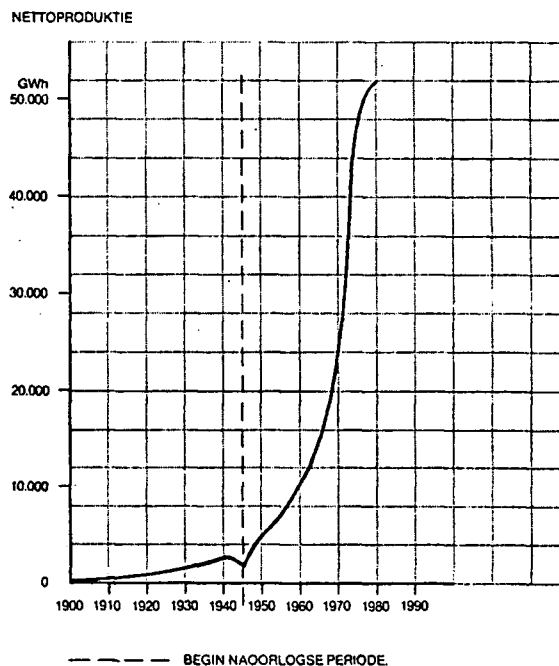
	GJ	MWh	Gcal	ton ruwe aardolie, nafta, toe	ton steenkool, tse	10 ³ m ³ aardgas (bovenwaarde)	10 ³ m ³ aardgas (onderwaarde)	ton bruinkool
GJ	1.	,2773	,2388	,0239	,0341	,0284	,031	,0477
MWh	3.600	1.	,8598	,0860	,1228	,1024	,114	,1716
Gcal	4.187	1.163	1.	,1000	,1429	,1190	,132	,1995
ton ruwe aardolie, nafta, toe	41,87	11,63	10,00	1.	1,429	1,190	1,322	1,995
ton steenkool, tse	29,31	8,141	7,000	,700	1.	,833	,926	1,397
10 ³ m ³ aardgas (bovenwaarde, Gron. kwal.)	35,17	9,769	8,400	,840	1,200	1.	1,111	1,676
10 ³ m ³ aardgas (onderwaarde, Gron. kwal.)	31,65	8,792	7,560	,756	1,080	,900	1.	1,508
ton bruinkool	20,98	5,829	5,012	,501	,716	,596	,662	1.
ton steenkoolcokes	28,05	7,792	6,700	,670	,957	,797	,886	1,337
10 ³ m ³ cokesovengas	20,60	5,722	4,920	,492	,703	,585	,650	,982
10 ³ m ³ hoogovenmengas	3,273	,9091	,7817	,078	,112	,093	,103	,156
10 ³ m ³ hoogovenmengas	5,171	1,436	1,235	,124	,176	,147	,163	,246
10 ³ m ³ raffinaderijgas	56,04	15,57	13,38	1,338	1,912	1,593	1,770	2,670
ton vloeibaar petroleum persgas	50,24	13,96	12,00	1,200	1,714	1,428	1,587	2,394
ton benzine (motor, vliegtuig)	46,91	13,03	11,21	1,121	1,601	1,333	1,481	2,236
ton jet fuel op petroleum basis	45,22	12,56	10,80	1,080	1,543	1,285	1,428	2,155
ton petroleum	44,17	12,27	10,55	1,055	1,507	1,255	1,394	2,105
ton gas-, diesel en lichte stookolie	41,78	11,61	9,980	,998	1,426	1,188	1,320	1,991
ton zware stookolie	41,13	11,43	9,825	,983	1,404	1,170	1,300	1,960
ton petroleum cokes	29,40	8,166	7,021	,702	1,003	,835	,928	1,401
ton brandhout	9,83	2,740	2,350	,235	,336	,280	,310	,469
10 ⁶ BTU	1,054	,292	,252	,0252	,036	,030	,033	,0503

1 ton = 1000 kg
 1 Wh = 3600 J
 M (mega) = 10⁶
 G (giga) = 10⁹

FIGUUR 13: DE ONTWIKKELING VAN HET NEDERLANDS ENERGIEGEBRUIK SINDS 1860



FIGUUR 20: HET ELEKTRICITEITSGEBRUIK IN NEDERLAND VANAF 1900 TOT 1980 IN GWh VIA HET OPENBARE NET:



28 Verbrandingswarmten

stof	verbrandingswarmte	
steenkool	in J kg^{-1}	$29 \cdot 10^6$
hout		$16 \cdot 10^6$
spiritus	in J m^{-3}	$18 \cdot 10^9$
benzine		$33 \cdot 10^9$
stookolie		$40 \cdot 10^9$
gasolie		$36 \cdot 10^9$
waterstof	in J m^{-3}	$10 \cdot 10^6$
methaan	(273 K, $p = p_0$)	$34 \cdot 10^6$
aardgas		$30 \cdot 10^6$
butagas		$47 \cdot 10^6$

Tabel 2a: Ontwikkelingen die van invloed zijn op het huishoudelijk energieverbruik 1960-1982 (CBS)

factor \ jaar	1960	1982
1. aantal woningen	2.800.000	5.000.000
2. gemiddeld oppervlak woning	57 m ²	72 m ²
3. gemiddeld aantal personen per woning	4	2.8
4. cv-aansluitingen	10%	60%

Mogelijkheden om energie te besparen in het huishouden

Het gemiddeld huishoudelijk energieverbruik in Nederland ziet er als volgt uit:

- woningverwarming 3150 m³ aardgas
- warmwatervoorziening 400 m³ aardgas
- elektrische apparatuur 900 m³ aardgasequivalenten (teruggerekend vanuit elektriciteit)

Totaal komt dit neer op 4.450 m³ aardgasequivalenten per jaar.

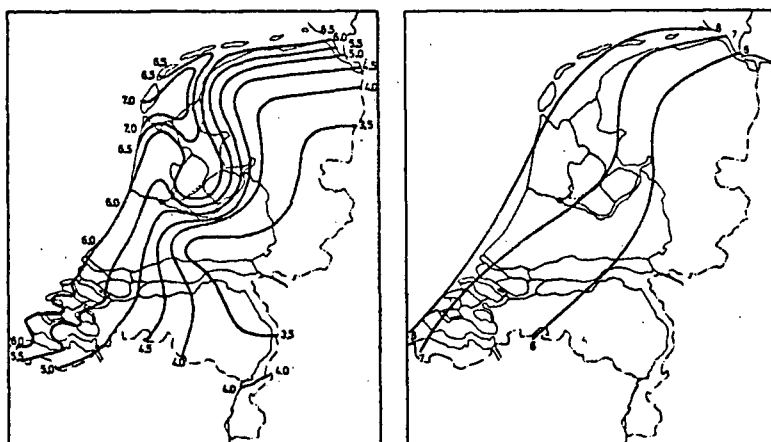


Fig. 10.1 Jaargemiddelde windsnelheid in m/s op 10 m hoogte (links) en op 40 m hoogte (rechts). (Bron: Energiespectrum juli/augustus 1981, p. 178).

Bovendien is ook windenergie, net als zonneënergie, een tamelijk 'verdunde' vorm van energie: er zijn grote oppervlakken nodig om een zeker vermogen te halen. Om de gedachten te bepalen: aan de Nederlandse kust is een jaargemiddelde van 200 watt per m^2 van het door de wieken bestreken oppervlak wel zo ongeveer het maximum haalbare, en $100 W/m^2$ is al heel mooi. Daarmee kan een turbine met een rotordiameter van 25 m, zoals er in 1981 in Petten een is geïnstalleerd, een jaargemiddeld vermogen van een kleine 100 kW halen, ongeveer evenveel als twee middelgrote personenauto's.



Fig. 10.2 De 25 m diameter windturbine op het ECN-terrein te Petten. Het maximale vermogen bedraagt 300 kW, het gemiddelde vermogen ca. 100 kW. (Foto ECN).

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 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.

BIJLAGE AV1

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.

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.

BIJLAGE AV1

- 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 energie-verbruik 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.

- 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, aard-warmte 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 onbeperkt 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.

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-energiegediskussiegroep: 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 Nederlands-talige 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

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

BIJLAGE AV3

1. Adressen landelijke energievoorziening

Shell

Hofplein 20, 3032 AC Rotterdam, 010-696911.

Esso Postbus 110, 2501 AL Den Haag, 070-739275

Postbus 110, 2501 AL Den Haag, 070-739275

NAM

Schepersmaat 2, 9505 TA Assen, 05920-27111.

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.

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.

2. Adressen energiebesparing

Stichting Voorlichting Energiebesparing Nederland (SVEN)

Postbus 503, 7300 AM Apeldoorn.

