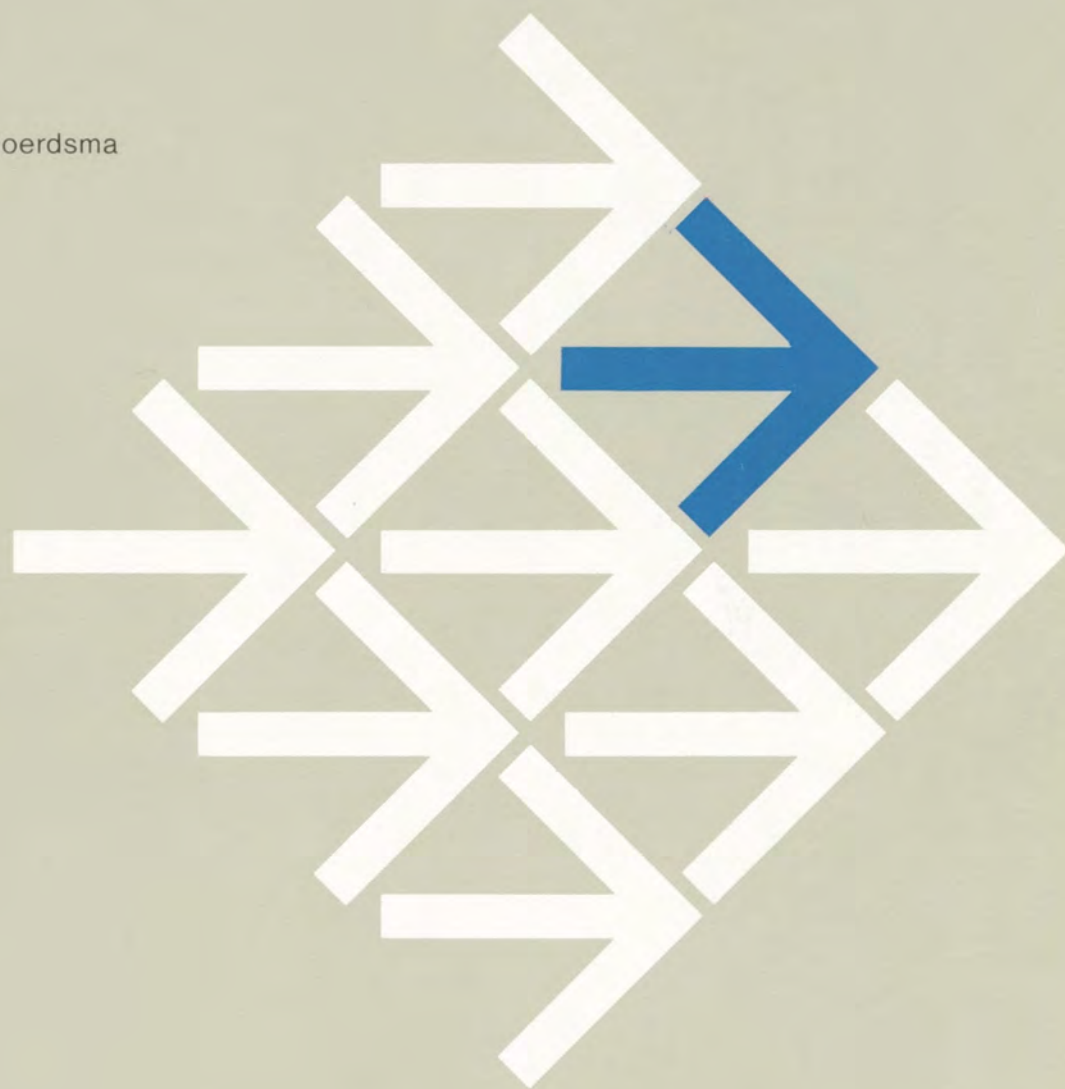


# TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK

serie toekomststudies uit de ingenieurswetenschappen

## Steenkool voor onze toekomst

Eindredactie Ir. A.C. Sjoerdsma



27

De **STICHTING TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK** is in 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs met als doelstelling:

het initiëren, begeleiden en ondersteunen van studies die beogen, vanuit verschillende gebieden van de techniek, bij te dragen tot meer integrale visies op de samenleving van de toekomst; voorlichting te geven of mede te werken bij het geven van voorlichting, in het bijzonder aan de Nederlandse samenleving, over de mogelijke toekomstige ontwikkelingen der techniek met het oogmerk hierdoor bij te dragen tot het op harmonische wijze invoegen van die ontwikkelingen in de samenleving. De voorlichting, zowel van de Stichting zelf als van de Stichting in samenwerking met andere organisaties, zal geschieden in algemeen toegankelijke wetenschappelijke publikaties.

Een overzicht van reeds verschenen en van binnenkort uit te geven publikaties is gegeven aan de binnenzijde van het achterblad. De publikaties kunnen rechtstreeks bij de Stichting worden besteld.

De Stichting is gevestigd in het gebouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23, 2514 AP 's-Gravenhage, tel. 070-646800.

Medio 1977 ontstond een samenwerkingsverband – de Energie lezingen Commissie (ELC) – tussen de Stichting Toekomstbeeld der Techniek, het Energieonderzoek Centrum Nederland en het Koninklijk Instituut van Ingenieurs met het doel informatie over de energieproblematiek te geven.

De in deze publikatie opgenomen pre-adviezen zijn tot stand gekomen door een initiatief van deze commissie.

Aan het voorafgaand overleg werd deelgenomen door:

dr.ir. E.T. Ferguson	TNO
A.H. Lindhout	ECN
ir. J.W.T. Marrenga	STT (secretaris)
dr. J. Quakernaat	TNO
ir. A.C. Sjoerdsma	STT (voorzitter)
dr.ir. J.W.M. Steeman	DSM
ir. K. Swart	Koninklijke / Shell
ir. J. Verheus	KIVI
ir. W.H. Verloop	SHV Holdings

De hoofdstukken zijn door de auteurs toegelicht en daarna in discussie gebracht tijdens een Symposium, gehouden op 9 mei 1980 in het Congrescentrum te Utrecht.

# TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK

---

Nummer 27

## Steenkool voor onze toekomst

### Verbeteringen:

blz. 49

2e regel: 'kolengebruik' moet zijn 'energiegebruik'.

5e regel: '239 miljard' moet zijn '239 miljoen'.

13e regel van onder: de zin beginnende met 'Toepassing van nieuwe exploratietechnieken .....' dient te worden gelezen als 'Toepassing van nieuwe exploratietechnieken heeft alleen al in Groot-Brittannië geleid tot een toeneming van de winbare reserves in een tempo dat vijf keer zo hoog lag als de toeneming van het kolengebruik.'



De **STICHTING TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK** is in 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs met als doelstelling:

het initiëren, begeleiden en ondersteunen van studies die beogen, vanuit verschillende gebieden van de techniek, bij te dragen tot meer integrale visies op de samenleving van de toekomst; voorlichting te geven of mede te werken bij het geven van voorlichting, in het bijzonder aan de Nederlandse samenleving, over de mogelijke toekomstige ontwikkelingen der techniek met het oogmerk hierdoor bij te dragen tot het op harmonische wijze invoegen van die ontwikkelingen in de samenleving. De voorlichting, zowel van de Stichting zelf als van de Stichting in samenwerking met andere organisaties, zal geschieden in algemeen toegankelijke wetenschappelijke publikaties.

te geven.

De in deze publikatie opgenomen pre-adviezen zijn tot stand gekomen door een initiatief van deze commissie.

Aan het voorafgaand overleg werd deelgenomen door:

dr.ir. E.T. Ferguson	TNO
A.H. Lindhout	ECN
ir. J.W.T. Marrenga	STT (secretaris)
dr. J. Quakernaat	TNO
ir. A.C. Sjoerdsma	STT (voorzitter)
dr.ir. J.W.M. Steeman	DSM
ir. K. Swart	Koninklijke / Shell
ir. J. Verheus	KIVI
ir. W.H. Verloop	SHV Holdings

De hoofdstukken zijn door de auteurs toegelicht en daarna in discussie gebracht tijdens een Symposium, gehouden op 9 mei 1980 in het Congrescentrum te Utrecht.

# TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK

---

Nummer 27

## Steenkool voor onze toekomst

door

dr.ir. H. Hoog  
ir. K. Swart  
prof.ir.P.Th. Velzeboer  
dr.ir. J.W.M. Steeman  
prof.dr.ir.J.D. van Manen  
drs. W.H.J. Tieleman  
ir. R.van Erpers Royaards e.a.

eindredactie :  
ir. A.C. Sjoerdsma.



## VOORWOORD

Het ziet er naar uit dat de voor Nederland belangrijkste energiedragers - aardolie en aardgas - binnen afzienbare tijd niet meer in voldoende mate en tegen betaalbare prijzen beschikbaar zullen zijn.

Dat tijdstip ligt zo nabij dat de ontwikkeling en de verbreiding van nieuwe energiebronnen dan nog lang niet voldoende zullen zijn voortgeschreden. De enige technieken die op betrekkelijk korte termijn (d.w.z. nog in deze eeuw) op voldoende grote schaal soelaas kunnen bieden, zijn die van steenkool en kernsplijtingsenergie.

Mede gezien het verschijnen van de z.g. Kolennota (deel 2 van de Nota Energiebeleid van de minister van Economische Zaken) lijkt het een goed tijdstip één van die openstaande mogelijkheden in beschouwing te nemen, de mogelijkheden en bezwaren van een sterk verhoogd steenkoolverbruik op een rij te zetten en in het openbaar te presenteren.

De Energie Lezingen Commissie - een samenwerkingsverband van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek, het Energieonderzoek Centrum Nederland en het Koninklijk Instituut van Ingenieurs - heeft daartoe een symposium georganiseerd op 9 mei 1980 te Utrecht.

De pre-adviezen voor dit symposium zijn in deze Stichtingspublikatie verzameld.

Als uitgangspunt is - op grond van diverse studies - een kolengebruik van 30 miljoen ton in het jaar 2000 gekozen.

Na een algemene inleiding, waarin tegen de mondiale achtergrond de noodzaak van een dergelijke grootscheepse inzet van steenkool wordt aangegeven, zal worden aannemelijk gemaakt dat het verkrijgen van een dergelijke hoeveelheid kolen niet op grote belemmeringen hoeft te stuiten, mits tijdig de juiste voorbereidende maatregelen worden getroffen.

De diverse wijzen waarop steenkool nu en in de toekomst zal kunnen worden gewonnen, spelen een belangrijke rol bij die beschikbaarheid en zullen daarom in ogenschouw worden genomen.

De manieren waarop steenkool op grote schaal in Nederland kan worden toegepast en wat daar technisch en economisch bij komt kijken, worden in grote lijnen aangegeven.

De aanvoer en het binnenlands transport zullen belangrijke activiteiten met zich meebrengen. De opzet van een geïntegreerde studie daarover zal worden toegelicht.

De macro-economische consequenties worden in grote lijnen aangegeven. Verdere ontwikkeling van het Nederlandse steenkoolbeleid zal daarvan afhankelijk zijn. Dit laatste geldt minstens evenzeer voor de milieu- en veiligheidsaspecten, die tot slot van dit rapport uitvoerig worden vermeld.

De Stichting Toekomstbeeld der Techniek is het ECN en het KIVI erkentelijk voor de geboden mogelijkheid dit gezamenlijke project in een Stichtingspublikatie op te nemen.

Grote dank zijn wij verschuldigd aan de pre-adviseurs en hun medewerkers, die met grote bereidwilligheid en onder druk van een nauw tijdschema hun bijdragen hebben geleverd. Ook zij waren allen overtuigd van de noodzaak van een zo goed en objectief mogelijke behandeling van dit zo belangrijke onderwerp.

dr.ir. A.E. Pannenburg,  
voorzitter.

## INHOUD

HOOFDSTUK I. IN 2000: 30 MILJOEN TON STEENKOOL VOOR NEDERLAND door dr.ir. H. Hoog .....	1
HOOFDSTUK II. IS 30 MILJOEN TON STEENKOOL VOOR NEDERLAND BESCHIKBAAR? EEN SCENARIO VOOR HOOG KOLENVERBRUIK door ir. K. Swart .....	21
HOOFDSTUK III. WINNINGSTECHNIEKEN VAN STEENKOOL door prof.ir. P.Th. Velzeboer .....	35
HOOFDSTUK IV. MOGELIJKHEDEN VOOR HET GEBRUIK VAN STEENKOLEN IN NEDERLAND door dr. J. Steeman .....	55
HOOFDSTUK V. KOLENTRANSPORT IN DE JAREN 1985-2000; SCHIP-HAVEN-INTEGRAAL door prof.dr.ir. J.D. van Manen .....	71
HOOFDSTUK VI. WAT ZIJN DE GEVOLGEN VOOR ONZE ECONOMIE? door drs. W.H.J. Tieleman .....	91
HOOFDSTUK VII. HET GEBRUIK VAN STEENKOLEN EN DE EFFECTEN DAARVAN OP HET MILIEU door ing. H. van Duuren, ir. R. van Erpers Royaards, ir. B.A. Kleinbloesem en dr. J. van de Kooij .....	103

## HOOFDSTUK I. IN 2000: 30 MILJOEN TON STEENKOOL VOOR NEDERLAND

door dr.ir. H. Hoog

### Inleiding

Is het in 1980, nu de betekenis van energie voor de samenleving langzamerhand wordt onderkend, nog nodig de achtergronden van de op ons afkomende energieproblemen te schetsen? Het is reeds van vele zijden en van verschillende invalshoeken uit gebeurd. Het hele gebied is echter sterk in beweging en het wezen van de problematiek verschilt waarschijnlijk van de perceptie die bij velen bestaat. Vandaar nog eens deze aanzet.

Algemeen wordt nu ingezien dat de beschikbaarheid in de jaren zestig van overvloedige hoeveelheden aardolie en aardgas tegen een lage prijs heeft geleid tot een snelle economische groei in de geïndustrialiseerde wereld. Dit ging gepaard met een steile groei in het gebruik van energie, vooral van olie en gas. In het begin van de jaren zeventig begon de groei 'explosieve' trekken te vertonen en werd de eenzijdige oriëntatie op olie en gas (Figuur 1) een bron van zorg. Vooral omdat de behoefte aan olie voor Europa en Japan en - iets later - de Verenigde Staten meer en meer werd gedekt door import uit gebieden zoals het Midden-Oosten en Afrika die niet alleen ver weg liggen, maar bovendien politiek gevoelig van aard zijn.

De gebeurtenissen na de Yom Kippoer-oorlog van oktober 1973 maakten duidelijk aan wie wilden zien dat aanbod en prijs van ruwe olie niet alleen afhankelijk zijn van de beschikbare reserves, de produktiecapaciteit en de produktiekosten, maar ook van de politieke bereidheid van de olie-exporterende staten om te leveren.

Dit voerde tot de politieke conclusie dat de geïndustrialiseerde wereld efficiënter met energie zou moeten omgaan (energiebesparing) en haar energievoorziening zou moeten diversifiëren (minder conventionele olie, meer alternatieve bronnen in het energiepakket). Daartoe is in de jaren 1974-1979 wel veel onderzoekwerk verricht en er zijn vele plannen opgesteld, maar van een grootscheepse ommekeer is nog niet veel gerealiseerd.



ENERGY BALANCE 1972 (11)

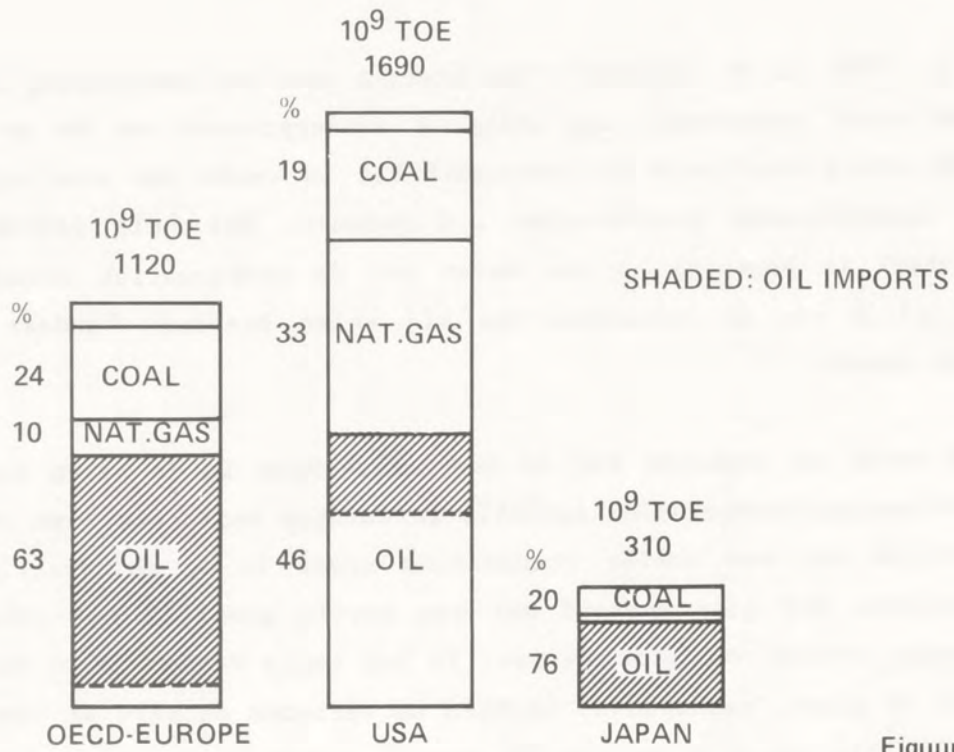


Figure 1

Een uitzondering hierop vormt het opsporen en versneld ontwikkelen van olie en gas in vaak moeilijk toegankelijke gebieden van de industriële wereld (Noordzee, Canada, Mexico e.d.) die bij de energieprijzen van na 1974 commercieel winbaar werden.

Iets dergelijks geldt in zekere mate ook voor de energiebesparingen die in energie-intensieve industrieën worden doorgevoerd.

Overigens zijn de alternatieve energiebronnen in het algemeen kostbaar. Zij vragen grote kapitaalinvesteringen (Figuur 2, 3 en 4)<sup>1)</sup>. Zelfs bij de energieprijzen van na 1974 waren dergelijke investeringen nauwelijks lonend. Hoewel men zich realiseerde dat een omschakeling nog deze eeuw nodig zou zijn, ontbrak het marktmechanisme dat een en ander van de grond deed komen. Het prijsniveau en -verloop gaf na 1974 geen duidelijk signaal: in de meeste olie-importerende landen hield - na de schok van 1974 - het prijsniveau van de olie in wezen nauwelijks het inflatietempo bij (1).

Dwars door dit alles heen speelt het schokeffect van 1974, nl. de verstoring van de betalingsbalansen en de grootschalige overdracht van internationale koopkracht van de industriële wereld naar de olie-exporterende landen. De scherpe economische inzinking van 1975 hing hiermee samen; zij bracht een vermindering van de industriële vraag naar energie (in het bijzonder naar elektriciteit en olie) met zich mee. Zo kwamen wij van dreigende olieschaarste in tijdelijke olieovervloed terecht (Figuur 5).

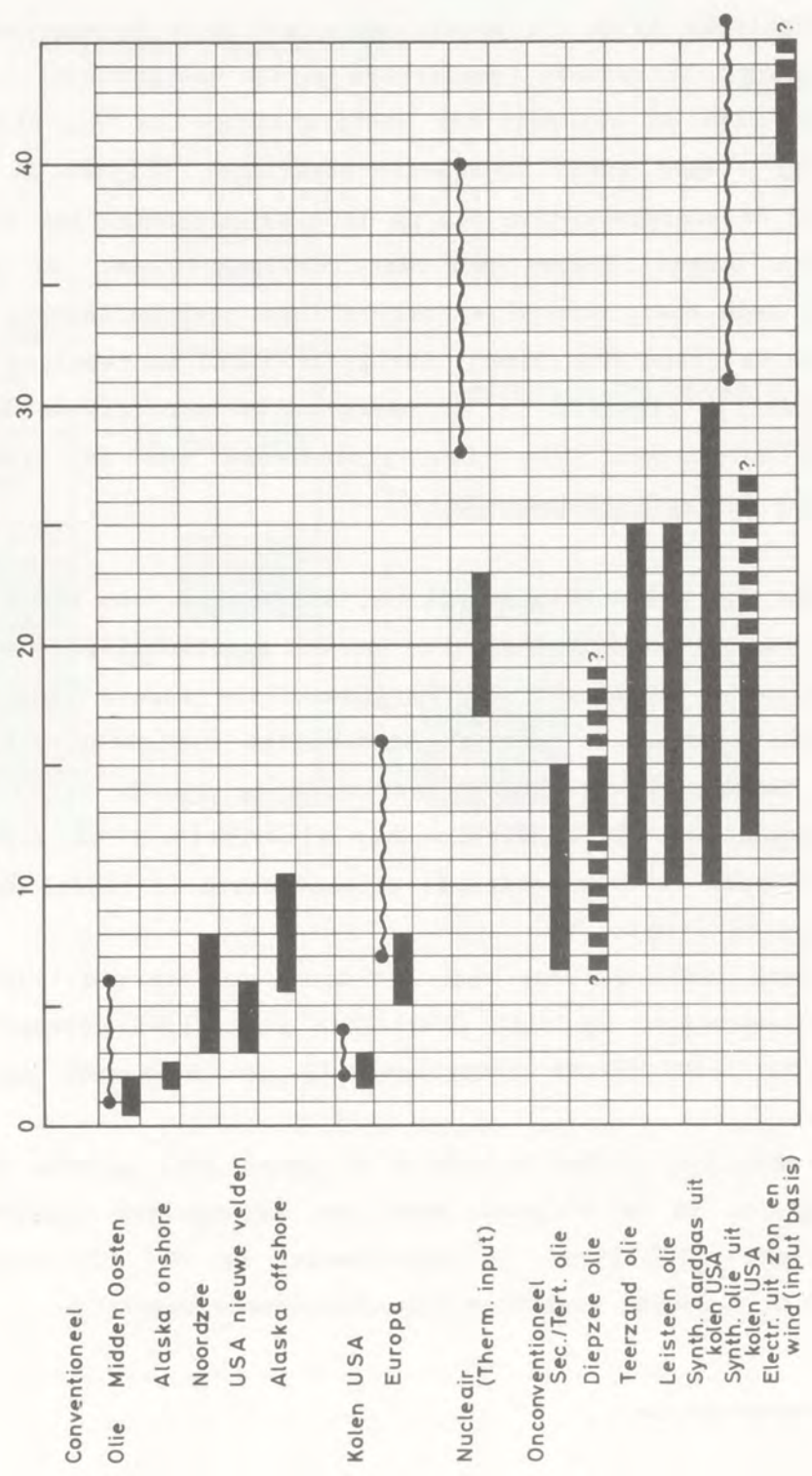
Ook om deze reden was het voor het brede publiek moeilijk in te zien dat een overwegend op olie gebaseerde westelijke economie ongewenst was en dat efficiënter energiegebruik een dringende noodzaak ging worden.

Al even moeilijk is het duidelijk te maken dat, ondanks deze trends, olie nog tot in de volgende eeuw een belangrijke component in ons energiedieet zal blijven. De waarschuwing dat dit dan steeds duurdere olie zal zijn, wordt misschien nog onvoldoende begrepen.

---

1) Figuur 2 en 3 zijn niet in absolute waarden te gebruiken. Sinds 1976 zijn er grote veranderingen in de waarde van de dollar opgetreden. Bovendien heeft men de grote onzekerheden in de kosten van 'nieuwe' energiebronnen beter onderkend. Zie Figuur 4.

Kapitaalsinvestering voor het openen van additionele energiebronnen  
 in 1000 US \$ (1976) per vat per dag olie equivalent (2)  
 herziene cijfers (4) per vat olie equivalent

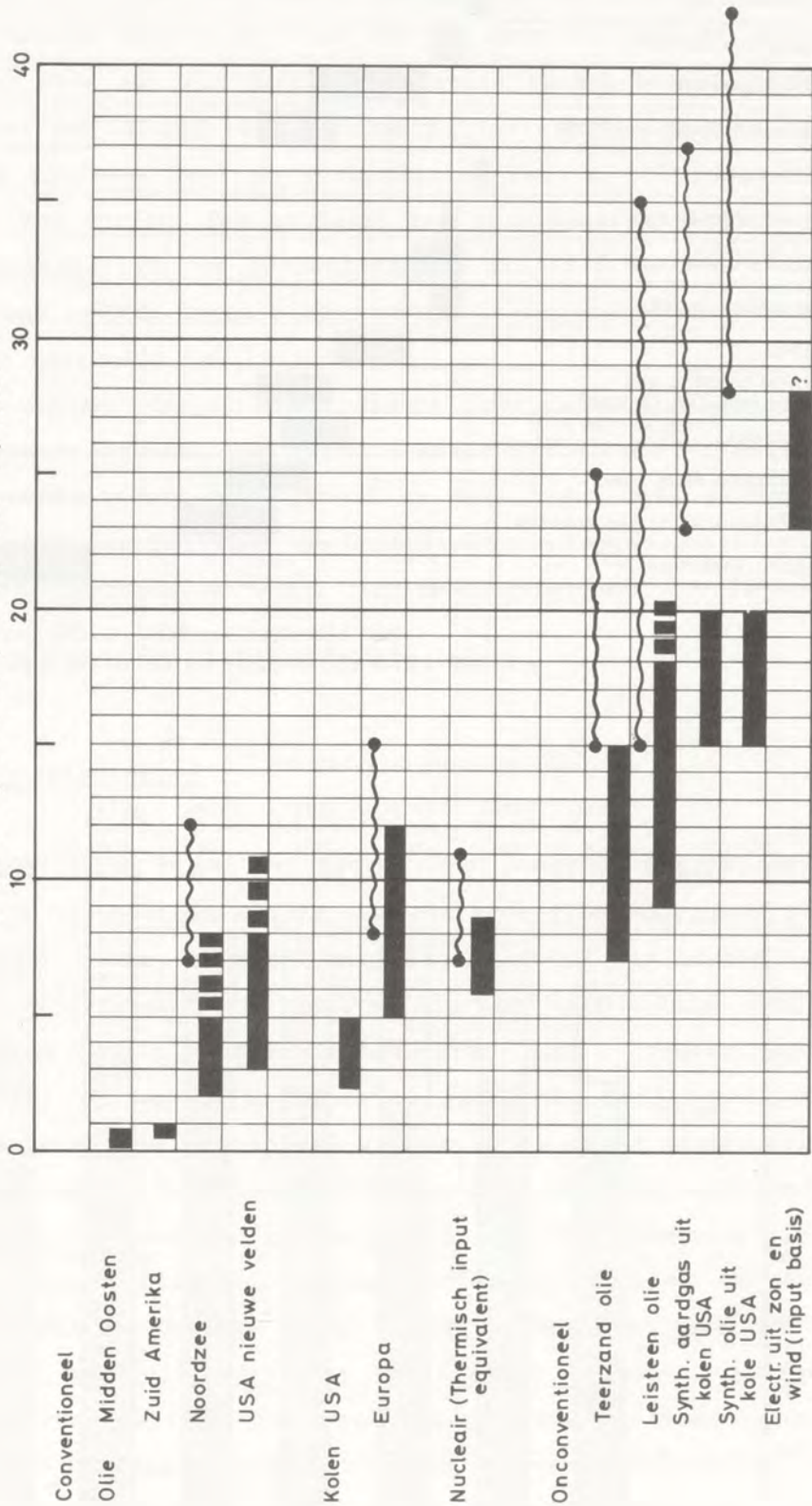


Figuur 2

Technische kosten van de productie van verschillende energiebronnen  
in 1000 U\$ S (1976) per vat olie equivalent (2)

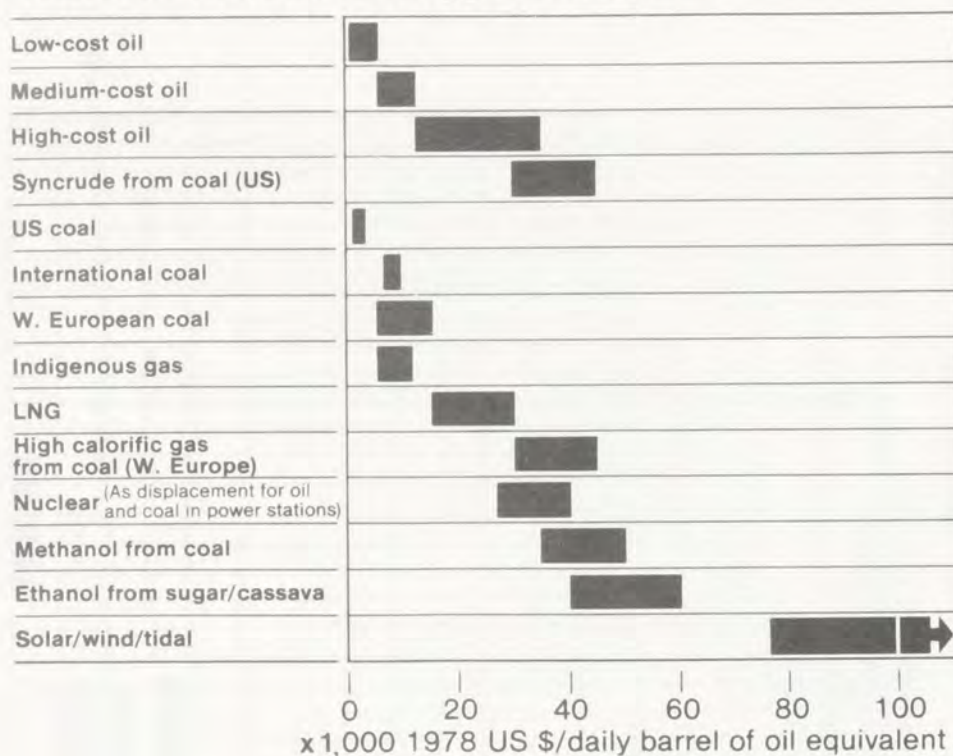
herziene cijfers (13)

in 1000 U\$ S (1979) per vat olie equivalent



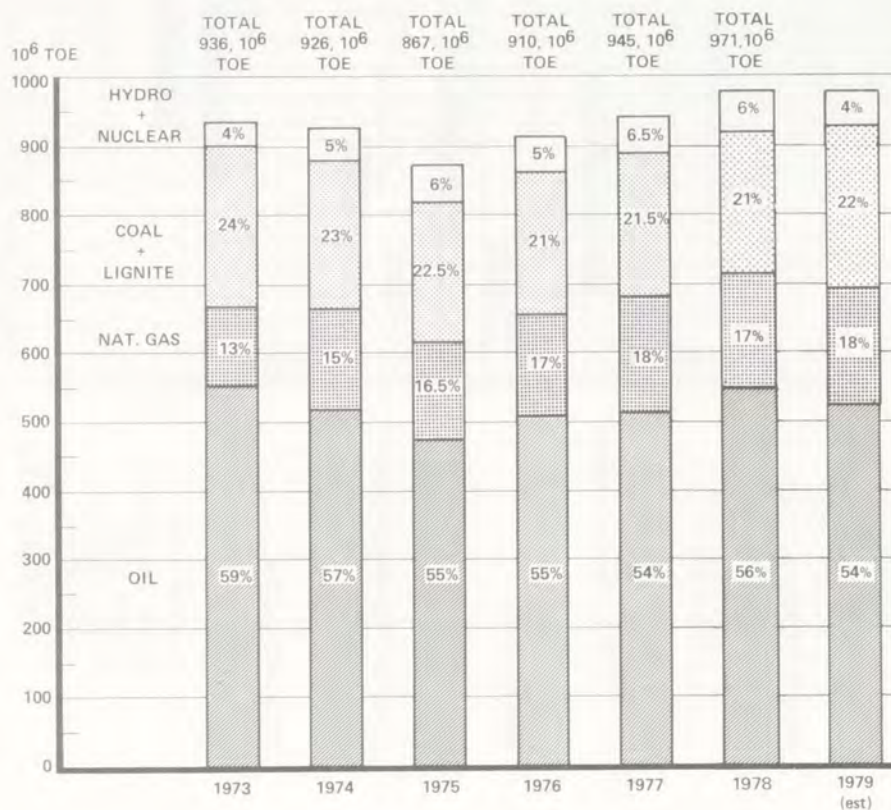
Figuur 3

### Relative investment costs of various energy sources (4)



Figur 4

### ENERGY CONSUMPTION IN THE E.E.C. (12)



Figur 5

Inmiddels is het oliefront opnieuw sterk in beweging gekomen en zijn wederom de olieprijsen in korte tijd dramatisch gestegen.

Enerzijds brengt dit zeker een aantal energie-opties binnen de commerciële mogelijkheden, anderzijds ziet het er naar uit dat de schokeffecten van 1979 door een economische teruggang zullen worden gevolgd. Dit zal weer met een daling van de behoefte aan energie gepaard kunnen gaan, zodat de noodzaak voor de vermindering van de rol van olie en gas verdoezeld kan worden. Die noodzaak tot vermindering blijft echter niet minder noodzakelijk. De gebeurtenissen van 1979 op het vlak van de energieprijzen hebben laten zien waartoe de ongeremde dorst van de industrielanden naar olie kan leiden.

Het is in dit verband dat in verscheidene internationale studies aan kolen (naast andere opties) een sterk toenemende rol wordt toegekend. Dit symposium concentreert zich geheel op deze brandstof, in het bijzonder het gebruik daarvan voor de Nederlandse energiehuishouding. In deze inleidende beschouwing wordt nu nader ingegaan op de vraag: 'waarom juist kolen en waarom zoveel?'.

#### Reserves van energiedragers

Buiten vakkringen is er nogal wat misverstand over het begrip energiereserves. Hoewel het niet in eerste instantie de grootte van de reserves is die zorgen baart, maar het werkelijke aanbod van geproduceerde energiedragers, lijkt een korte analyse hier op haar plaats. Men moet onderscheid maken tussen voorkomens (resource base), bewezen reserves (proven reserves) en mogelijke reserves (possible additional reserves). De voorkomens zijn het totaal van de in de aarde aanwezige specifieke energiedragers. De bewezen reserves zijn dat deel van de voorkomens die geïdentificeerd zijn, aangevuld met de voorkomens die met méér dan 90% waarschijnlijkheid zullen worden gevonden en die kunnen worden gewonnen met de huidige stand van de techniek en onder de huidige economische omstandigheden. De hoeveelheid bewezen reserves is dus afhankelijk van de tijd. De mogelijke reserves omvatten verwachte uitbreidingen van bestaande velden, alsmede nieuwe ontdekkingen, voorzover de waarschijnlijkheid van het vinden en het commercieel ontginbaar zijn meer dan 50% bedraagt.

Terwijl de bewezen reserves door de energie-industrie kunnen worden

gebruikt voor haar produktie-investeringsplanning en de mogelijke reserves verdere exploratie kunnen stimuleren, zijn gegevens over de voorkomens weliswaar interessant, maar niet van directe commerciële betekenis.

Uit verzamelingen van gegevens van de bewezen en mogelijke reserves van de diverse fossiele energiedragers (2) blijkt dat de reserves aan steenkolen in beide reservecategorieën een factor 1,5 à 2 groter zijn dan die van olie en gas te zamen. Ten opzichte van conventionele olie alleen is de factor 4 à 5. Bovendien zijn de voorkomens van kolen geografisch meer gespreid dan die van olie<sup>1)</sup>. Het is om deze redenen dat de plaats van kolen in het toekomstige energiepakket speciale aandacht verdient.

Een tweede kwantitatief belangrijke optie zou kernenergie kunnen zijn. De elektro-nucleaire techniek is met een wereldwijd geïnstalleerd vermogen van 100 GWe en ondanks (of dank zij) het Harrisburg-incident als bewezen te beschouwen. Bovendien zijn de wereldreserves aan uranium zeker voldoende om het tegen het jaar 2000 te verwachten geïnstalleerde vermogen (500-1000 GWe) voor zijn levensduur van brandstof te voorzien.

Voorlopig is echter de publieke weerstand tegen kernenergie (en zeker tegen het gebruik van 'snelle reactoren' die de uraniumbehoefte tientallen malen verkleinen) zo groot, dat deze optie in veel landen een periode van afwachten lijkt in te gaan (3). Ook om deze reden is een concentratie op steenkolen verantwoord en gewenst.

#### Energiebehoefte en aanbod van energiedragers in wereldsamenhang: scenario's voor de energiegroei

Ofschoon uiteindelijk de reserves aan energiedragers bepalend zullen zijn voor het verloop van de energiehuishouding in de geïndustrialiseerde wereld, zal het in de komende decennia eerder gaan om de

---

1) Zoals gezegd is de schatting van mogelijke reserves niet gefixeerd, omdat zowel de techniek als de economische situatie in voortdurende beweging zijn. Niettemin lijken de hier gegeven generalisaties ook nu houdbaar. Zie ook de bijdrage in deze publikatie van prof.ir. P.Th. Velzeboer met meer recente gegevens, o.a. van de Wereld Energie Conferentie in 1978.

grootte van het energie-aanbod en de knelpunten daarin, dan om de reserves.

De grootte van de vraagzijde van de energiebalans is geen vast gegeven en ontwikkelingen van de economie en van het maatschappelijk gedrag hebben invloed op de energiebehoefte. Aangezien deze factoren zelve aan verandering onderhevig zijn, is de toekomst niet met zekerheid te voorspellen, zelfs niet per land of regio.

Het is dan ook verstandig de toekomst in scenario's te beschrijven, die elk in zichzelf consistent zijn en de consequenties van mogelijkheden aangeven. Daarbij kan men dan die scenario's uitwieden, waarvan het evident is dat zij door bepaalde randvoorwaarden niet reëel kunnen zijn. Overigens zal men telkens weer realiteit en scenario aan elkaar moeten toetsen om zijn toekomstplanning te kunnen bijstellen.

Enkele scenario's zullen hier nu worden genoemd en vergeleken. Daarbij moet uitdrukkelijk worden vooropgesteld dat in alle energieweb-scenario's het efficiënt en rationeel gebruik van energie een essentiële rol speelt. Het beperken van een energiedrager tot die toepassingen waarvoor hij het meest zinvol werkt en het zo efficiënt mogelijk gebruiken van energie in alle toepassingen, zijn twee aspecten die (naast het vermijden van evidente verkwisting) in de wandeling met energiebesparing worden aangeduid.

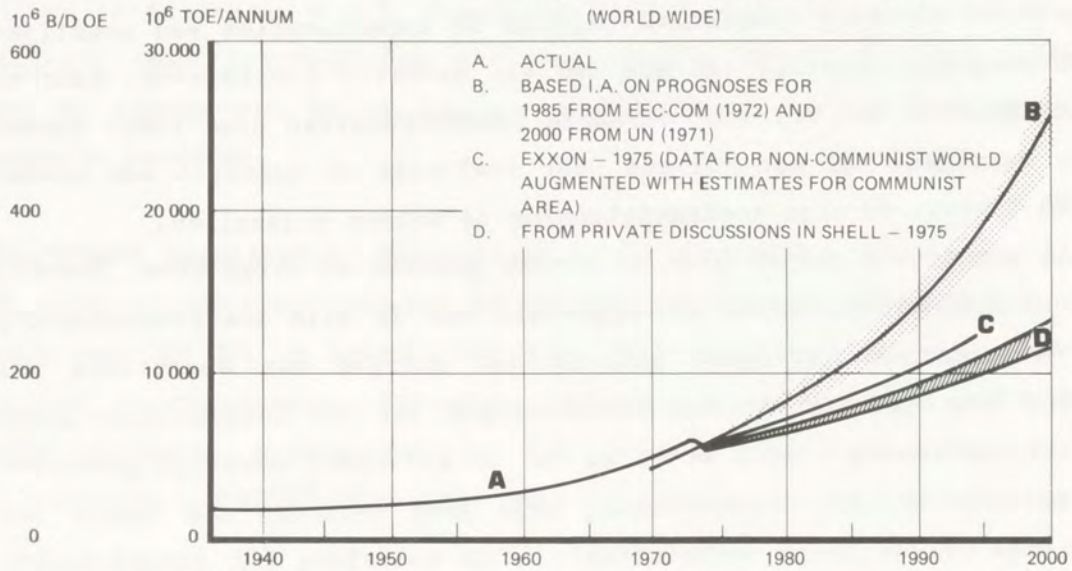
De meervoudige scenariobenadering - aanvankelijk vooral tot ontwikkeling gekomen in de planningafdelingen van de oliemaatschappijen - vindt men thans terug in alle studies van organisaties die zich met energievraagstukken bezighouden.

Zo werd in mei 1977 de dieptestudie gepubliceerd van de Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES) en enkele maanden later die van de World Energy Conference (WEC), waarbij WAES zich tot de World Outside Communist Areas (WOCA) heeft beperkt, terwijl de WEC ook de communistische gebieden heeft inbegrepen.