Consumentenbond

Leeghwaterplein 26, 2521 CV Den Haag, 070-889377.

Centrum voor Energiebesparing

Wijnhaven 13, 3011 WH Rotterdam, 010-149884.

Volksenergie

Regulus 11, Veldhoven

Energiebesparende apparatuur voor cv

Ministerie van Economische Zaken, Afdeling Voorlichting

Bezuidenhoutseweg 30, 2594 AV Den Haag, 070-814011.

3. Adressen stichtingen, instituten enz.

Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Afdeling 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

BIJLAGE AV3

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

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

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

Volkshogeschool Overcinge
Milieu-edukatief centrum, Gosse Jongstra
Postbus 52, 9770 AB Havelte, 05214-1541.

Stichting Energie Anders
Stationsweg 91, 4151 HR Hoek van Holland, 01747-5242.

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

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

Energie-onderzoek Centrum Nederland (ECN)
Afd. Voorlichting, Scheveningseweg 112, Den Haag.
Informatie over de energie-experimenten van het ECN.

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

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

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. voor de Tropen,
Linnaesstraat 2, 1092 CK Amsterdam 020-652680
Ook bibliotheek + edukatieve dienst.

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

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

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

Stichting Energie en Samenleving
Postbus 6559, Rotterdam

BIJLAGE AV3

ANWB

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

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Afd. Voorlichting, Plesmanweg 1-6, 3797 JG Den Haag, 070-747474.

ENFB

Postbus 2150, 3440 DD Woerden.

PEGUS

Keulsekade 189, 3534 AC Utrecht, 030-438484.

4. Adressen zonne-energie

Kantoor Keuringsdienst van Waren

Fleirstraat 111, Enschede.

Kantoorgebouw uitgerust met groot aantal zonnepanelen.

Zonnehuizen van het VEG-Gasinstituut

Griffiersveld 216 t/m 219 Apeldoorn.

Vier huizen voorzien van zonneverwarming met energieopslag in het beton van de vloeren.

Proefboerderij "De Vijf Roeden", IMAG

Vijf Roedenstraat 1, Duiven.

Zonneboiler-installatie voor spaarwaterverwarming melkveehouderij.

Raadgevend technisch bureau Van Heugten

St. Annastraat 143-147, Postbus 305, Nijmegen

Adviezen over zonne-energie-toepassingen

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.

TNO-TPD

Stieltjesweg 1, Delft.

Experimenten met zonne-energie.

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

HTS-Alkmaar

Bergerweg 200 Alkmaar

Experimenten met zonne- en windenergie

BIJLAGE AV3

Evert Sjoersma
Gobartstraat 38, Castricum.
Zonneboilers van golfkarton en cv-radiatoren, kleine snellopende windmolen.

Zwembad "Het Witte Badhuis"
Westerdijk, Hoorn.
Openbaar zwembad met 25 m² zonnepanelen.

St. Allus, Theo van Deijl
Dracolaan 2 Eindhoven.
Met zonne-energie verwarmde woning.

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.

5. Adressen windenergie.

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

Bredenoord
Zutphensestraat 319, Klarenbeek
Kleine windmolens voor elektriciteitsopwekking.

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

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 100, Alkmaar
Experimenten met zonn- en windenergie.

Evert Sjoersma
Gobartstraat 38, Castricum.
Zonneboilers van golfkarton en cv-radiatoren, kleine snellopende windmolen.

Fokker, Schiphol
Experimenten met Darrieux-windmolens.

TH-Eindhoven, Windmolengroep.
Afd. Natuurkunde, Vakgr. Transportfysica, Gebouw W+S, Postbus 513,
Eindhoven. Experimenten met windmolens voor ontwikkelingslanden.

6. Adressen andere alternatieve energiebronnen.

Landbouwhogeschool, Afd. Wterzuivering, Biotechnium
De Breijen 12, Wageningen.
Experimenten methaangaswinning uit mest.

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

8. Adressen energieuinig bouwen.

Huiting
Malmsemolenweg 29 Eibergen
Huis met zonne-energieverwarming en opslag van 17m³ in kruipruimte.

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

Projekt Philips
Het Lover, wijk Cobbreed, Veldhoven.
Aantal woningen met experimentele energiebesparende apparatuur,
zonnekollektoren, warmtepompen e.d.