In beide gevallen worden olieprijsen, economische groei en de vervangingsmogelijkheden van olie door andere brandstoffen als variabelen gebruikt. Verschillen van WEC ten opzichte van WAES liggen - afgezien van het geografische aspect - in een grotere tijdsspanne (WEC kijkt tot het jaar 2020) en een verwachte scherpere olieprijsstijging. In een verdere verfijning heeft WEC in 1978 er nog op gewezen dat het niet onaannemelijk is dat de vraag naar energie in de OESO-landen op



PROGNOSES OF FUTURE ENERGY DEMAND (3)



For Comparison:

BAND D	WEC	WAES *)
10 <sup>6</sup> TOE/a	10 <sup>6</sup> TOE/a	10 <sup>6</sup> TOE/a
13.350	H5/Alt 13.400/13.600	C2 13.690
11.350	L4 11.600	D8 11.620

\*) after adding  
 in 3.350 10<sup>6</sup>  
 TOE/a for  
 Commun. Areas

Figur 6

den duur zal afvlakken, terwijl die in de ontwikkelingslanden steiler zal groeien dan eerst werd aangenomen en in de volgende eeuw nog zal blijven doorgroeien.

De voornaamste conclusies zijn:

- potentieel kan de wereldenergiebehoefte tot 2020 worden gedekt, maar dan moeten wel alle vormen van energiedragers met kracht worden ontwikkeld;
- de elektriciteitsbehoefte zal sneller blijven groeien dan die van primaire energie;
- er zal vroegtijdig actie moeten worden gericht op energiebesparing, waarvoor het potentieel in de industriële wereld aanzienlijk is (tot 50% in 2020); dergelijke besparingen zijn reeds in de behoefteschattingen opgenomen.
- het aanbod van olie zal rond 2000 zijn plafond hebben bereikt; voor gas ligt dit op een wat later tijdstip en steenkolen beginnen in de jaren negentig een stijgend aandeel bij te dragen, dat na 2000 nog versnelt; dit laatste patroon zou ook voor de elektro-nucleaire bijdrage gelden.

Scenariostudies uitgevoerd in Shell Planning hebben tot nu toe een gebied bestreken waarvan de uitkomst voor de boven- en ondergrenzen min of meer overeenkwam met de hogere en lagere groeiveronderstellingen van WAES en WEC (Figuur 6).

Het hoge scenario, Business Expanding (BE), was gebaseerd op een sociaal-optimistische gedachtengang, zelfvertrouwen en groei-ethiek gericht op hoge welvaart; het lage scenario is het resultaat van een maatschappijbeeld, World of Internal Contradictions (WIC), waarin de samenleving veel conflicten over de sociale doelstellingen kent die de economische groei belemmeren en waarbij de nemers en dromers een grotere rol spelen dan de makers en doe-ers.

Het ziet er thans naar uit dat we in een aantal industrielanden dichterbij een WIC- dan een BE-maatschappij staan. Uit een recente uiteenzetting over Shell's analyse van vraag en aanbod onder WIC-omstandigheden (4) blijkt dat men nu de vraag in WOCA nog wat lager schat dan in de eerder gepubliceerde WIC-cijfers. Verder wordt het kolenaanbod beduidend hoger ingezet en dat van kernenergie lager. Dit is het type van bijstelling dat bij het gebruik van scenariotechnieken essentieel is.

Er moet echter worden vastgesteld dat ook in het bijgestelde WIC-scenario (lage groei en doorzetten van energiebesparing tot een hoogte van 20-25%) het onvermijdelijk zal zijn dat de wereld als geheel reeds in de laatste decade van de twintigste eeuw alle beschikbare alsmede de nog in ontwikkeling zijnde energie-opties zal moeten gebruiken. Het bewust seponeren van de nucleaire optie zou alleen dan kunnen worden geaccepteerd, als de mensheid tegelijkertijd een nog verder uiterst sterk achterblijven van de economische groei (met gevolgen voor de ontwikkelingslanden) gepaard met geforceerde en afgedwongen energiebesparingsmaatregelen zou aanvaarden. Er zijn aanwijzingen dat Frankrijk noch Groot-Brittannië en nog minder de Sovjetunie en de omliggende communistische landen bereid zijn deze weg te volgen.

Als hier wordt bedoeld op geforceerde energiebesparing, dan slaat dit op maatregelen die niet alleen het rationeel gebruik van energie moeten bevorderen zonder aantasting van welvaart en welzijn, maar die bovendien ingrijpen in het maatschappelijk leven en het bestaande gedragspatroon. Als men wil vermijden dat de ontwikkelingslanden (die in de niet-communistische wereld in 2000 zo'n 40% van de totaal verwachte energiebehoefte van 7,5 miljard ton olie-equivalent vertegenwoordigen) ernstig in de klem komen, dan zal - zuiver fysiek gesproken - de geforceerde energiebesparing proportioneel veel zwaarder uit de industriële landen moeten komen; in plaats van 20 à 25% zou het cijfer daar tot 50% kunnen oplopen. Dat laat van 'vrije' markteconomie misschien niet veel over.

#### Knelpunten

In alle energiestenari's blijven olie en aardgas tot het einde van deze eeuw een dominante rol spelen: verwacht wordt dat olie rond 2000 zijn top zal passeren, terwijl die voor aardgas later zal worden bereikt. In absolute hoeveelheid zal het aanbod van olie voorlopig nog blijven groeien en voorraadschattingen maken dit mogelijk en waarschijnlijk. Deze veronderstelling houdt overigens in dat de olieproducerende landen hun aanbod willen handhaven en doen toenemen; voor dit laatste zal verder opsporingswerk nodig zijn om waarschijnlijke bronnen zeker te stellen. Ook wordt verondersteld dat de sleutelproducent, Saoedi-Arabië, om redenen van financiële absorptie niet naar het technische maximum zal gaan.

Het jaar 1979 geeft echter een uiterst dramatische ontwikkeling te zien. De ontwikkelingen in Iran hebben een kopersjacht op olie van andere producenten ontketend. Tegen de waarschuwingen van OPEC in is die jacht (gevoerd door zowel overheidslichamen als kleinere en grotere oliemaatschappijen) ongeremd doorgegaan met katastrofale gevolgen voor de prijsvorming. De basisprijs is gedurende 1979 verdubbeld. Dit heeft het mogelijk gemaakt dat de meeste olielanden een restrictieve produktiepolitiek volgen en toch eenzelfde hoeveelheid geld ontvangen, waardoor er van een toename in het olie-aanbod niet veel terecht komt. Een soortgelijke filosofie zou zich ook in Algerije ten aanzien van zijn gasleveranties kunnen gaan aftekenen.

Terwijl de Shell-analyse voor WOCA in 1977/78 nog met een beschikbaarheid van aardolie in 2000 van 3,4-3,6 miljard ton per jaar (tegenover 2,5 miljard thans) rekende, acht men de vooruitzichten heden minder gunstig en rekent men met hoogstens 3,2 miljard ton. De economische groei zal tot 2,5% beperkt moeten blijven en de totale vraag naar energie zal in 2000, na het effectueren van 1,25 miljard ton oel) aan besparingen, 6,95 miljard ton oe bedragen - dit in vergelijking met 7,5 miljard ton oe in het eerdere WIC-scenario.

British Petroleum is nog somberder. Bij deze maatschappij achten sommigen het uiterst plausibel dat het olie-aanbod voorlopig het huidige niveau niet zal overschrijden (5). Men stelt:

1. Wij zullen moeten kiezen: afzien van economische groei of leren groeien zonder méér olie.
2. Wij zullen meer voor onze energie moeten gaan betalen.
3. Sommige consumenten zullen wellicht hulp nodig hebben om deze hogere kosten op te brengen.
4. Er moet actief worden gewerkt aan verhoogde 'energy efficiency' en aan het wegnemen van obstakels voor verhoogd energie-aanbod.

Ook de ontwikkeling van kolen kent knelpunten, zowel aan de produktie- als aan de verbruikskant. Het openen van nieuwe mijnen is tijdrovend en vraagt grote investeringen. Meer nog dan de beschikbaarheid

---

1) ton oe = ton olie-equivalent = ca. 45,4 Gigajoule

van geavanceerde mijnbouwmachinerie, zal de beschikbaarheid van transportmiddelen van de mijnen naar de verbruiksgebieden of de havens een knelpunt kunnen vormen. Milieu-overwegingen en politieke besluiten kunnen al evenzeer remmend werken. In de Verenigde Staten is dit reeds het geval. Toepassingstechnieken zijn nog midden in hun ontwikkeling en bezwaren van het publiek tegen grootschalige toepassing van kolen komen reeds boven de horizon. De internationale handel in kolen, nu nog beperkt, zal sterk moeten worden uitgebouwd. Niettemin heeft de Wereld Energie Conferentie haar vertrouwen uitgesproken dat een bijna verdubbeling van het huidige kolenverbruik van 1250 miljoen ton per jaar in WOCA (waarvan 600 miljoen ton per jaar in de Verenigde Staten) tot 2000 miljoen ton per jaar in het jaar 2000 (waarvan 1000 miljoen ton per jaar in de Verenigde Staten) haalbaar zal zijn. In meer recente studies wordt zelfs een niveau van 3000 miljoen ton per jaar waarschijnlijk geacht.

Stromingsenergieën staan (met uitzondering van waterkracht) nog zozeer in de kinderschoenen dat de totale bijdrage in 2000 relatief gering zal zijn. Knelpunten liggen in de langzame penetratie en de moeilijkheden en kosten van ombouw van bestaande gebouwen met installaties voor verwarmen en koelen met zonnewarmte. Daarbij spelen ook de problemen van de opslag van warmte een belangrijke rol. Het is nu eenmaal zo dat nieuwe ontwikkelingen van researchfase tot commerciële rijpheid lange aanlooptijden vragen. En in dit geval zijn de ontwikkelingen pas sinds kort van de grond aan het komen door de hogere energieprijzen en door overheidssubsidies.

Samenvattend heeft het er veel van weg dat zowel aversie tegen kernenergie en tegen de grootschalige toepassing van steenkolen, als bezwaren tegen aanlanding van bepaalde energiedragers (waarvan de toelevering op zich al onder discussie komt) en de gigantische behoefte aan kapitaal voor nieuwe energieprojecten, het antwoord zullen geven op de actuele vraag: wat is een juiste economische groei? Dit antwoord is: het energie-aanbod zal de economische groei gaan bepalen en niet omgekeerd ..... Dit wordt ook de benadering van de Wereld Energie Conferentie in 1980.

### Steenkolen in de Nederlandse energiehuishouding

Men kan zich de Nederlandse energietoekomst in verschillende scenario's voorstellen.

Een van de vroege aanzetten was die van de Landelijke Stuurgroep Energie Onderzoek (LSEO) (6). Deze poneerde naast een scenario van voortgaande groei (verdrievoudiging van het energiegebruik tussen 1975 en 2000) de mogelijkheid van een sterk vertraagde groei, gebaseerd op verzadigingseffecten en op de bevordering van energie-efficiëntie (groei tot 2000 rond 40%, d.w.z. een gemiddelde jaarlijkse groei van 1,4%). De LSEO was pessimistisch over de hoeveelheid ter beschikking staand en komend aardgas, accepteerde een matige groei in olieverbbruik, een bijdrage van kernenergie die wij nu bepaald niet zo laag vinden (6500 MW in 2000) en vulde het overblijvende gat grotendeels op met geïmporteerde steenkolen. Totaal gebruik hiervan in het jaar 2000: 34 miljoen ton per jaar.

De LSEO-beschouwingen waren nog niet gedegen economisch onderbouwd, schattingen van de omvang van de energiebesparingen waren primitief, de omvang van de economische groei was niet duidelijk aangegeven, maar toch: het getal van meer dan 30 miljoen ton steenkolen zullen we nog nader ontmoeten.

De Energienota van de minister van Economische Zaken in 1974 (7) gaf eveneens een aanzet voor een prognose van de groei van het energiegebruik waarbij besparingen werden verondersteld. De opstellers keken echter niet verder dan 1985, zodat nadere bespreking hier achterwege kan blijven.

Dit echter met één uitzondering en wel voor de elektriciteitssector. In het zicht van het in het begin der jaren tachtig te bereiken maximum in de Nederlandse aardgasproductie zou de inzet van aardgas in elektriciteitscentrales worden teruggedrongen en zouden olie, steenkolen en kernenergie een sterk toenemende bijdrage moeten leveren. Het kernenergieplan (3000 MWe additioneel in bedrijf in 1985) kan nu niet meer worden gehaald, de oliecomponent zal alleen realiseerbaar zijn tegen hoge kosten, de bijdrage van steenkolen kan wel worden waargemaakt, maar de inzet van aardgas zal beduidend hoger liggen dan in 1974 was bedoeld. Het 'Brandstof Inzet Plan Centrales' uit het in 1978 gepubliceerde Elektriciteitsplan van de Samenwerkende Elektriciteitsproducenten (SEP) bevestigde deze trends (8).

Momenteel wordt gediscussieerd - overigens niet alleen op energiehuishoudelijke gronden, maar tevens met het oog op de bezetting in de industrie die installaties voor elektriciteitscentrales bouwt - over de mogelijkheid een voor 1990 geplande, maar nog niet nader gedefinieerde elektriciteitscentrale zoveel vroeger te bouwen als mogelijk is en wel als kolengestookte eenheid. Daardoor zou dan een deel van het bestaande vermogen dat alleen op aardgas of olie kan werken, kunnen worden stilgelegd. Bij de huidige olie- en gasprijzen is dit een economische propositie. Het resultaat is dat het aandeel van steenkolen in de Nederlandse energiebalans toeneemt.

Ook langs andere weg wordt het waarschijnlijker dat kolen een grotere rol in het Nederlandse energiedieet kunnen en zullen gaan spelen. Uit het recente Plan van de Gasafzet, jaarlijks door de Gasunie opgesteld, blijkt dat de Gasunie weliswaar rekent met een langzamere daling van de gasproductie na het bereiken van het zenith in de jaren tachtig dan vroeger, maar dat zij tevens rekent met een toenemende import van gas en met gas afkomstig van de vergassing van steenkool. Dit laatste zou dan laag-calorisch gas moeten zijn om de hoog-calorische importen op de calorische waarde van het Groningse aardgas te brengen.

Alles te zamen: een duidelijke (zij het kapitaalintensieve) ontwikkeling in de richting van steenkolen.

In de jaren 1977-1979 zijn verschillende scenario's voor de Nederlandse energiehuishouding opgesteld, waarbij de economische groei, het maatschappelijk karakter van de samenleving, het verloop van de olieprijs en de meer of mindere vastbeslotenheid van het overheidsbeleid als varianten zijn gehanteerd. Een korte samenvatting is te vinden in Bijlage II van de Nota Energiebeleid - deel I, die in september 1978 door de minister van Economische Zaken werd uitgebracht.

Als achtergrond voor de discussie over steenkool zouden wij ons hier willen beperken tot een korte beschouwing van:

- het hoge en lage scenario van het Centraal Planbureau (CPB) zoals deze in extenso in Bijlage I van de Nota Energiebeleid zijn ontwikkeld;
- de WAES-opstellingen voor hoge en lage groei;
- de Shell-scenario's (9), drie in getal, waarbij de groei niet een primaire, maar een afgeleide variabele is, volgende uit de sociale ontwikkeling, het maatschappelijk karakter van onze samenleving.

De analyse van deze scenario's voert tot kolenverbruikscijfers voor het jaar 2000 die - zelfs onder aanname van een beperkte bijdrage van kernenergie - als volgt variëren:

CPB	- hoog	25-12 miljoen ton o.e. of ruwweg	36-17 miljoen ton skel)
	laag	19- 9	27-13
WAES	- hoog	27-11	38-17
	laag	17- 7	25-11
Shell	- zaken als		
	vanouds	26	37
	- frustratie	13	19
	- versobering	10	15

---

1) ton ske = ton steenkoolequivalent = ca. 29,3 Gigajoule

Hierbij moet worden aangetekend dat in de CPB- en WAES-cijfers de lage cijfers voor kolen gelden voor het geval dat er een belangrijke uitbreiding van kernenergie plaatsvindt.

In de Shell-scenario's zijn enkele waarden voor kernenergie opgenomen die worden gezien als consistent met de maatschappijhouding die bij elk van die scenario's behoort. Het scenario van versobering kan men wellicht als niet erg overtuigend aanvoelen. Daarbij zou de groei van het energiegebruik tot 2000 slechts 15% totaal bedragen. Die groei kan dan nog met meer olie en met kolen worden opgevangen, maar zelfs een 'weinig meer' olie is, zoals betoogd, uit voorzieningsoverwegingen niet aan te bevelen. Na 2000 wordt het dan of veel meer kolen of kernenergie, zelfs in dit lage groeiscenario dat door 'nuchterheid en versobering' wordt gekenmerkt.

In het lage CPB-scenario komt dit keuzeprobleem al eerder op ons af, nl. tussen 1990 en 2000.

In alle scenario's zit veel verbeterde energie-efficiëntie verwerkt en het blijft op zichzelf voor mij een open vraag of de 15-20% besparing voor WOCA die Shell aanneemt, of de 30% besparing voor Nederland die de Energienota stipuleert, in de tijdsspanne van 20 jaar haalbaar zijn. In termen van olie-equivalentie vertegenwoordigen zij beide een respectabele 'business'. Het getal van de Energienota staat bijvoorbeeld gelijk met het vinden en in produktie brengen van iets dat de



omvang benadert van de Algerijnse olievelden. Die produceren 50 miljoen ton olie per jaar, overeenkomende met 10% van het totale oliegebruik in de EEG. Een niet geringe taak dus, waarvan de kosten hoog zijn. Hoe kunnen die kosten worden opgebracht als men van economische nulgroei uitgaat?

Ten aanzien van kernenergie, die in het CPB-scenario pas na 2000 weer aan de orde is, lijkt het dus verstandig de zaak nog even aan te zien, maar in elk geval de optie niet te seponeren door onberaden sluitingsacties nu. En zeker moet er nu voor een maatschappelijk aanvaarde opberging van het afval worden gezorgd.

Op grond van al het voorgaande mag men wel concluderen dat de discussie over het gebruik van steenkolen in de Nederlandse energiehuishouding zich kan concentreren op verbruiksniveaus rond 20 à 30 miljoen ton per jaar. Dit is ook de conclusie van een gespreksgroep, door TNO, ECN en een aantal industriepartners gevormd (10).

Zonder vooruit te lopen op de uitkomst van verdere discussies in Nederland over het al dan niet uitbreiden van de toepassing van kernenergie lijkt het dus zinvol de consequenties van een gebruik tot 30 miljoen ton steenkolen per jaar in Nederland onder de loep te nemen.

#### Referenties

- (1) K. Swart. Lezing 'Energieverbruik t.b.v. huisverwarming, transport en industrie' (niet in druk verschenen). TH Eindhoven, seminar 'Is een moderne samenleving met aanzienlijk minder energiegebruik denkbaar?', 13 december 1979.

Zie ook 'Be your own OPEC'. The Economist, 22 december 1979, p. 49-50.

- (2) H. Hoog en A. Hols. Het Energievraagstuk (tabel 8). Vereniging voor de Staathuishoudkunde, september 1976.
- (3) H. Hoog. The nucleair option - a long term investment. Foratom Congress, Hamburg, mei 1979. Energiespectrum, 7/8, 1979.

- (4) D. de Bruyne. Energy imperatives for the coming decades. Elsevier International Symposium 'Energy - what now', Amsterdam, 22 oktober 1979.
- (5) Oil crisis ... again? B.P., september 1979.
- (6) Energie 1976. 2e Interimrapport van de Landelijke Stuurgroep Energie Onderzoek.
- (7) Energienota 1974. Ministerie van Economische Zaken.
- (8) Steenkool, een volwaardig alternatief. Scheepvaart en Steenkolen Maatschappij bv (SSM), augustus 1979, p. 7.
- (9) D. de Bruyne. Nederlandse energie tot 2000: vooruit met halfgas. Landelijke Economistendag, Amsterdam, 24 oktober 1978.
- (10) Gas en electriciteit in Nederland, een toekomstverkenning. TNO/ECN, mei 1979.
- (11) Study on the security of energy supplies in the European Community. UNICE, 5 oktober 1973.
- (12) Energy savings short term objective 1976-1977. Europese Commissie, COM (75), 474.  
Energy objectives of the Community for 1990 and convergence of policies of Member States. Europese Commissie, COM (79), 316, 14 juni 1979.
- (13) Ray Dafter. Financial Times, 15 juni 1979.

## HOOFDSTUK II. IS 30 MILJOEN TON STEENKOOL VOOR NEDERLAND BESCHIKBAAR? EEN SCENARIO VOOR HOOG KOLENVERBRUIK

door ir. K. Swart

### Inleiding

Nu de ontwikkelingen van de laatste 18 maanden in het Midden-Oosten ons hebben geconfronteerd met de uit politieke omstandigheden voortvloeiende onzekerheid omtrent de olie- en gasvoorziening, is het zaak tot een juist inzicht te komen in de voornaamste knelpunten die uit de weg moeten worden geruimd om tot een oplossing te komen van dit en de meer fundamentele problemen die een rol spelen bij de voorziening van onze energiebehoeften. Het is in dit symposium op zijn plaats dat ik mij concentreer op de noodzaak, uitvoerbaarheid en aanvaardbaarheid van het feit dat steenkool een belangrijker bijdrage gaat leveren aan de toekomstige energievoorziening van Nederland dan in het recente verleden het geval was en op de consequenties van zo'n nieuw perspectief voor steenkool.

### Wat is het scenario voor hoog kolenverbruik?

In wezen is het scenario voor hoog kolenverbruik een scenario waarin de onzekerheden omtrent de toekomstige beschikbaarheid van energie in Nederland worden verkleind door een vroegtijdig onderkennen van de mogelijkheden die steenkool - dank zij de ontwikkelingen in de kolen-techniek - biedt om olie, aardgas en kernenergie aan te vullen. Ten aanzien van de economische groei is uitgegaan van een ontwikkelingspatroon op lange termijn van iets meer dan 2% per jaar.

Voorts is rekening gehouden met recente beslissingen om de afhankelijkheid van ruwe olie te verkleinen en met de wenselijkheid het gebruik van olie en aardgas te reserveren voor de aantrekkelijkste toepassingen. Het scenario gaat er tevens van uit dat haperingen in het kernenergieprogramma kunnen en zullen worden gecompenseerd door een hoger gebruik van steenkool.

Net zoals vrijwel alle andere geïndustrialiseerde landen moet Nederland uitgaan van de verwachting dat zich in de komende decennia een wijziging zal voordoen in de samenstelling van zijn primaire energiegebruik. Tabel 1 geeft een opsomming van de veranderingen in het energiegebruikspatroon die onder het scenario voor hoog kolenverbruik waarschijnlijk zijn en vergelijkt deze met in het verleden opgetreden wijzigingen.

Tabel 1. Procentuele samenstelling van het energiegebruik in Nederland

	1955	1975	1978	1990	2000
Steenkool	73	4	6	14	26
Olie	26	34	38	41	36
Gas	1	60	54	44	31
Kernenergie	-	1	2	1	7
	<hr/> 100	<hr/> 100	<hr/> 100	<hr/> 100	<hr/> 100

Hoewel het belang van kleine numerieke wijzigingen in deze percentages niet dient te worden onderschat, is het duidelijk dat het toegenomen aandeel van steenkool volgens dit scenario bescheiden is vergeleken met het vroegere belang daarvan voor de Nederlandse economie.

#### Noodzaak

De noodzaak om naast ruwe olie onze behoefte aan te vullen met andere energiedragers wordt benadrukt door het verloop van vraag en aanbod van ruwe olie, ook wanneer de politieke problemen die momenteel beschikbaarheid en prijsniveau aantasten stabiel en op lange termijn worden opgelost. Zelfs indien rekening wordt gehouden met de verwachte daling in de toename van de vraag naar olie (ongeveer een kwart tot de helft van de groeicijfers van het verleden) die samenhangt met lagere verwachtingen voor de algehele economische groei en met vrij optimistische cijfers voor energiebesparing, is het zeer wel mogelijk dat de olietoevoer aan het eind van de jaren tachtig niet meer aan de behoeften kan voldoen. Men dient zich tevens te realiseren dat de ontdekking van nieuwe olievelden buiten die waarmede in de huidige voorspellingen

rekening is gehouden, niet noodzakelijkerwijze leidt tot verhoogde produktie en levering van ruwe olie.

Het besef van de noodzaak olie te conserveren om aan de behoeften op lange termijn te kunnen voldoen, zal waarschijnlijk veeleer tot gevolg hebben dat eventuele onverwachte ontdekkingen de top van de 'olieberg' zullen doen verbreden tot een plateau, dan dat zij zullen leiden tot een aanhoudende, belangrijke toename van de jaarlijkse produktie. Dit, gevoegd bij de bezorgdheid over de toereikendheid op lange termijn van de in eigen bodem aanwezige hoeveelheid aardgas, werpt belangrijke vraagstukken voor Nederland op.

Ramingen van economisch en technisch winbare energiereserves over de gehele wereld tonen aan dat steenkool en kernenergie de twee bronnen met het grootste potentieel zijn om op lange termijn als aanvulling op olie en aardgas te dienen.

Hoe groot zijn de mogelijkheden dat dit steenkoolpotentieel een belangrijke bijdrage gaat leveren aan de Nederlandse energievoorziening?

#### Haalbaarheid

De algemene economische achtergrond van het scenario van hoog kolenverbruik is, zoals reeds gezegd, vrij voorzichtig ingecalculeerd. Aangenomen wordt dat het bruto nationaal produkt tot het jaar 2000 iets meer dan 2% per jaar zal groeien, d.i. de helft van het groeitempo in de jaren zestig en het begin van de jaren zeventig.

De onzekerheden over de beschikbaarheid van olie en gas (en in de naaste toekomst van kernenergie) in een mate die voldoet aan de totale energiebehoefte en de onderkenning van de mogelijkheid om, met gebruikmaking van de laatste ontwikkelingen op technisch gebied, de betrekkelijk grote steenkoolvoorraden te exploiteren, maken dat een scenario voor hoog kolenverbruik alleszins de aandacht verdient.

Volgens dit scenario zal steenkool in toenemende mate de zwaardere fracties van ruwe olie en ook aardgas vervangen die tot dusverre werden gebruikt voor het opwekken van elektrische energie. Daardoor komt een groter deel van de schaarse en waardevollere olie en aardgas vrij voor aantrekkelijker toepassingen zoals verwarming, vervoer en produktie van chemische grondstoffen.

Globaal gaat het scenario uit van een verbruik van 15 à 17 miljoen ton steenkool in 1990 en ongeveer 33 tot bijna 40 miljoen ton in het jaar 2000. Deze cijfers lijken misschien erg hoog vergeleken met het huidige gebruik van ongeveer 5 miljoen ton, maar zijn dat toch niet als wij terugdenken aan de hoeveelheden steenkool die in een nog niet zo ver verleden werden gebruikt.

In de tweede helft van de jaren vijftig verbruikte Nederland tot een maximum van ongeveer 18 miljoen ton kolen per jaar (1956) en zelfs nog in 1963 bedroeg het totale verbruik 17 miljoen ton. Onze eigen productie haalde in 1961 het maximum van bijna 13 miljoen ton. Het scenario voor hoog kolenverbruik komt derhalve neer op een terugkeer, tegen het jaar 1990, tot het verbruiksniveau van de tweede helft van de jaren vijftig. Een groot deel van de toename in het verbruik na 1990 zal worden gedekt door de toepassing van nieuwe, geavanceerde technieken voor de omzetting en verbranding van steenkool die thans in het ontwikkelingsstadium verkeren. In dit licht bezien, lijkt zulk een scenario zeer wel haalbaar.

Uiteraard is de verwachting dat het verbruikspatroon van steenkool in zulk een scenario zich gedurende de komende twintig jaren merkbaar zal wijzigen. Zonder de pretentie exact te willen zijn, geeft Tabel 2 een indicatie van het zich wijzigende patroon van het steenkoolverbruik.

Tabel 2. Opbouw van het steenkoolverbruik in Nederland - in duizenden tonnen

	1955		1978		1990		2000	
		%		%		%		%
Elektrische centrales	5.000	29	1.600	31	9.500	55	23.100	60
Cokesovens	5.200	30	3.300	63	3.700	22	4.500	12
Vergassing	1.200	7	-	-	2.000	12	4.500	12
Overige industrie	3.200	19	200	4	400	2	1.000	3
Diversen	2.600	15	100	2	1.500	9	5.200	13
Totaal	17.220	100	5.200	100	17.100	100	38.300	100

Afgezien van de procentuele teruggang in de bijdrage van metallurgische steenkool - zuiver een functie van de betrekkelijk langzame

groei in de produktie van staal waarvan momenteel wordt uitgegaan - is de belangrijkste lering die uit de tabel kan worden getrokken wel de toename in het gebruik voor elektrische centrales, vergassing en diversen (in hoofdzaak het gebruik in olieraffinaderijen en bij de produktie van chemische grondstoffen).

Gedurende de komende twintig jaar zal het in toenemende mate noodzakelijk zijn het rechtstreekse verstoken van olie en aardgas onder ketels te verminderen. Zelfs zonder verdere vertragingen bij het beschikbaar komen van kernenergie zou opvoering van het kolenverbruik in elektrische centrales noodzakelijk zijn geweest om aan de vraag naar elektriciteit te voldoen. Steenkool kan en zal wederom de belangrijkste brandstof voor ketelondervuring worden, in het bijzonder in elektrische centrales. Daarna zal het ook noodzakelijk en commercieel aantrekkelijk worden steenkool in gasvormige en vloeibare produkten om te zetten.

Men gaat ervan uit dat de omzetting van steenkool in sunstituut aardgas (SNG) en het gebruik van steenkool - via z.g. synthesegas - als grondstof voor de vervaardiging van organische chemicaliën vanaf ongeveer 1990 belangrijker zullen worden. Tegen die tijd zullen de olieraffinaderijen zelf waarschijnlijk belangrijke afnemers van steenkool worden om in hun energiebehoeften te voorzien. De produktie van energie slokt nu eenmaal forse hoeveelheden energie op.

De techniek die nodig is voor het realiseren van de vereiste ontwikkeling van steenkooltoepassingen is reeds tamelijk vast omlijnd. De algemene opinie in vakkringen is dat een dergelijk scenario technisch haalbaar is en dat het, uitgaande van de te verwachten onderlinge prijsverhoudingen van olie, aardgas en steenkool, in toenemende mate commercieel aantrekkelijk zal blijken te zijn.

De toename van het steenkoolverbruik in de diverse sectoren vereist niet alleen extra infrastructuur, doch tevens een verandering van instelling. In het bijzonder dienen degenen die betrokken zijn bij de fabrieksnijverheid te beseffen dat een groter gebruik van kolen geen stap achteruit betekent. De vorderingen op technisch gebied, wervelbedverbranding in het bijzonder, houden in dat de overgang zowel vlot als progressief kan verlopen. Er zal nog nader worden ingegaan op de

mogelijkheden van vruchtbare investering tijdens deze overgang.  
Laten wij toch gebruik maken van deze kansen: tenslotte zijn de hoeveelheden waar het rond 1990 om gaat niet groter dan die welke wij in het begin van de jaren zestig hanteerden.

### Beschikbaarheid

Een van de belangrijkste verschillen tussen het hier gepostuleerde scenario voor hoog kolenverbruik en de omstandigheden in de jaren vijftig en het begin van de jaren zestig is de herkomst van de steenkool. Terwijl in het verleden het grootste deel van de verbruikte steenkool in Nederland werd geproduceerd en de rest werd ingevoerd uit andere Europese landen en tot in zekere mate uit de Verenigde Staten, zullen toekomstige leveranties afkomstig zijn uit een groot aantal landen. In feite vormt het hier voor Nederland besproken scenario slechts een deel van een internationaal scenario waarin steenkool - in het bijzonder ketelkool - uitgedrukt in de internationaal verhandelde tonnages een snelle groei vertoont. Tabellen 3 en 4 plaatsen het Nederlandse scenario in een internationaal perspectief.

Tabel 3. Steenkoolproductie en -behoefte van de Europese Gemeenschap (miljoen ton)

	1977	1985	1990	2000
Productie				
- Steenkool	208	226	236	250 - 300
- Bruinkool	38	40	60	40
Totaal verbruik	284	325	355	400 - 690
Vereiste invoer van steenkool	38	59	79	150 - 350

Tabel 3 geeft de visie van de Europese Commissie weer op de productie en het gebruik in de negen EEG-landen, terwijl Tabel 4 weergeeft hoe Shell Coal de ontwikkelingen over de gehele wereld ziet.



Tabel 4. Wereldproductie van en handel in steenkool (miljoen ton)

	1978	1985	2000
Wereldproductie	2.615	4.550	6.700
- Ketelkolen	2.028	3.750	5.500
- Cokeskolen	587	800	1.200
Wereldhandel over zee	146	290	700
- Ketelkolen	41	130	500
- Cokeskolen	105	160	200

Begrip voor de noodzaak steenkool te importeren in gebieden zoals Europa, die vroeger grotendeels in eigen kolenbehoeften konden voorzien, verleent het scenario voor hoog kolenverbruik een verdere dimensie - een dimensie die internationale handel noodzakelijk maakt met gebieden waarmee in het bijzonder Europa nog geen handelsbetrekkingen op het gebied van energie had. Dit biedt talrijke nieuwe mogelijkheden tot investering in mijnbouw en de daarvoor nodige infrastructuur, op een moment dat aantrekkelijke investeringsmogelijkheden internationaal bezien betrekkelijk gering in aantal zijn.

De mogelijkheden om de wereldsteenkoolreserves op grotere schaal te exploiteren, blijken uit Tabel 5.

Tabel 5. Economisch en technisch winbare energiereserves op wereldbasis

	miljard ton steenkool- equivalent	aantal jaren dat verbruik mogelijk is op het niveau van 1978
Steenkool	635	220
Olie	120	25
Aardgas	95	55
Uranium	35	100

Het is belangrijk in verband met bovengenoemde getallen enkele punten op te merken:

- De internationale spreiding van de steenkoolreserves is wat minder eenzijdig dan die van ruwe olie.

- Het totaal van de steenkoolvoorkomens ligt een orde van grootte hoger dan de boven aangehaalde reserves, die gebaseerd zijn op wat naar de huidige maatstaven economisch en technisch winbaar is.
- De criteria voor economische winbaarheid variëren zeer sterk van land tot land en worden gunstiger naarmate de kosten verbonden aan de alternatieven toenemen.
- Gezien de enorme steenkoolvoorkomens over de gehele wereld gaan serieuze scenario's voor een zeer hoog kolenverbruik ervan uit dat in het jaar 2000 niet minder dan 800 miljoen ton ketelkolen internationaal zullen worden verhandeld. Dit komt neer op een toename van ongeveer 750 miljoen ton ten opzichte van de huidige hoeveelheid.

Hoewel het onverstandig zou zijn een voorspelling te wagen over welke landen nu welke hoeveelheden kolen onder zulk een scenario aan Nederland zouden leveren, geeft Tabel 6 een opsomming van potentiële exportlanden en hun te verwachten aandeel in de toekomstige internationale handel in ketelkool. Hieruit blijkt dat, met uitzondering van Venezuela, geen van deze landen olie-exporteur is.

Tabel 6. Voornaamste potentiële bronnen voor de export van ketelkool (miljoen ton)

	1985	1990	2000
Canada	5	15	35
Verenigde Staten	25	40	135
Colombia/Venezuela	7	15	40
Australië	20	35	95
Zuid-Afrika	42	45	80
Polen	17	20	35
Sovjetunie	1	5	10
Chinese Volksrepubliek	7	15	30
Rest (bijv. India, Mozambique, Vietnam, EEG)	9	20	40
	<u>130</u>	<u>200</u>	<u>500</u>

Ofschoon het voor de hand ligt dat de getallen voor 1990 en 2000 slechts indicaties kunnen zijn van de potentiële bijdragen van de voornaamste exporteurs, geven zij desalniettemin een redelijk beeld

van waar het groeipotentieel ligt. Momenteel betreft Nederland ongeveer 30% van zijn steenkool uit andere landen van de Europese Gemeenschap, een overeenkomstige hoeveelheid uit Australië, ongeveer 15% uit de Verenigde Staten, 15% uit Polen, 5% uit de Sovjetunie en circa 2% uit Zuid-Afrika.

*Uitgaande van een verwachte groei in de wereldexport van ketelkool tussen 1978 en het jaar 2000 tot 450 à 750 miljoen ton, kan worden verwacht dat deze landen een veilige en niet-eenzijdige bron vormen, vooropgesteld dat door verbruikers en leveranciers tijdig passende stappen worden gedaan voor het scheppen van het juiste investeringsklimaat.*

Investeringsin in mijnbouwfaciliteiten, spoorwegen en havens in zowel exporterende als importerende landen zijn noodzakelijk, evenals investeringen in verbruikscapaciteit (met steenkool ondervuurde elektrische centrales, nieuwe ketels, installaties voor de conversie van kolen). Hoewel het mobiliseren van deze investeringen een uitdaging vormt, doet zich hierbij tevens een unieke gelegenheid voor om handel en werkgelegenheid te stimuleren en de laatste ontwikkelingen op het gebied van brandstoftechnologie en transporttechniek toe te passen.

Het is van belang dat we ons bewust zijn van de unieke kans die voor Nederland is weggelegd om door uitbreiding van zijn havenfaciliteiten een grote rol te spelen bij het vervoer van steenkool door geheel Europa. Uitbreiding van de installaties voor het hanteren van steenkool in een zo strategisch gelegen land als Nederland zou niet alleen het voordeel opleveren van lagere kosten bij behandeling van grotere schepen, doch zou tevens een nuttige en waardevolle entrepothandel tussen Nederland en onze Europese buurstaten doen ontstaan door overslag in kolenschepen die klein genoeg zijn om andere Europese havens te kunnen aandoen.

Wanneer een dergelijke uitdaging met succes wordt aangenomen, zijn de voordelen potentieel enorm. De infrastructurele ontwikkeling in niet-olie-exporterende ontwikkelingslanden die als kolenexporteurs naar voren zouden treden, zou investeringsbanden tussen de geïndustrialiseerde en de ontwikkelingslanden bevorderen tot wederzijds voordeel. De internationale steenkoolindustrie zou wel eens een waardevolle

katalysator kunnen zijn voor een nieuwe fase in de ontwikkeling van onze wereld, zeer in de geest van het onlangs gepubliceerde Rapport-Brandt.

De kwestie van de beschikbaarheid die bij het scenario voor hoog kolenverbruik speelt, kan kortweg worden beantwoord met: 'Er is genoeg, maar de uitdaging moet op tijd worden onderkend en de gelegenheid moet worden gegrepen'. Dank zij onze toegenomen kennis en verbeterde techniek is succes vrijwel verzekerd en als gevolg van de huidige wereldomvattende economische problemen is de gelegenheid meer dan welkom.

#### Aanvaardbaarheid/Uitvoerbaarheid

Na de aandacht te hebben gevestigd op de noodzaak en haalbaarheid van het scenario voor hoog kolenverbruik, is het van belang de nadruk te leggen op de noodzaak tot overeenstemming te komen over diverse aspecten van het scenario en in te gaan op vragen van beleid en uitvoering die zulk een scenario in Nederland omgeven.

De voor de realisatie van een scenario voor hoog kolenverbruik nodige eenstemmigheid kan slechts worden bereikt door een volledig begrip voor de terzake bestaande behoeften, voordelen, belangen en mogelijkheden. Wil een dergelijk scenario in plaats van slechts een haalbaar concept een praktische propositie zijn, dan moet het aanvaardbaar zijn voor zowel degenen die zijn betrokken bij het energiebeleid (politici, overheidsinstanties, leveranciers en afnemers) als - en dat is zeer belangrijk - de staatsburger. De noodzaak en haalbaarheid van zulk een scenario alsmede enkele daaruit voortvloeiende voordelen zijn reeds besproken. De aanvaardbaarheid van het scenario hangt af van zekerheden over milieu-aspecten, van begrip voor de rol van kernenergie en van het wegnemen van de twijfels die bij sommige groeperingen leven omtrent de wenselijkheid van groei in het algemeen.

### Het milieu

Milieubetrokkenheid is de laatste jaren - terecht - in belangrijkheid toegenomen. Een extra moeilijkheid is dan ook dat deze betrokkenheid een hoogtepunt heeft bereikt op het moment dat de gemeenschap voor de belangrijke omschakeling staat van een op olie en aardgas gebaseerde maatschappij naar een in toenemende mate op kolen gebaseerde maatschappij.

Bij een toegenomen kolengebruik wordt de milieubescherming gewaarborgd door tal van gedetailleerde ontwikkelingen, maar vooral door belangrijke vorderingen op technisch gebied zoals:

- elektrostatische precipitatoren die de hoeveelheid vaste deeltjes welke uit fabrieksschoorstenen ontsnappen sterk verminderen;
- rookgasontzwavelingsprocédés;
- wervelbedverbrandingstechnieken, bij toepassing waarvan de vorming van stikstofoxyde sterk wordt verminderd en de verwijdering van zwavel gemakkelijker en doelmatiger verloopt;
- verbeterde behandelingstechnieken;
- vergassing, waardoor uit kolen een schoon gas wordt verkregen.

Degenen die zich nog kunnen herinneren welke milieufouten er dertig jaar geleden met het gebruik van steenkool werden gemaakt, kunnen ervan verzekerd zijn dat dank zij deze technische ontwikkelingen een hoog kolenverbruik geen stap terug naar de omstandigheden van toen zal betekenen.

### Kernenergie

De relatie tussen de kolenindustrie en de kernenergie-industrie wordt in brede lagen verkeerd begrepen, dikwijls ook door hen die beter zouden moeten weten.

De noodzaak om het gebruik van steenkool te ontwikkelen vormt geen alternatief voor de noodzaak kernenergie te ontwikkelen; beide zijn van vitaal belang als men de levensstandaard voor de groeiende wereldbevolking alleen maar wil handhaven.

De toepassingsmogelijkheden van steenkool bestrijken echter een veel bredere scala dan die van kernenergie. Die laatste zijn beperkt tot het opwekken van elektriciteit en, mogelijk, stadsverwarming. Door de bezorgdheid over de beschikbaarheid en het prijsverloop van stookolie en de vertragingen in de kernenergieprogramma's wordt de noodzaak om steenkool rechtstreeks in elektrische centrales te gebruiken nog groter. Samen met een toenemend steenkoolverbruik bij de vervaardiging van cement vormt dit de eerste stap naar een hoog kolenverbruik. De tweede fase geeft een groter kolenverbruik te zien in nagenoeg elke sector als gevolg van de toepassing van technieken zoals wervelbedverbranding en de ontwikkeling van een steenkooldistributienet. Tijdens de derde fase zullen grote hoeveelheden steenkool worden omgezet in gasvormige en vloeibare brandstoffen, grondstoffen en produkten.

#### Waarom groei?

Onvrede met groei is heel wat moeilijker te verhelpen, al was het alleen maar omdat het de visie van een zeer kleine minderheid (over het algemeen niet bepaald de 'have-nots') blijkt te zijn. Toch is er door de publiciteitsmedia veel aandacht aan dit verschijnsel besteed.

Groei, d.w.z. de stijging van het reële niveau van het bruto nationaal produkt of enig ander totaal, is op zichzelf niet wenselijk. In dit verband dient men evenwel twee zaken in het oog te houden:

- Wijzigingen in het BNP zijn het gevolg van menselijke creativiteit en vindingrijkheid. De groei van het BNP is het resultaat van het proces waarbij individuen hun eigen keuze tot uitdrukking brengen met maatregelen die betrekking hebben op uitgaven en produktie. Het vermogen dit proces te continueren, is in hoge mate afhankelijk van de hoeveelheid energie die beschikbaar is.
- Op basis van onze huidige ramingen van de beschikbare hoeveelheid energie is een scenario voor sterke groei vrijwel onmogelijk en het scenario voor hoog kolenverbruik gaat dan ook uit van een betrekkelijk geringe groei van het BNP (2% per jaar).

Wat het zwaarste weegt, is niet zozeer de numerieke groeisnelheid van het BNP, als wel de kwaliteit en rationaliteit van de activiteiten die aan een dergelijke groei ten grondslag liggen. Het scenario voor hoog

kolenverbruik wordt gekenmerkt door een grotere toepassing van menselijke vindingrijkheid en een rationeler gebruik van 's werelds waardevolle hulpbronnen.

Het is duidelijk dat conclusies met betrekking tot bovengenoemde vraagstukken uit de aard der zaak subjectief zijn. Gesteld kan worden dat de op de markt werkende krachten en de publieke opinie zich in een zodanige richting ontwikkelen, dat de beslissing ten gunste van een aanzienlijk groter en algemener gebruik van steenkool uitvalt. Dit te meer waar de recente gebeurtenissen in het Midden-Oosten de bezorgdheid over de economische ontwikkeling op langere termijn doen toenemen.

#### Is het scenario voor hoog kolenverbruik praktisch?

Hoewel het gevaarlijk zou zijn de moeilijkheden die nog moeten worden overwonnen, te onderschatten, zijn de problemen misschien niet zo groot als zij wel lijken.

In West-Europa bestaat reeds een belangrijke, met steenkool gestookte capaciteit voor het opwekken van elektriciteit waarvan feitelijk onvoldoende gebruik wordt gemaakt. Bovendien zijn er mogelijkheden om een veel groter gebruik van steenkool te maken, teneinde de afhankelijkheid van olie en gas te verminderen. In de Europese Gemeenschap is het gebruik van steenkool in elektrische centrales sinds 1976 reeds met bijna 35 miljoen ton toegenomen, terwijl weinig of geen netto extra capaciteit is geïnstalleerd.

In Nederland bestaan reeds vergevorderde plannen om voor tal van toepassingen het gebruik van steenkool te bevorderen, uiteenlopend van het rechtstreeks stoken van steenkool, tot kolenvergassing voor de vervaardiging van synthesegas en de vervanging van aardgas.

Shell Nederland heeft het besluit aangekondigd in Moerdijk een kolenvergassingsinstallatie te bouwen die zal worden gebruikt voor het schoon en doelmatig opwekken van elektriciteit door middel van gasturbines met een daarachter gekoppelde stoomcentrale. Shell Nederland onderzoekt tevens de mogelijkheid om in Europoort een wervelbedverbrandingsfornuis te bouwen.

Conclusies:

- Steenkool is beschikbaar.
- Wij weten hoe we de steenkool moeten ontginnen, vervoeren en in grotere hoeveelheden doelmatiger en schoner toepassen dan ooit tevoren.
- Steenkool is economisch aantrekkelijk.
- Het milieu kan en zal worden beschermd.
- De techniek is bekend; er zijn geen grote onbekende factoren.

Zowel de eerste als de tweede fase van het scenario voor hoog kolenverbruik zijn reeds tot op zekere hoogte op gang gekomen na de onderbrekingen in de olietoevoer en de prijsverhogingen sinds eind 1973. Onlangs is in de Duitse Bondsrepubliek een groot kolenomzettingsprogramma bekendgemaakt, waaraan thans uitvoering wordt gegeven.

*Waar wachten we nu nog op? Laten wij ons een scenario voor hoog kolenverbruik ten doel stellen en ermee aan de slag gaan.*



### HOOFDSTUK III. WINNINGSTECHNIEKEN VAN STEENKOOL

door prof.ir. P.Th. Velzeboer

#### Inleiding

Door de sterk gestegen en nog steeds stijgende prijs van aardolie en de vraag of die aardolie nog wel op de juiste plaats en op de juiste tijd beschikbaar zal zijn, komt steenkool meer naar voren als energiedrager. Het is daarom nuttig de winning van deze grondstof eens aan een nadere beschouwing te onderwerpen.

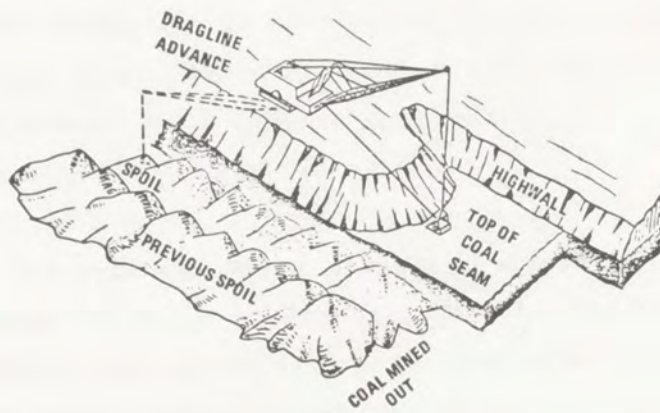
Steenkool heeft ten opzichte van aardolie het grote voordeel dat de voorkomens veel meer over het aardoppervlak verspreid zijn, zodat monopolieposities bij de winning en de levering niet gemakkelijk te verwezenlijken zijn. Deze geografische spreiding houdt tevens in dat grote delen van de wereld in hun eigen kolenverbruik kunnen voorzien. Daardoor wordt kartelvorming eveneens tegengegaan.

De winning van steenkool is te verdelen in twee - in de toekomst mogelijk drie - onderling sterk verschillende methoden, nl.:

- winning aan de oppervlakte in open groeven, de dagbouw;
- winning ondergronds, ook wel diepbouw genoemd;
- winning door middel van boorgaten, de niet-conventionele wijze.

De steenkoolvoorkomens verschillen sterk naar diepte en soort. De dikte van de steenkollagen krijgt een steeds grotere invloed op de rentabiliteit van de winning, hoewel het door de vooruitgang van de techniek mogelijk wordt steeds armere voorkomens te ontginnen. Door betere technieken is het dus mogelijk de economisch winbare reserves te vergroten. Wettelijke voorschriften van velerlei aard maken deze vergroting nogal eens ongedaan en veroorzaken soms zelfs een vermindering van de economisch winbare reserves.

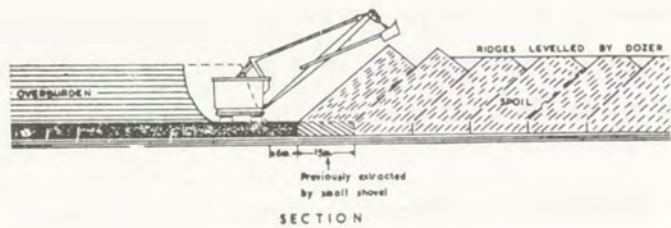
Met het oog op de mogelijkheid van een toekomstige energieschaarste verdienen de winningsmogelijkheden binnen de Europese Gemeenschap en dan nog speciaal binnen Nederland wel zeer bijzondere aandacht.



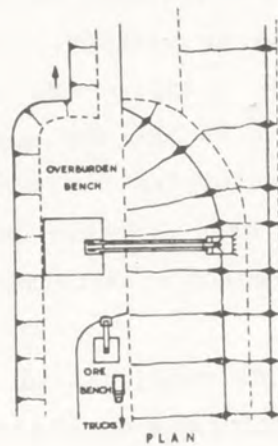
DRAGLINE CYCLE

- 1 LOAD BUCKET
- 2 HOIST & SWING 90°
- 3 DUMP & RETURN

Figuur 1.  
Het blootleggen van  
een kolenlaag met be-  
hulp van een dragline.



SECTION



PLAN

Figuur 2.  
Het blootleggen van  
een kolenlaag met een  
laadschop.

### De dagbouw

Deze winning wordt als groevebedrijf, dus aan de oppervlakte uitgevoerd. Alvorens de steenkool kan worden gewonnen, moet de bovenliggende steriele deklaag worden verwijderd. De steriele deklaag wordt daarna gestort op de plaats waar de steenkool reeds gewonnen is. Zie Figuur 1. De kolenlaag wordt daarna in smalle stroken (z.g. strips) ontgonnen. Daarbij wordt er naar gestreefd het winningsfront van de kolenlaag vrijwel horizontaal te houden, waardoor de deklaag een variërende dikte kan hebben. Na winning van een strip wordt deze opgevuld met de steriele deklaag van de volgende strip. Doordat het gebroken gesteente van de deklaag een belangrijk groter volume inneemt dan in ongestoorde staat, kan de bovenzijde van het opgestorte materiaal soms belangrijk hoger zijn dan de oorspronkelijke oppervlakte. Dit is uiteraard afhankelijk van de dikte van de verwijderde steenkoollaag. Zie Figuur 2.

Sinds de tweede wereldoorlog wordt deze opgestorte steenmassa wederom in cultuur gebracht. Dit is nu zelfs wettelijk verplicht, al leidt dat soms tot merkwaardige resultaten.

Het feit dat slechts een betrekkelijk smalle strook steenkool wordt blootgelegd, werkt het gebruik van ver reikende graafmachines in de hand. Zo zijn nu zowel laadschoppen als trekschoppen (draglines) in bedrijf met een boomlengte van 90 m en meer. De lading van de schop is opgevoerd tot ruim 160 m<sup>3</sup>. Deze giganten hebben een geïnstalleerd vermogen van ongeveer 20 MW en gebruiken evenveel energie als een kleine stad. Figuur 3 is de afbeelding van de 'Big Dipper' met een laadschop van 168 m<sup>3</sup>. De afmetingen blijken uit het feit dat de toegang tot de machine wordt verkregen met een ruime lift die in de hoofdspil is aangebracht. Met dergelijke machines is het mogelijk met een handjevol mensen dagelijks een enorme hoeveelheid gesteente op te pakken, te transporter en te storten.

Hoewel de deklagen van de steenkool meestal bestaan uit gesteentes, komt het ook voor dat tot steenkool veredelde tertiaire bruinkool is ingebed in zanden en kleien. Zulke onsamenvangende deklagen kunnen worden verwijderd met een graafwielbagger. Zie Figuur 4. Voor transport en storten wordt dan gebruik gemaakt van transportbanden in combinatie met speciaal daarvoor geconstrueerde stortmachines of railvervoer.



Figuur 3. Laadschop van 160 m<sup>3</sup>.



Figuur 4.  
Graafwielbagger in de  
bruinkoolwinning bezig met  
verwijdering van de deklaag.

De mogelijkheden voor dagbouw worden technisch gegeven door de dikte van de afdekkende lagen, dus door de diepte van de groeve. De verhouding tussen de dikte van de deklaag en die van de steenkoolaag vormt een maat voor de rentabiliteit van de winning. Vooral bij dikke lagen kan de diepte van dagbouwgroeven aanzienlijk zijn. Zo gaat de uiteindelijke diepte van de bruinkoolwinning in het Rijnland ongeveer 400 m bedragen. De bruinkoolaag is daarbij ca. 30 m dik. Bij grotere diepte zullen de laadschop en de trekschop onvoldoende reikwijdte hebben, zodat het materieel twee keer moet worden opgepakt en getransporteerd. Daardoor wordt de operatie aanmerkelijk duurder en de diepte van dagbouw beperkt.

Waar de deklagen vast gesteente bevatten, is veelal het gebruik van explosieven nodig, al is de uitbreekkracht van het graafmaterieel enorm.

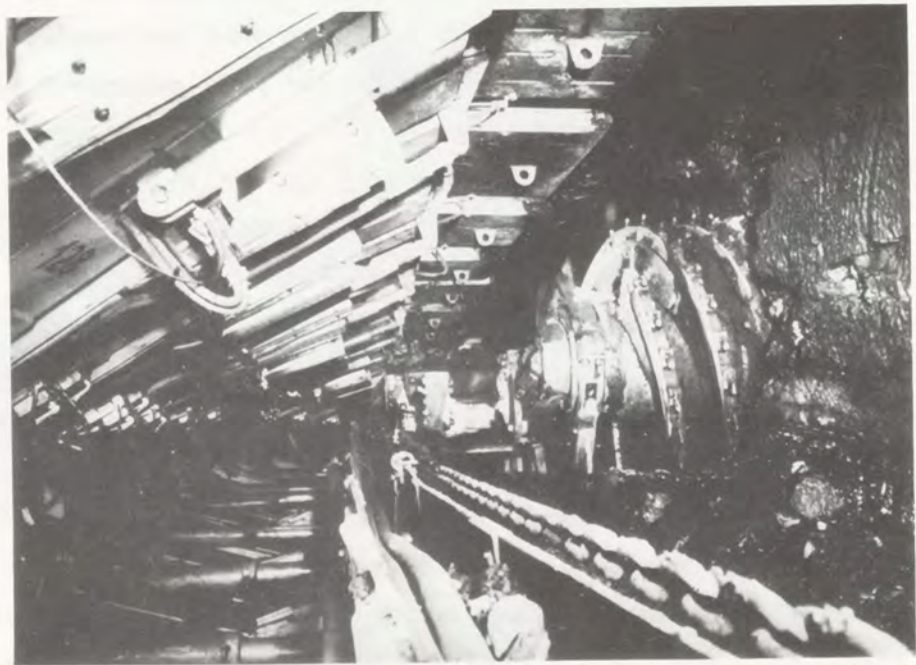
Na verwijdering van de deklaag en van het los op de kolenlaag liggende gesteente kan de eigenlijke winning ter hand worden genomen. Ook hierbij wordt veelal van explosieven gebruik gemaakt. De losgebroken steenkool wordt weggeleden in speciale vrachtwagens. Deze hebben, uitgevoerd als oplegger, laadvermogens tot 500 ton.

De steenkool wordt van de winplaats getransporteerd, hetzij naar de wasserij, danwel rechtstreeks naar het punt van verdere verzending. In de wasserij wordt het asgehalte van de ruwe steenkool verlaagd voorzover dat economisch nuttig is.

Met inzet van gigantisch materieel is het dus mogelijk nog betrekkelijk dunne lagen steenkool onder dikke deklagen te ontginnen. Zulk een technische uitrusting stelt hoge eisen aan degelijk onderhoud door gespecialiseerde vakmensen. De voorraad reserve-onderdelen moet zodanig zijn dat stagnatie van het materieel tot het uiterste wordt beperkt. Het zal zonder meer duidelijk zijn dat dat niet altijd een gemakkelijke opgave is, vooral in afgelegen en onherbergzame gebieden. Naast deze bezwaren zijn er vooral in de bewoonde gebieden problemen van geheel andere aard, waarbij soms de indruk ontstaat dat alle mogelijke moeite wordt gedaan om de ontginning van kolenlagen tegen te gaan. In ieder geval zijn er beperkingen door voorschriften inzake stof, water en lawaai. Soms wordt de eis gesteld dat na ontginning de oppervlakte niet slechts moet worden gerecultiveerd, maar zelfs in zijn oorspronkelijke vorm en staat moet worden teruggebracht, inclusief flora en fauna. Welk een opgaaf dat is, toont Figuur 5.



Figuur 5.  
Afgewerkte stripmijn,  
voor de landschappe-  
lijke herstelwerkzaam-  
heden en recultivatatie.



Figuur 6. Snijwals in bedrijf in 2,5 m  
dikke kolenlaag.

Het grote materieel zoals laad- en trekschoppen wordt slechts door enkele gespecialiseerde firma's geleverd. Door de lange levertijden (tot 4 jaar) kan een groot voordeel van de dagbouw, nl. de korte aanlooptijd tussen de eerste spade in de grond en de eerste ton kolen, verloren gaan bij uitbreiding van de produktie.

Samenvattend kan worden gezegd dat de dagbouw bij gunstige geologische omstandigheden zoals dikte en samenstelling van de deklaag, dikte van de kolenlaag, dicht bij elkaar gelegen kolenlagen en ongestoorde ligging, grote voordelen heeft. Er kan een zeer lage kostprijs worden bereikt door de hoge produktie en de hoge produktiviteit. Een produktiviteit van 20 à 60 ton per mandienst is goed haalbaar. Bij de winning van bruinkool kan zelfs 100 ton per mandienst worden bereikt.

#### De ondergrondse mijnbouw

Zoals in de inleiding reeds is vermeld, geschiedt de winning van steenkool bij deze methode geheel ondergronds. De steenkoollagen worden ontsloten door schachten, tunnels of hellingen, waarna de ontginning het vlak van de kolenlaag blijft volgen. Bij een gunstige geologische formatie zijn de lagen ongestoord, d.w.z. vrij van tektonische (= gebergtevormende) invloeden zoals afschuivingen of overschuivingen met de daarbij behorende breuken. Dat vindt direct zijn weerslag in een gunstige ontginning en dus ook in een gunstige kostprijs voor de gewonnen steenkool. De ontsluitingswerken vergen, vooral bij diepere voorkomens, veel tijd en investeringen. Voor het afdiepen tot 1000 m van een schacht met een inwendige diameter van 8 m door een watervoerend dekterrein met een dikte van 600 m rekent men op het ogenblik met een werktijd van 4 à 5 jaar en een investering van 100 miljoen gulden. Voegt men hier de tijd bij die nodig is voor de aanleg van de verdere ondergrondse ontsluitingswerken, dan bedraagt het tijdsverloop tussen de eerste spade in de grond en het bereiken van de geplande produktie tussen de 5 en 10 jaar.

Bij regelmatige ligging van de kolenformaties op betrekkelijk geringe diepte kan soms worden volstaan met heel eenvoudige ontsluitingswerken en vindt de kolenwinning plaats uit een veelvoud van korte fronten. Door de laag slechts partieel te ontginnen, kan het resterende deel

van de kolenlaag worden gebruikt als ondersteuning om het dak van de winningsfronten op te houden. Door een minimum aan nevenwerk wordt dan soms een produktiviteit bereikt welke die van de dagbouw benadert. Men moet dan wel een groot deel (30-50%) van de reserves opofferen voor bedoelde ondersteuning.

Bij toenemende diepte moeten om gesteentemechanische redenen de open ruimten smaller en de resterende kolenpijlers breder worden, zodat het steeds minder lonend wordt deze methode toe te passen. Bij grotere diepte wordt daarom, in plaats van de veelheid van korte winningsfronten, het lange front toegepast. De ventilatie is dan veel eenvoudiger en de winning wordt op enkele fronten geconcentreerd.

In geologisch gunstige afzettingen kan met moderne hulpmiddelen een grote produktie en een grote produktiviteit worden behaald. Met behulp van steeds zwaarder materieel en steeds sterkere machines (zie Figuur 6, blz. 40) werd het mogelijk in steenkoollagen ter dikte van 2 à 3 m eenzelfde produktie en produktiviteit per werkfront te bereiken als in dagbouw. Zo zijn produkties van 5000-6000 ton per dag en per werkfront al lang geen uitzondering meer, terwijl de produktiviteit in een enkel geval reeds de 100 ton per mandienst begint te naderen.

Helaas gaan deze mooie cijfers er anders uitzien wanneer de rest van het ondergrondse bedrijf mede in rekening wordt gebracht. Daar waar grote mijnmachines met een vermogen van 700 kW met succes lagen tot 5½ m dikte kunnen bewerken, waar het dakgesteente vrijwel ononderbroken wordt ondersteund en waar het rechttoe-rechtaan van de aan het winningsfront gebruikte kettingtransporteur nu reeds haakse bochten mogelijk maakt, maakt één geologische storing van enige afmeting een einde aan dit bedrijf. Dan moet alle materieel worden gedemonteerd en elders worden gemonteerd. Dat vraagt veel tijd en mankracht, waardoor de prachtige cijfers van het regelmatige bedrijf grotendeels tot veel geringere proporties worden teruggebracht.

Naast de mechanisering en de rationalisering aan het winningsfront zijn er nog tal van ontwikkelingen in het overige ondergrondse bedrijf te vermelden. Het drijven van steengangen en steengalerijen geschiedt, wanneer de te drijven lengte groot genoeg is, door middel van tunnelmachines. Deze hebben voorlopig nog een maximale diameter van ruim 6 m en boren zich met een snelheid tot 40 m per dag een weg door het gesteente. De galerijen in de koollaag worden gedreven met behulp van een soort freesmachine. Afhankelijk van de aard van de galerij en van



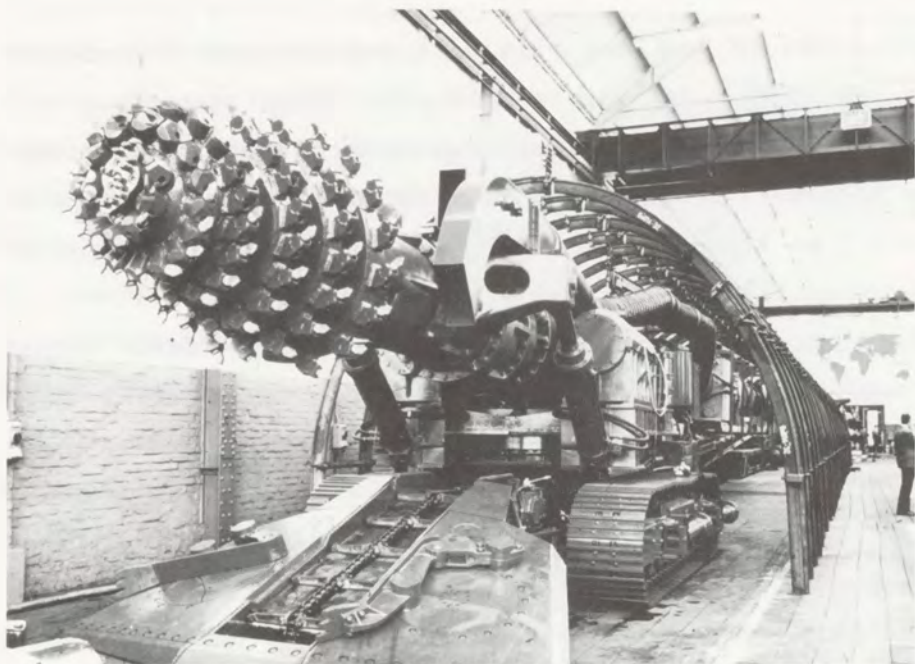
het nevengesteente van de koollaag zijn deze machines tot de aanzienlijke prestatie van 20-40 m per dag in staat. Zie Figuur 7.

Bij terugwaartse winning is de verplaatsingssnelheid van het winningsfront niet meer afhankelijk van de snelheid waarmee de voor de ontginning nodige galerijen kunnen worden gedreven, omdat die galerijen al van te voren gedreven zijn.

Zelfs bij een geologisch gunstige ligging van de kolenformatie kunnen belemmerende factoren optreden. De voornaamste daarvan is de gasontwikkeling. Tijdens het inkolingsproces van de steenkool wordt in de laatste fase methaan (CH<sub>4</sub>) gevormd dat, als het niet of slecht ontwijken kan, in kool en nevengesteente opgesloten blijft onder soms zeer hoge druk. Bij de ontginning van de steenkool komt dit gas vrij. Hoewel met gasafzuiging verrassende resultaten zijn geboekt, komt het grootste gedeelte toch vrij aan en nabij het winningsfront. Omdat het methaangehalte in de ventilatielucht wettelijk beperkt is en omdat de luchtsnelheid vanwege het bezwaar van stof aan een maximum is gebonden, is de produktie aan een bovengrens gebonden.

Daar elke mijnbouw in wezen een uitputtingsindustrie is en de gemakkelijkst ontginbare, dus de ondiepst gelegen lagen het eerst worden ontgonnen, zullen de mijnen mettertijd steeds dieper worden. De steeds zwaarder drukkende loon- en sociale kosten veroorzaken een sterke verhoging van de kostprijs. Daarom vindt er een negatieve rationalisering plaats, hetgeen betekent dat alleen de goede gedeelten van een veld, dus die met een geringe storingsgraad en met goed ontwikkelde kolenlagen, worden ontgonnen. Dit heeft weer tot gevolg dat de ontginning sneller naar de diepte voortschrijdt dan bijv. 30 jaar geleden. De in de toekomst te ontginnen kolenlagen zullen dus dieper liggen dan nu. Ondiepere lagen die vroeger wel economisch winbaar zouden zijn, blijven dus onontgonnen liggen indien de storingsgraad of dikte daar aanleiding toe geeft.

De ontsluitende schachten zullen dieper in de aardkorst moeten doordringen. Daarbij zal het afdiepen door watervoerende, ongeconsolideerde grondsoorten als zand en klei op grotere diepte moeilijkheden opleveren die tot voor kort onoverkomelijk schenen. Door Nederlandse mijn-ingenieurs - ik noem ir. G.J. de Vooy en ir. J.M. Weehuizen - is samen met de Nederlandse industrie baanbrekend werk verricht bij de ontwikkeling van de moderne schachtbouwtechniek. Met dat werk is het mogelijk geworden een waterdichte schachtbekleding aan te brengen die



Figuur 7. Gallerijdrijfmaschine in model van een tunnelbekleding.



Figuur 8.  
Ondergronds railvervoer.

tevens enige vervorming door de omringende strata kan verdragen. Het dieper worden van de ontginning brengt een hogere temperatuur van het omringende gesteente met zich mede. In tegenstelling tot ertsmijnen is nl. de geothermische gradiënt in kolenvoerend gesteente vrij hoog. Daardoor kan de temperatuur in een kolenmijn aanzienlijk hoger zijn dan in een ertsmijn van gelijke diepte. Zo komt in de ondergrondse werken in het Ruhrgebied op 1500 m diepte de gesteentetemperatuur op 62 °C, nagenoeg evenhoog als in de Zuidafrikaanse goudmijnen op 3000 m diepte.

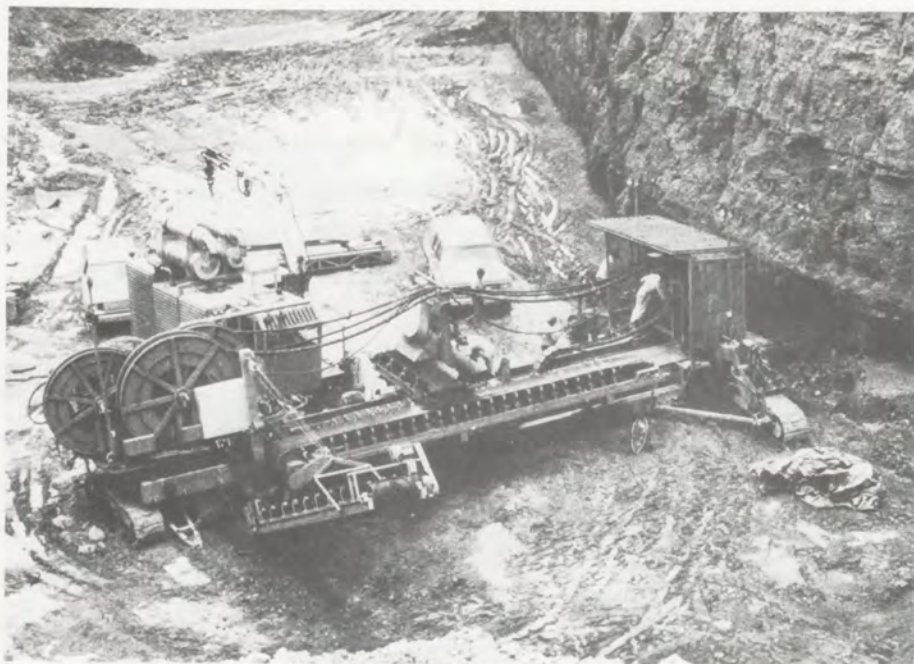
Om bij zulke hoge gesteentetemperaturen nog een werkzaam klimaat te krijgen, is koeling nodig. De laatste jaren zijn bij het klimatiseren ondergronds spectaculaire vorderingen gemaakt. Mijnen met een koelvermogen van 6000 kW zijn geen uitzondering en een 12000 kW koelinstallatie is in voorbereiding.

Uit ecologische, planologische en organisatorische overwegingen is het stichten van een nieuwe mijnzetel een uiterst kostbare en juridisch langdurige zaak. Daardoor wordt de ontwikkeling van nieuwe velden vanuit een bestaande mijnzetel sterk in de hand gewerkt. Daarmee wordt een besparing van 40 à 50% van de voor een complete, nieuwe mijnzetel nodige investering bereikt. Dit heeft een sterke impuls gegeven aan het transport ondergronds. Het onbemande railvervoer, de theoretisch oneindig lange transportband en het vervoer per speciale vrachtwagen zijn daarbij tot ontwikkeling gekomen. Zie Figuur 8.

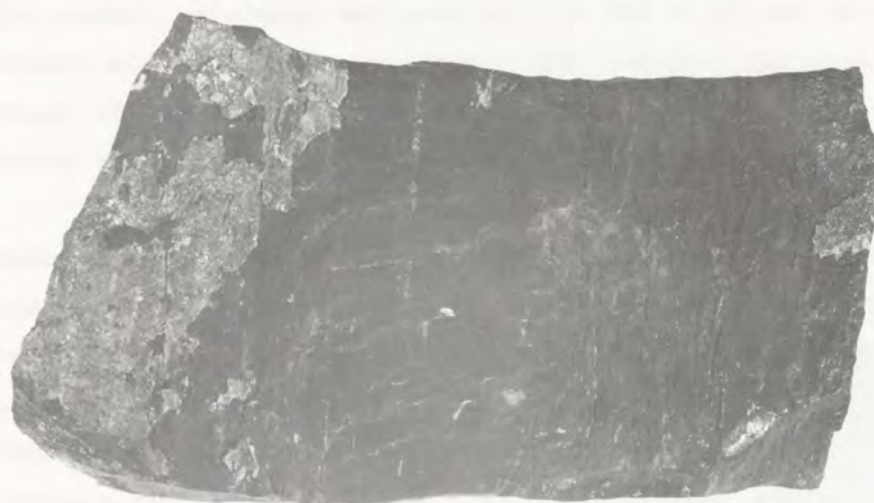
Het rendement, afhankelijk als het is van de geologische omstandigheden van het te winnen veld, is de laatste jaren sterk gestegen. Dat komt niet uitsluitend door negatieve rationalisering, maar ook door toepassing van nieuwe winningstechnieken. Alhoewel er ondergrondse mijnen zijn met een produktiviteit van 8 ton per mandag of meer, komt men in de diepere mijnen vaak niet boven de 4 ton per mandag uit<sup>1)</sup>. Door dit geringe rendement van de diepere mijnen wordt een uitbreiding van de steenkoolproduktie in bestaande mijngebieden in het algemeen problematisch. Dat wordt nog versterkt door de moeite die het kost om

---

1) Ondiepe mijnen waar men - met opoffering van een belangrijk deel van de reserves - het korte front-systeem toepast, liggen hier belangrijk boven: 10 à 20 ton per mandag is daar geen uitzondering.



Figuur 9. 'Thin Seam Miner' ingezet aan een 'High Wall' in de Verenigde Staten.



Figuur 10. Steenkoolmonster bestaande uit:  
links: doorgroeide kool en lei met  
markasietafzetting op breukvlak.  
midden: pseudo cannel kool.  
rechts: dungelaagde kool met afwisselende  
laagjes vitriet en duriet.

nieuwe mijnzetels te openen en door het op historische gronden nog steeds nogal negatieve imago van het mijnwerkersberoep.

In de nieuwe produktiegebieden, zoals Australië en Zuid-Afrika, is er meer ruimte voor uitbreiding van de produktie. Enerzijds door een gunstige geologische situatie (ondiepe en ongestoorde steenkoollagen), anderzijds door een voldoende aanbod van mijnwerkers.

In het kort dient melding te worden gemaakt van een winningsmethode die wordt toegepast wanneer een dagbouwontginning moet worden beëindigd door het bezwaar van te dikke deklagen of door ecologische beperkingen. De vertikaal blootgelegde kolenlaag zou verder met ondergrondse mijnbouw kunnen worden ontgonnen. Een tussenvorm is dat de kolenlaag tot een beperkte diepte partieel ontgonnen wordt met behulp van daarvoor gespecialiseerde machines. Zie Figuur 9. Ook hier vermeld ik het actieve aandeel van de Nederlandse industrie in de succesvolle ontwikkeling van dit zware materieel.

Deze beschouwing over de huidige winningsmethoden kan niet worden afgesloten zonder een enkel woord te wijden aan de kolenwasserij. Vooral in de diepe mijnbouw is het asgehalte van de ruwe steenkool sinds de tweede wereldoorlog gestegen van ca. 20% tot 50%. Dit is een gevolg zowel van de mechanisering van de steenkoolwinning als van de rationalisering. Door een wasproces (waarvan enkele ook van Nederlandse oorsprong zijn) worden kool en steen op soortelijke massa gescheiden. Voor scheiding van de fijnste fracties wordt flotatie toegepast.

Tenslotte nog een enkel woord over een tussenprodukt, nl. innig 'vergroeiende' kool en steen met een asgehalte van 40 à 50%. Dit mijnprodukt kan worden afgescheiden van de rest en ter plaatse in een ketelhuis worden verstoekt. Wanneer geen ketelhuis of centrale ter plaatse aanwezig is, kan vergassing tot generator- of synthesegas worden overwogen. Daardoor wordt het transport van de uit dit tussenprodukt verkregen energie belangrijk goedkoper dan het vervoer van het tussenprodukt zelf.

### Toekomstige winning

Tegen de achtergrond van dit - overigens summiere - overzicht van de huidige winningsmethoden kan men zich de vraag stellen of het mogelijk is aan de sterk toenemende vraag naar steenkool (nog deze eeuw wordt een verdubbeling van het wereldkolengebruik verwacht) kan worden voldaan.

De steenkoolvoorkomens hebben het voordeel dat zij belangrijk meer verspreid over de wereld liggen dan die van aardolie en aardgas. De verdeling naar gebruikersbehoefte vergt dus een belangrijk mindere mate van samenwerking. Wel moet worden beseft dat, gezien de voorkeur voor de veel aantrekkelijker aardolie, de mondiale verdeling van alle energiegrondstoffen een grotere coöperatie zal vragen dan ooit, zelfs in oorlogstijd, is voorgekomen.

De technische ontwikkelingen dienen te worden gezien in het licht van de huidige en te verwachten wereldkolensituatie.

In 1977 bedroeg de geschatte wereldvoorraad economisch winbare, vaste fossiele brandstoffen 640 miljard ton ske<sup>1)</sup>, was het wereldgebruik 2,7 miljard ton ske en omvatte de wereldhandel 0,19 miljard ton ske.

Tijdens de wereldenergieconferentie in Istanboel in 1978 werd het toekomstige wereldkolengebruik als volgt geschat:

1985 3,8 miljard ton ske

2000 5,6 miljard ton ske

2020 8,7 miljard ton ske

Technisch/geologisch gezien geeft deze prognose geen reden tot directe ongerustheid, maar er zijn wel enkele belangrijke knelpunten van andere aard, nl.:

- begrensde beschikbaarheid;
- politieke mogelijkheden tot verstoring;
- rationele en irrationele bezwaren tegen kernenergie;
- verder verbreid milieubewustzijn;
- verminderde vat van het politieke bestel op technisch-economische processen.

---

1) ske = steenkoolequivalent

Speciaal binnen de Europese Gemeenschap geeft de toekomstige winning van steenkool wel reden tot nadenken. Bij een geraamd kolengebruik van 1,7 miljard ton in 1985 en 2,4 miljard ton in 2000 en een geschatte winbare reserve van 71 miljard ton, beweegt de steenkoolproduktie zich sinds 1975 langs een dalende lijn die in 1978 op 239 miljard ton uitkwam, ondanks pogingen de produktie op 250 miljoen ton te brengen en te handhaven. Nog niet zo lang geleden (1974) werden de laatste Nederlandse kolenmijnen gesloten. Ook in de overige landen was tot de oliecrisis in 1973 een algemene daling waar te nemen in de kolenproduktie en in het aantal mijnzetels.

Wat voor mogelijkheden biedt dit voor de toekomst? Wij zien thans een sterke neiging tot instandhouding en zelfs uitbreiding van het aantal mijnzetels naast de ontwikkeling van nieuwe kolenvelden vanuit bestaande zetels. Tevens is er een sterke ontwikkeling gaande van methoden voor het ontginnen van zeer diepe mijnen. Werd tot voor enkele jaren de dieptegrens gelegd bij 1200 m, nu vindt reeds ontginning plaats op 1500 m en houdt men bij onderzoek en ontwikkeling reeds rekening met ontginning van steenkool op 1800 m diepte. Daarbij is het in de eerste plaats nodig een gedegen overzicht te krijgen van de grootte en de diepte van de binnen de Europese Gemeenschap aanwezige reserves. Niet veel mijnningenieurs of geologen zouden zo'n 25 jaar geleden het grote Selby-veld in Engeland hebben durven voorspellen. Toepassing van nieuwe exploratietechnieken heeft alleen al in Groot-Brittannië geleid tot de ontdekking van winbare reserves die een vijf keer zo groot verbruik als thans mogelijk maken.

Naast Engeland en West-Duitsland is het merkwaardigerwijs juist Nederland waar de steenkoollagen voorkomen, zij het nog min of meer onbevestigd. Dozyl<sup>1)</sup> wijst er op dat deze voorraad, waarvan overigens slechts wordt verondersteld dat die zich op grote diepte bevindt, 1000 miljard ton ske kan bedragen. Voorwaar een aanlokkelijk vooruitzicht, maar des te merkwaardiger doet het aan dat de Rijks Geologische Dienst geen gelegenheid krijgt tot nadere verkenning en zich dient te beperken tot herinventarisatie van het reeds bekende. Daardoor wordt de mogelijkheid uitgesloten dat onder Nederland een Selby-achtig voorkomen wordt ontdekt.

---

1) De Ingenieur, nr. 13, 1978 en Steenkoolsymposium, 4 oktober 1979.

De mogelijkheid binnen de Europese Gemeenschap van grootscheepse kolenwinning met dagbouw is uitgesloten. Alleen Groot-Brittannië heeft een dagbouw van enige betekenis, maar die valt in het niet bij de dagbouwontginningen in de Verenigde Staten, Zuid-Afrika en Australië. Gezien de ecologische consequenties van dagbouw in dichtbevolkte gebieden wordt deze methode in Groot-Brittannië niet overal waar mogelijk toegepast. Men houdt deze methode achter de hand voor perioden van nijpende behoefte wanneer op korte termijn extra produktie nodig is, aangezien uitbreiding van de produktie met diepbouw vele jaren extra aanlooptijd zou vergen.

Voor de Europese Gemeenschap liggen op het ogenblik de bekende reserves voor de conventionele en toekomstige winning vooral in Engeland en West-Duitsland. Daarbij moet worden aangetekend dat de winning in West-Duitsland zich met gemiddeld 14,3 m per jaar verder naar de diepte verplaatst.

Voor de conventionele mijnbouw blijft dus de vraag bestaan of er binnen de Europese Gemeenschap nog mogelijkheden bestaan om de steenkoolwinning duidelijk te verhogen, waarbij speciaal ware te denken aan de eventuele hervatting van de Nederlandse kolenmijnbouw. Het antwoord op deze vraag is onbevredigend. Weliswaar bestaan er inderdaad technische mogelijkheden om de produktie te verhogen en die in Nederland, dat een relatief grote invloed heeft gehad op de ontwikkeling van de in de kolenmijnbouw toegepaste technieken en methoden, te hervatten. De reserves tot 1200 m en dus zeker die tot 1500 m diepte laten dat heel goed toe. Maar het energievraagstuk, dat in vele gevallen wordt bepaald door het spel van vraag en aanbod, kan vrij eenvoudig door politieke tussenkomst worden verstoord. Zo heeft het uitstellen van het kernenergieprogramma in de Europese Gemeenschap tot gevolg dat tot 1985 al een extra 30 miljoen ton ske per jaar moet worden ingevoerd. Daarnaast spelen de lange aanlooptijden bij de winning van mineralen een belangrijke rol. Er ontstaat daardoor een faseverschuiving tussen vraag en aanbod, zodat in tijden van hoogconjunctuur een grondstoffen tekort en in tijden van economische teruggang een grondstoffenoverschot dreigt.

Het wordt vaak als een ernstig gebrek van ons Westeuropese democratische stelsel gevoeld dat de planning over een termijn langer dan een regeringsperiode slechts weinig diepgang bezit en dat de grote economische problemen over een periode van tien jaar in onvoldoende mate worden bestudeerd. Zodoende wordt de uitbreiding van de kolenmijnbouw



in het licht van de huidige economie sterk geremd, ofschoon de niet zo verre toekomst van het jaar 2000 in energetisch opzicht er donker uitziet.

Zoals reeds opgemerkt, hebben ecologische, organisatorische en planologische maatregelen alle een negatieve invloed op de verdere ontwikkeling van de kolenmijnbouw in het algemeen en die in de Europese Gemeenschap in het bijzonder. Speciaal in Nederland geldt het stichten van een nieuwe mijnzetel in veler ogen als een ecologische en sociale enormiteit, die met alle kracht moet worden tegengehouden. Uitspraken van vakbondsleiders tijdens de mijnsluiting in Limburg en uitlatingen van een burgemeester van een mogelijke mijn gemeente onderstrepen deze negatieve houding.

Wanneer dan om een of meer redenen de conventionele kolenwinning binnen de Nederlandse grenzen niet meer kan plaatsvinden, moet dat dan tot gevolg hebben dat de door Dozy geschatte kolenrijkdom zonder meer wordt prijsgegeven?

#### Onconventionele winning

Wanneer steenkool niet op conventionele manier kan worden gewonnen, blijft de mogelijkheid van onconventionele wijzen bestaan.

De winning van steenkool op diepten die met conventionele mijnbouw onbereikbaar zijn (als grens wordt thans met enige reserve een diepte van 1500 m aangenomen), is slechts mogelijk door conversie. Dat houdt in dat de steenkool in situ wordt omgezet in een gas of een vloeistof, al dan niet beladen met nog niet geconverteerde kooldeeltjes.

Omdat de reactiviteit van steenkool sterk varieert en de steenkool zelfs in één laag uit verschillende soorten bestaat, lijkt het mogelijk van dit verschil in reactiviteit gebruik te maken voor een soort selectieve conversie. De bedoelde verschillende soorten steenkool zijn steeds laagsgewijs aanwezig, vaak in zeer dunne laagjes, en variëren niet alleen naar reactiviteit, maar ook naar as en zwavelgehalte. Zie Figuur 10 (blz. 46).

Mijnbouwkundig gezien zou het misschien een groot voordeel kunnen zijn als bij de conversie gebruik zou kunnen worden gemaakt van deze laagsgewijs variërende reactiviteit. Het winningsfront ligt dan evenwijdig aan de laag zelf en de winning zal de neiging hebben over een groot

oppervlak, doch in geringe dikte plaats te vinden. Door de uitbreiding qua oppervlak te reguleren wordt de conversie ook voor minder reactieve lagen van belang. Gezien de zeer geringe dikte die bij conversie wordt aangetast en verwijderd, zal het nevengeesteente of de aangrenzende kool over een groot oppervlak slechts zeer weinig deformerden. Bij de ontginning van zeer dunne lagen legt het dak zich neer op het vloergesteente zonder dat instortingen optreden. Dit is een verschijnsel dat in de ondergrondse mijnbouw welbekend is. De verticale en dus ook de horizontale gesteenteverplaatsing worden tot een minimum beperkt. Ze worden als het ware over grote oppervlakten uitgestreken. De toe- en afvoerwegen, d.w.z. de boorgaten, zullen dus minder aan deformatie onderhevig zijn.

Om deze reden lijkt de conversie door oplossing duidelijk de voorkeur te hebben boven die door vuurvergassing (die op een of meer loodrecht op de laag staande fronten werkt), ware het niet dat de oplossing van steenkool in situ op zichzelf moeilijk is.

De in situ vergassing is reeds vele malen in een aantal landen onder verschillende omstandigheden geprobeerd. Tot dusver heeft de praktijk uitgewezen dat deze methode een gas oplevert van lage calorische waarde, nl.  $1/7$  à  $1/5$  van die van het huidige aardgas uit Slochteren. Bovendien betroffen de tot dusver uitgevoerde proeven hetzij kolenlagen op geringe diepte, danwel steil staande lagen op iets grotere diepte.

De proefnemingen die zeer binnenkort door België en Duitsland in België zullen worden ondernomen, hebben tot doel uit lagen op grote diepte en onder hoge druk een gas te verkrijgen met een hogere calorische waarde dan tot nu toe kon worden gerealiseerd.

In de Verenigde Staten zijn enkele projecten in bewerking voor de commerciële in situ vergassing van dikke, vrij dicht bij de oppervlakte gelegen bruinkoollagen.

Voor de conversie van diep liggende kolenlagen in Nederland moet gedegen studie worden verricht aan het probleem van de stabiliteit van de holruimte en het probleem van de beheersing van het conversiefront. Het gaat er nl. om dat door het wegnemen van de kolenlagen de gesteentemassa's gaan bewegen, waardoor de toe- en afvoerwegen alsmede de aardoppervlakte worden beïnvloed.

Er is een aantal processen waarbij van gehele of partiële oplossing van steenkool gebruik wordt gemaakt. Voor de in situ conversie van

steenkol gaan de gedachten vooral uit naar het SRC 1 (Solvent Refined Coal) proces. Dat proces is oorspronkelijk bestemd om een brandstof voor elektriciteitscentrales te verkrijgen waaruit as en zwavel nagevoeg zijn geëlimineerd.

In de Verenigde Staten zijn twee van zulke installaties in bedrijf, met een capaciteit van 6, resp. 10 ton per dag. Een proef met 3000 ton SRC 1-produkt als brandstof in een 22 MW centrale was succesvol. Grotere installaties verkeren thans in het ontwerpstadium.

De conversie vindt plaats in een reactorvat, waarin de steenkool wordt behandeld met een in het proces gevormd oplosmiddel en waterstof. De kool lost op, de meeste zwavel wordt omgezet in zwavelwaterstof ( $H_2S$ ) en het pyriet wordt gereduceerd tot zwavelijzer ( $FeS$ ). Tot dusver is het moeilijk gebleken de as, het  $FeS$  en de niet-opgeloste kool doelmatig van de vloeistof te scheiden.

Hoe kan deze methode worden toegepast voor de in situ winning van steenkool op grotere diepte?

De voor de reactie nodige druk ( $115 \text{ kgf/cm}^2$ ) en de temperatuur ( $450^\circ\text{C}$ ) kunnen geheel, resp. gedeeltelijk door de natuur worden geleverd. De hydrostatische druk op 2000 m diepte is nl. ruim voldoende, maar de temperatuur zal, afhankelijk van de geothermische gradiënt, slechts ca.  $100^\circ\text{C}$  bedragen. De voor de oplosreactie nodige waterstof kan hetzij op werkdiepte in de vloeistof worden geïnjecteerd, danwel als waterstof leverend agens aan de oplosvloeistof worden toegevoegd. De eerste methode houdt in dat de waterstof op tenminste de hydrostatische druk moet worden gebracht. De tweede methode vraagt vooralsnog meer spuurwerk.

Op werkdiepte is de natuurlijke druk dus hoger en de temperatuur lager dan gewenst, maar omdat bovengronds een hoge temperatuur gemakkelijker te verwezenlijken is dan een hoge druk, ligt hier mijns inziens nog een veld braak voor spuurwerk.

Bij voldoende stroomsnelheid ondergronds zullen de onopgeloste delen van de steenkoollaag onderhevig zijn aan erosie. Daarmee wordt het winningspercentage positief beïnvloed, tenzij de nietof slecht reactieve lagen een beduidende dikte en hardheid hebben.

Aan de oppervlakte gekomen, zal de stroom van gas, vloeistof en vaste deeltjes gescheiden dienen te worden en zal men de aantrekkelijkste vorm voor de eindprodukten moeten kiezen.

## Conclusie

Mondiaal is er wat de winbare hoeveelheid betreft weinig reden tot ongerustheid. De veel ruimere verspreiding van deze reserves in vergelijking met die van aardolie en aardgas maken kartelvorming van kolenproducenten weinig aannemelijk.

De toenemende vraag naar kolen eist een grotere produktie. Deze toename is in vele gebieden betrekkelijk eenvoudig en in relatief korte tijd met de dagbouwmethode te realiseren. Het hoofdknelpunt bij die methode is vaak de levertijd van het materieel.

Er is echter een toenemende druk van ecologische, planologische en organisatorische aard die remmend werkt op de uitbreiding van zowel dagbouw als diepbouw.

Toeneming van de produktie door uitbreiding van de ondergrondse mijnbouw is gekenmerkt door hoge investering, lange aanlooptijd en hoge arbeidsintensiteit. Met het voortschrijden van de ontginning naar de diepte zal de dagbouw veranderen in ondergrondse mijnbouw, terwijl aan de ondergrondse mijnbouw paal en perk worden gesteld door de diepte (i.c. de gesteentedruk) en de temperatuur.

Binnen de Europese Gemeenschap lijkt een toeneming van de produktie met conventionele mijnbouw nauwelijks te verwezenlijken, ofschoon duidelijk moet worden gesteld dat de kennis van de diepere ondergrond verre van voldoende is. De voorkomens beneden 1200 m zijn, zeker in Nederland, nagenoeg onbekend: een gebrek dat slechts door actieve opsporing kan worden verholpen.

De voorkomens die niet op conventionele wijze winbaar zijn, zullen mogelijk met onconventionele methoden kunnen worden gewonnen, hetzij door in situ vergassing, danwel door in situ oplossing. Alhoewel beide processen nog zeer veel speur- en ontwikkelingswerk vereisen voordat zij een duidelijke bijdrage aan de energieproduktie kunnen leveren, verdient het aanbeveling deze processen voor in situ toepassing te bestuderen.

Voor Nederland zijn nadere gegevens over de kolenvoorkomens nodig en dienen zowel de conventionele als onconventionele methoden met de daarbij behorende technieken te worden bestudeerd tegen de achtergrond van de verwachtingen voor de mondiale energiemarkt in de jaren 2000 tot 2020.

## HOOFDSTUK IV. MOGELIJKHEDEN VOOR HET GEBRUIK VAN STEENKOLEN IN NEDERLAND

door dr. J. Steeman

### Inleiding

Indien wij ons gaan beraden over de mogelijke toepassingen van steenkolen in de Nederlandse energiehuishouding op middellange termijn, is het goed eerst een terugblik te werpen op de rol die steenkolen in het verleden hebben gespeeld en ons af te vragen waarom daarin verandering is gekomen.

In het verleden heeft Nederland een mijnindustrie gekend die nagenoeg onze volledige energiebehoefte kon dekken. In 1956 was het steenkoolverbruik in Nederland maximaal: 18 miljoen ton, overeenkomende met tweederde van het totale binnenlandse energieverbruik. De belangrijkste toepassingen van steenkolen waren destijds de directe verbranding en de verkooksing. De vergassing van steenkolen beperkte zich voornamelijk tot de bereiding van stookgas en van grondstof voor de chemische industrie en de bereiding van distributiegassen.

Aan deze sterk overheersende positie van steenkool is langzamerhand een einde gekomen door de opkomst van nieuwe energiedragers: aardolie, aardgas en kernenergie. Door deze ontwikkeling werd de rol van steenkolen steeds verder teruggedrukt naar het gebied van de directe verbranding, in het bijzonder ten behoeve van de opwekking van elektriciteit.

Afhankelijk van de lokale positie is dit proces in het ene land verder voortgeschreden dan in het andere. Deze ontwikkelingen leidden er echter niet toe dat wereldwijd gezien de produktie van steenkool daalde. De relatieve positie werd echter wel sterk aangetast, waardoor het aandeel van steenkolen in de commerciële wereldenergievoorziening daalde van ca. 65% in 1950 tot ca. 20% in 1978.

De belangrijkste oorzaak van deze gebeurtenissen is het feit dat zowel de produktie als het gebruik van steenkool hoge investeringen vragen, waardoor een op steenkool gebaseerde energiehuishouding veel minder slagvaardig op de behoeften kan reageren dan een op olie en aardgas gebaseerde. De snelle economische groei die wij in het recente verleden gekend hebben, hangt dan ook nauw samen met deze verdringing.

Tabel 1. Wereldgebruik van commerciële energie<sup>1)</sup> x 10<sup>15</sup> J (%)

	Alle kool %	Aardolie %	Aardgas %	Waterkracht %	Nucleair %	Totaal
1860	4.127,2 (96,5)	3,1 (0,1)	145,8 (3,4)	-	0	4.276,1
1900	22.676,0 (94,6)	916,8 (3,8)	355,1 (1,5)	10,6 (0,1)	0	23.958,5
1947	50.921,4 (66,3)	18.577,2 (24,2)	6.615,6 (8,6)	661,4 (0,9)	0	76.775,7
1968	70.528,9 (33,8)	87.517,6 (42,0)	37.318,8 (17,9)	12.494,1 (6,0)	608,4 (0,3)	208.467,7
1978	82.233,0 (27,1)	139.645,9 (46,0)	56.318,7 (18,6)	18.332,5 (6,0)	6.914,4 (2,3)	303.444,5

<sup>1)</sup> Dus hout, mest en agrarisch afval niet meegeteld.

Bij de beoordeling van de mogelijkheden om steenkolen in Nederland te herintroduceren, dienen wij ons dus goed te realiseren dat aan het gebruik van steenkolen ernstige bezwaren zijn verbonden en dat deze herintroductie steeds zal moeten plaatsvinden naast andere energiedragers. Uit Tabel 1, die de verhouding van de commerciële energiedragers in de loop van een aantal jaren weergeeft, kan worden afgeleid dat het voorshands onwaarschijnlijk is dat het aandeel van steenkool in de wereldenergievoorziening op korte termijn zou kunnen oplopen tot meer dan bijv. 30 à 40%. Mede gezien het feit dat steenkool als vaste stof in de meeste gevallen lokaal wordt gebruikt (de wereldhandel over zee bedroeg in 1977 slechts 4% van de produktie), lijkt het onwaarschijnlijk dat het aandeel van steenkool in de Nederlandse energievoorziening op middellange termijn groter zal kunnen zijn dan 30 miljoen ton per jaar, ofwel 20% van ons nationale energieverbruik. Men dient zich hierbij wel te realiseren dat dit verbruik rond anderhalf maal het maximum uit het verleden is en tevens dat deze herintroductie zal moeten plaatsvinden naast en in concurrentie met de andere energiedragers: aardolie, aardgas en kernenergie.

Waar de herintroductie van steenkool zal plaatsvinden, zal worden bepaald door technische, economische en milieufactoren. Naast deze meer technologisch gerichte factoren, die wij in het navolgende nader zullen analyseren, spelen politieke factoren een steeds belangrijker rol. Enerzijds betreft dit keuzen ten aanzien van de wenselijkheid van bepaalde ontwikkelingen (men denke daarbij bijv. aan de discussies rond kernenergie), anderzijds de bereidheid van andere landen om energiedragers ten behoeve van ons te produceren en te leveren.

#### Economische aspecten van het gebruik van steenkool

Steenkolen kunnen in principe op drie manieren als energiedrager worden gebruikt:

- door directe verbranding;
- als grondstof voor de chemie in de plaats van olie of gas;
- als grondstof voor de bereiding van vloeibare of gasvormige energiedragers.

De concurrentiepositie van steenkool ten opzichte van olie of aardgas is in deze drie gevallen principieel verschillend.

In het eerste geval, de directe verbranding, is het toepassingsrendement van steenkool, olie en gas nagenoeg gelijk. De concurrentiekracht van kolen wordt nu in hoofdzaak bepaald door de verschillen in investeringen die voor de toepassing van de drie energiedragers nodig zijn. Tabel 2 geeft een vergelijking voor de opwekking van elektrische energie.

Tabel 2. Opwekking van elektriciteit (1000 MWe)

	Gas	Olie	Steenkool
Investering f/kW	600	900	1400
Energiegebruik kJ/kWh	9230	9450	9900
Energieprijs f/GJ	7	6	3,5
Kostprijs: f/100 kWh			
- Energie	6,46	5,67	3,49
- Vaste lasten	1,93	2,89	4,50
Totaal	8,39	8,56	7,99
Schaduwprijs f/GJ			
- t.o.v. gas	7	5,80	3,93
- t.o.v. steenkool	6,75	5,40	3,5

In deze tabel is te zien dat de investering voor de opwekking van elektrische energie op basis van steenkool verreweg de hoogste is, terwijl de rendementen<sup>1)</sup> in alle drie gevallen vergelijkbaar zijn. Uit de tabel blijkt dat onder de huidige prijsverhoudingen steenkool de meest aantrekkelijke grondstof voor de opwekking van elektrische energie is. Uit deze gegevens kunnen wij tevens de zogenaamde schaduwrijzen van de drie energiedragers ten opzichte van elkaar berekenen, d.w.z. de inzetprijzen waarbij de kostprijs van het eindprodukt (elektrische energie) gelijk is. Doen wij dit ten opzichte

1) Onder rendement verstaan wij in dit verband het quotiënt van de energie-inhoud van de produkten en de energie-inhoud van de verbruikte grondstoffen.



van steenkolen tegen *f* 3,50 per GJ dan blijken de berekende prijzen van olie en gas inderdaad beneden de huidige marktprijzen te liggen. Een andere situatie treffen wij aan zodra wij kolen, olie en aardgas gaan gebruiken als grondstoffen voor chemische produkten. Tabel 3 geeft daarvoor de relevante gegevens.

Tabel 3. Bereiding van ammoniak (capaciteit 1000 ton/dag)

	Gas Reformen	Olie Partiële oxydatie	Steenkool Partiële oxydatie
Investering (x <i>f</i> 10 <sup>6</sup> ) wbl <sup>1)</sup>	130	245	260
Totaal	180	310	350
Verbruik: GJ/ton	36	40	47
Energieprijs: <i>f</i> /GJ	7	6	3,5
Kostprijs <i>f</i> /ton			
- Energie	252	240	165
- Vaste lasten	164	280	320
Totaal	416	520	485
Schaduwprijs <i>f</i> /GJ			
- t.o.v. gas	7	3,4	2,0
- t.o.v. steenkool	8,9	5,13	3,5

1) wbl = within battery limits, d.w.z. de installatie zonder hulpinstallaties zoals koeltorens, stoomketels e.d.

Ook hier blijkt het gebruik van steenkolen tot de hoogste investeringen aanleiding te geven, maar er is nu ook in de rendementen een duidelijk verschil ten nadele van steenkolen. In dit geval is gas duidelijk de preferente grondstof. Berekenen wij weer de schaduwrijzen van olie en steenkool ten opzichte van gas, dan zijn beide duidelijk ongunstiger dan in het eerste geval. Zij liggen beneden de huidige marktprijzen.

Tenslotte bezien wij nog de bereiding van gas uit olie en steenkool. Hiervoor geeft Tabel 4 de nodige gegevens.

Tabel 4. Bereiding Substitute Natural Gas

	Aardgas	Olie	Steenkool
Investering f/KW	-	500	900
Rendement	100%	65%	60%
Grondstofprijs f/GJ	7,0	6,0	3,5
Kostprijs SNG f/GJ			
- Energie	7,0	9,2	5,8
- Vaste lasten	-	4,2	7,5
Totaal	7,0	13,4	13,3
Schaduwprijs f/GJ			
- t.o.v. gas	7,0	1,8	- 0,2
- t.o.v. kolen	13,3	5,9	3,5

Opvallend zijn weer de hoge investeringen voor steenkolen en het lage rendement. Ook olie scoort in dit geval slecht. Berekening van de schaduwrijzen leert ons dat die van steenkool in dit geval negatief is. Zouden wij dezelfde beschouwing opzetten voor de bereiding van olie uit steenkool, de z.g. syncrude, dan zou de conclusie zijn dat ook hier de schaduwprijs van steenkool negatief is.

Tabel 5. Schaduwrijzen in f/GJ van gas en olie t.o.v. steenkolen voor de verschillende toepassingsgebieden

Toepassingsgebied	Gas	Olie	Steenkool
Directe verbranding	6,8	5,4	3,5
Chemische produkten	8,9	5,1	3,5
Gasvormige energiedragers	13,3	5,9	3,5
Vloeibare brandstoffen	-	14,5	3,5
Huidige prijsniveau	7	6	3,5

Zetten wij de gevonden schaduwrijzen samen met de huidige marktprijzen bij elkaar (zie Tabel 5), dan komt duidelijk naar voren dat bij de huidige prijsverhoudingen alleen de directe verbranding van steenkool een goede propositie is. De bereiding van een substituut-aardgas uit steenkolen lijkt nauwelijks haalbaar. Zodra echter, bij constante

kolenprijzen, de aardgasprijs aanzienlijk zal gaan stijgen, bijv. omdat een over grote afstanden aangevoerd vloeibaar aardgas prijsbepalend gaat worden, kan de vergassing van steenkool aantrekkelijker worden. Dit geldt in het bijzonder in die gevallen waar een conversie tot methaan niet nodig of zelfs ongewenst is. Dit blijkt duidelijk uit het voorbeeld van de ammoniakbereiding, waar de te overbruggen afstand van de huidige gasprijs tot de schaduwprijs beperkt is en in feite reeds thans door LNG-projecten benaderd wordt.

#### Technische aspecten van het gebruik van steenkool

Na deze korte excursie naar de economische aspecten van het steenkolengebruik, die ons alvast heeft geleerd waar wij de meeste kansen voor de herintroductie van steenkool hebben, moeten wij de technische aspecten daarvan nader analyseren.

Het ligt niet in de bedoeling van dit hoofdstuk in te gaan op alle technische details van het verwerken van steenkool, maar veel meer om enkele grote lijnen aan te geven waarlangs de ontwikkeling zou kunnen gaan.

Van belang zijn drie typen kolenverwerking:

- directe verbranding;
- vergassing;
- maken van vloeibare brandstoffen.

In het eerste geval denken wij vooral aan de opwekking van elektriciteit, maar ook aan de mogelijke inzet voor de stoomopwekking in de industrie en stadsverwarming. In het verleden waren er twee technieken die voor de directe verbranding in aanmerking kwamen: de roosterketels en de poederkoolketels. Naast deze klassieke technieken is thans een aantal nieuwe technieken in ontwikkeling - en ten dele reeds beschikbaar -, die er naar streven de problemen verbonden aan het gebruik van steenkolen, vooral in ecologisch opzicht, te verminderen.

Het belangrijkste probleemgebied is daarbij de luchtverontreiniging door zwaveldioxyde. De ontwikkelingen zijn in twee richtingen gegaan. De oudste is de rookgasontzwaveling, die eigenlijk een correctie achteraf is. De moderne ontwikkelingen, zoals wervelbedverbranding en

kolenvergassing voor gebruik in een combined cycle, trachten het probleem meer aan de bron aan te pakken. Tabel 6 geeft een overzicht van deze technieken.

Tabel 6. Elektriciteitsopwekking uit steenkool met zwavelverwijdering

	Investerings- f/kWe	Rendement	Zwavelverwijde- ring als:
Poederkool stoken	1350	33%	CaSO <sub>4</sub>
Atm.-wervelbedverbranding	1100	35%	CaSO <sub>4</sub> (+ CaCO <sub>3</sub> )
Druk-wervelbedverbranding	1300	37%	CaSO <sub>4</sub> (+ CaCO <sub>3</sub> )
Vergassing + combined cycle	1400	38%	S (uit H <sub>2</sub> S)

De introductie van rookgasontzwaveling bij poederketels voert tot een verhoging van de investeringen met 150-250 gulden/kW en tevens tot een verlaging van het rendement met ca. 5%.

De wervelbedverbranding kan door het toevoeren van kalk aan het wervelbed tot een belangrijke reductie van de zwaveluitworp voeren. Het probleem daarbij is dat de benuttingsgraad van de kalk relatief laag is (30-50%) en dat deze kalk wordt afgestoten gemengd met de as. Verschillende wervelbedverbrandingsinstallaties zijn reeds in bedrijf, zoals de bekende eenheid in Rivesville (Verenigde Staten) voor stroomopwekking en een aantal eenheden in de Verenigde Staten, Zweden en Denemarken ten behoeve van stadsverwarming en analoge toepassingen. In de praktijk blijkt het wervelbed als zodanig weinig problemen te geven. De moeilijkheden concentreren zich in de praktijk veel meer rond de ontstopping van het rookgas en de integratie van het wervelbed in reeds bestaande installaties.

De radikaalste oplossing van de zwavelproblematiek biedt de weg van vergassing plus combined-cycle. Volgens dit proces wordt de steenkool eerst vergast met een lucht-stoom of zuurstof-stoom mengsel. Het verkregen brandbare gas wordt daarna gezuiverd, waarbij in het bijzonder de ontstopping en ontzwaveling van belang zijn. Het gezuiverde gas wordt gebruikt als stookgas voor een gasturbine met een nageschakelde stoomcyclus. Met dit proces wordt nagenoeg alle zwavel uit de steenkool omgezet in zwavelwaterstof. Dat kan in de gasreiniging goed worden verwijderd, mede omdat de concentratie ervan een orde groter is

dan die van het zwaveldioxyde in het rookgas na de verbranding. Het nadeel van het rendementsverlies bij de vergassing wordt in dit geval gecompenseerd door het hogere thermodynamische rendement van de gasturbine. Indien de voorspellingen van de toelaatbare intrede-temperatuur van de gasturbine worden gerealiseerd, kan het rendement van de installatie als geheel oplopen tot boven 40%.

Tabel 7. Kostprijzen van elektriciteit in kolengestookte centrales

	stroomprijs f/100 kWh
Poederkoolverbranding	
- geen rookgaszuivering	7,00
- met rookgaszuivering	8,25
- met regeneratieve rookgaszuivering	8,85
Wervelbedverbranding	
- atmosferisch	7,30
- onder druk	7,70
Vergassing-combined cycle	
- vastbed-vergasser	7,60
- stof-vergasser	7,65

Indien wij de consequenties van deze ontwikkelingen voor de elektriciteitsprijs nagaan, dan zien wij (Tabel 7) dat alleen indien geen rookgaszuivering nodig is, de poederkoolketel de aantrekkelijkste elektriciteitsprijs oplevert. Zodra echter de luchtverontreiniging met zwaveldioxyde een belangrijk aspect wordt, verdienen de moderne technieken de voorkeur, waarbij dan de vergassingsroute op basis van overwegingen van het vaste afval een duidelijk pré heeft. Voor kleinere installaties, vooral stadsverwarmingsinstallaties met vermogens van 10-20 MWth, scoort de wervelbedverbranding hoog. In dit geval zal echter het afvalprobleem goed opgelost moeten worden.

Waar het de vergassing van steenkool betreft, zijn wij al eerder tot de conclusie gekomen dat de bereiding van een substituut-aardgas uit steenkool voorlopig weinig kansen heeft, zeker niet zolang aardgas of vloeibaar aardgas nog op redelijke voorwaarden verkrijgbaar zijn. Dit betekent echter niet dat de vergassing van steenkolen op zich geen



optie kan zijn. De oorzaak van de slechte positie van substituuat-aardgas (SNG) is gelegen in de dure koolmonoxyde-conversie en de methanisering, waarbij rond 20% van de gascalorieën als zodanig verloren gaat. In die gevallen waar deze extra bewerkingen niet nodig zijn, is de positie van steenkoolvergassing essentieel gunstiger. Een goed voorbeeld daarvan was de zojuist besproken weg van kolenvergassing plus combined-cycle voor de elektriciteitsopwekking, waar bovendien nog het gebruik van lucht de voorkeur heeft boven dat van zuurstof. Hoe groot de verschillen zijn, laat Tabel 8 duidelijk zien. Het midden-calorische gas is weliswaar nog duurder dan het aardgas ad  $f$  7/GJ, maar het verschil is voor grote installaties overbrugbaar, zeker indien de aardgasprijzen te zijner tijd opgetrokken gaan worden tot de prijs van vloeibaar aardgas (LNG) of tot die van huisbrandolie.

Tabel 8. Vergassing van steenkolen

	Capaciteit MW	Investering f/kW	Rendement %	Kostprijs <sup>1)</sup> f/GJ
Substitute Natural Gas (40 MJ/m <sup>3</sup> )	3000	900	60	13
Midden-calorisch gas (10-15 MJ/m <sup>3</sup> )	3000	450	75	8
	500	750	75	11

<sup>1)</sup> Op basis van steenkolen à  $f$  3,5/GJ

Een tweede belangrijke constatering uit deze tabel is het schaafeffect dat hier optreedt. Relatief kleine installaties prijzen zich uit de markt. De noodzaak om deze installaties op zeer grote schaal te bouwen, suggereert direct de gedachte dergelijke installaties als een algemene voorziening te beschouwen, waarbij dus het gas aan meerdere, in hoofdzaak industriële afnemers, wordt geleverd. Hierbij kan worden gedacht aan de chemische industrie, centrales, en andere grootschalige energieverbruikers.

Figuur 1 geeft een voorbeeld van een dergelijk in de Verenigde Staten ontworpen systeem. De bedoeling is dat centraal ca. 3000 ton steenkool per dag met zuurstof en stoom wordt vergast. Het geproduceerde midden-calorische gas (12 MJ/m<sup>3</sup>) wordt via een ca. 35 km lang pijpleidingennet gedistribueerd naar de afnemers die, ten gevolge van de

aardgastekorten in de Verenigde Staten, van het nationale net worden afgeschakeld. Via een kleine methaniseringsinstallatie staat het net in verbinding met het nationale aardgasnet, dat de overschotten kan opnemen en eventuele tekorten kan dekken.

Ook in Nederland zien wij de eerste aanzetten voor dergelijke projecten, zoals: het plan van Gasunie kolen te vergassen ten behoeve van de inpassing van Noordzeegas in ons aardgasnet; het plan van Hoogovens gas te bereiden voor de inpassing in hun gashuishouding en de plannen van Shell ook in hun energiehuishouding kolengas te introduceren.

Zodra een dergelijk project ten eigen behoeve gemotiveerd kan worden, is het steeds interessant ook anderen voor de afname van gas te gaan interesseren vanwege de kostenbesparingen door de schaalvergroting. Bovendien is er bij de havenautoriteiten een toenemende belangstelling voor ontwikkelingen op dit gebied, waarbij dan wordt gewezen op de vele mogelijke afnemers in hun achterland. Ongetwijfeld liggen hier interessante mogelijkheden om de ontwikkelingen in onze havengebieden te stimuleren, maar ook voor het nemen van nieuwe initiatieven ten behoeve van de metaalindustrie.

Wat het vloeibaar maken van steenkolen betreft kunnen wij, waar het Nederland betreft, kort zijn. Het lijkt weinig waarschijnlijk dat de behoefte van de verkeerssector zodanig snel oploopt dat deze behoefte niet meer uit de aanvoer van ruwe olie kan worden gedekt. Zou een dergelijke situatie echter toch op korte termijn ontstaan, dan is het zeer de vraag of de daarvoor benodigde extra hoeveelheid steenkool (ca. 20 miljoen ton per jaar) zal kunnen worden aangevoerd, gezien het in dit geval optredende algemene energietekort. Op beperktere schaal lijkt het echter wel mogelijk dat, in het kader van de reeds besproken midden-calorische gassystemen, beperkte hoeveelheden methanol als benzinetoevoeging zullen worden geproduceerd.

Een ander argument voor het maken van vloeibare brandstoffen uit kolen is de omzetting van kolen in een schonere brandstof in de vorm van solvent-refined coal of een zware stookolie. Gezien het feit dat de bereiding van deze gezuiverde steenkool qua kosten en rendement vergelijkbaar is met de bereiding van gas uit kolen, lijkt een dergelijke optie voor nieuw te bouwen kolengestookte ketels weinig aantrekkelijk ten opzichte van de moderne methoden voor kolenstoken. Zou echter deze



vorm van gezuiverde steenkool toch voor Nederland aantrekkelijk worden, dan lijkt import een meer voor de hand liggende mogelijkheid dan een eigen bereiding, omdat dan de hoge transportkosten van steenkool worden vermeden en geprofiteerd kan worden van de lage steenkoolprijs af mijn.

#### Steenkolen in de Nederlandse energiehuishouding

In het voorgaande zijn wij in hoofdzaak nagegaan welke factoren de mogelijkheden voor de herintroductie van steenkolen als energiedrager in Nederland bepalen. De mogelijke rol van steenkolen in Nederland wordt niet alleen door de meer technische factoren bepaald, maar ook door de beschikbaarheid van energiedragers in het algemeen en door politieke keuzen ten aanzien van hun wenselijkheid.

Over de mogelijke energiebehoefte en de invulling daarvan zijn in de laatste tijd diverse studies uitgekomen, zoals de Nota Energiebeleid van het Ministerie van Economische Zaken, de Gas-Elektriciteitsstudie TNO-ECN en de studie van de Overleggroep Bedrijfsleven Energievraagstukken.

In Tabel 9 wordt het uit deze studies af te leiden energieplaatje voor Nederland in het jaar 2000 gegeven.

Tabel 9. Energiegebruik van Nederland, jaar 2000 (PJ =  $10^{15}$  Joules)

	Kolen	Olie	Aardgas	Uraan + overige + onbekend	Totaal
Huishoudingen + Overheid + Diensten	-	-	900	-	900
Industrie	200	800	200	-	1200
Chemie	300	500	200	-	1000
Energiesector	400	200	-	400	1000
Verkeer	-	500	-	-	500
Totaal	900	2000	1300	400	4600

Zoals U ziet, is het aandeel van steenkolen beperkt tot rond 20% van de totale energieconsumptie en blijven olie en aardgas dus een belangrijke rol spelen.

Voor dit hoofdstuk is speciaal de kolom steenkolen van belang. In Tabel 10 is deze nader uitgewerkt voor een steenkoolverbruik van rond 30 miljoen ton per jaar.

Tabel 10. Inzetpatroon voor steenkolen in Nederland (jaar 2000) in miljoen ton ske

---

Elektriciteitsopwekking	
- Centrales	12-14
- Stadsverwarming	1- 2
Industrie	
- Poederkoolketels	4- 6
- Wervelbedketels	1- 2
- Overige	1- 2
Chemische industrie	
- Grondstoffen	2- 4
- IJzer- en staalindustrie	4- 5
- Verdunnen hoog-calorisch aardgas	1- 2
Totaal verbruik	<u>26-35</u>

De helft van deze hoeveelheid gaat naar de centrales en stadsverwarming, rond een kwart gaat naar de industrie ten behoeve van warmte- en krachtopwekking en het resterende kwart gaat naar de chemische industrie, waar ik in dit verband ook de ijzer- en staalindustrie toereken. Een dergelijk inzetpatroon sluit aan bij de eerder besproken prioriteiten en leidt tot de optimale inzet van steenkool naast die van de overige energiedragers, die ieder hun eigen toepassingsgebied hebben waarop zij zich bij afnemende beschikbaarheid zullen gaan terugtrekken. Voor een aantal van deze toepassingen zullen de steenkolen door vergassing worden omgezet in een stookgas. Dit geldt in het bijzonder voor de elektrische centrales, het verdunnen van hoog-calorisch aardgas en de toepassing bij de hoogovens. In deze gevallen ontstaat dan de mogelijkheid het midden-calorische gas ook aan derden te gaan leveren, vooral als grondstof voor nabij gelegen chemische industrieën. De wervelbedverbranding kan worden toegepast bij stadsverwarmingsprojecten en kan daarvoor een grote stimulans worden. De toepassing van wervelbedverbranding voor stadsverwarming biedt nl. de mogelijkheid

steenkolen weer te gaan gebruiken voor huishoudelijke toepassingen zonder de problemen die met een diffuus steenkoolgebruik samenhangen.

#### Samenvatting en conclusies

In het voorgaande hebben wij getracht, uitgaande van enerzijds economische, technische en ecologische aspecten en anderzijds de mogelijk voor Nederland beschikbare hoeveelheden steenkolen, te komen tot een samenhangend beeld van de mogelijke toepassingen van steenkolen in Nederland in het jaar 2000. De belangrijkste conclusies zijn:

1. Het grootste deel van de aangevoerde steenkolen zal ten behoeve van de opwekking van elektriciteit en industriële warmte en kracht worden gebruikt. Voor nieuw te bouwen installaties verdient daarbij de weg van vergassing-combined cycle de voorkeur boven de toepassing van rookgasontzwavelingssystemen.
2. Steenkoolvergassing zal in eerste instantie worden beperkt tot de bereiding van een midden-calorisch gas. Uitgangspunt daarvoor kan een aantal projecten zijn waar bijzondere voordelen aanwezig zijn, zoals de inpassing van hoog-calorisch gas door Gasunie en de integratie in de energiehuishouding bij Shell en bij Hoogovens. Uitgaande van deze projecten en de onder 1. bedoelde kolenvergassing ten behoeve van de elektriciteitsopwekking, kan zich een midden-calorisch gasnet gaan ontwikkelen waarvan ook anderen, met name de chemische industrie, kunnen gaan profiteren.
3. Voor de toepassing van steenkool op kleinere schaal, bijv. in stadsverwarmingsprojecten, verdient wervelbedverbranding veel aandacht, daar alleen deze techniek het gebruik van steenkolen voor huishoudelijk verbruik mogelijk maakt.
4. De bereiding van stookolie of motorbrandstoffen uit steenkolen lijkt voor Nederland voorlopig weinig van belang. De bereiding van methanol als additief aan motorbenzine kan echter betekenis krijgen.

Ik heb in het voorgaande laten zien langs welke wegen steenkool als energiedrager in Nederland opnieuw geïntroduceerd zou kunnen worden. Centraal heeft daarbij gestaan dat deze herintroductie zal moeten plaatsvinden naast aardgas en olie, waarbij ieder van deze energiedragers zijn eigen toepassingsgebied waarop hij specifieke voordelen kan claimen, zal behouden. Binnen deze randvoorwaarden blijkt een marktaandeel voor steenkolen van ca. 20% rond het jaar 2000 goed realiseerbaar, een marktaandeel dat in de verdere toekomst zal kunnen worden uitgebouwd.

HOOFDSTUK V. KOLENTRANSPORT IN DE JAREN 1985-2000; SCHIP-HAVEN-INTEGRAAL

door prof.dr.ir. J.D. van Manen

Inleiding

In de onlangs verschenen delen 1 en 2 van de Nota Energiebeleid, alsmede in diverse internationale publikaties wordt de verwachting uitgesproken dat er ter dekking van de toekomstige energiebehoefte een verschuiving zal plaatsvinden in de groei van de vraag naar primaire energiedragers van olie naar steenkool (zie Tabel 1)

Tabel 1. Vraag naar energie in de niet-communistische wereld in  $10^{18}$  J

	1900 <sup>1)</sup>	1947 <sup>1)</sup>	1972 <sup>2)</sup>	1985 <sup>2)</sup>	2000 <sup>2)</sup>
Steenkool	22,1	45,0	32,3	43,2	75,7
Aardolie	0,4	17,3	98,5	139,6	206,6
Aardgas	0,4	25,0	33,7	46,9	61,8
Kernenergie	0	0	1,6	26,7	62,7
Waterkracht	-	0,7	12,6	17,5	25,9
Overige	-	-	0,3	1,3	9,1
Totaal	22,9	88,0	179,0	275,2	441,8

1) P.C. Putnam, Energy in the Future, 1953

2) Workshop on Alternative Energy Strategies, hoog scenario, kool als vervanger van olie, 1977

De kolenstroom zal voor Nederland in de komende jaren toenemen en uitgroeien tot een veelvoud van de 8,6 miljoen ton in 1978. Men houdt nu reeds rekening met de mogelijkheid dat in de jaren negentig circa 40 miljoen ton kolen per jaar onze grenzen zal passeren, d.w.z. invoer, doorvoer en uitvoer.

Hoe de ontwikkeling van de kolenstroom zal verlopen en in welk tempo dit zich zal voltrekken is afhankelijk van de volgende factoren:

- de mate van prijsverschil in de toekomst tussen aardolie, aardgas en kolen;
- de nog resterende en voor exploitatie in aanmerking komende hoeveelheden aardolie en gas;
- het resultaat van de brede maatschappelijke discussie over kernenergie;
- politieke ontwikkelingen bij de toekomstige energieverdeling;
- de inspanning en kosten om de milieuverontreiniging bij de verbranding van kolen binnen aanvaardbare grenzen te houden;
- de spanningen en ontwikkelingen aan de aanbodzijde;
- de mogelijkheid en bereidheid aan verbruikerszijde tot het overgaan op het gebruik van steenkolen.

Deze factoren vormen het onderwerp van vele studies die zowel nationaal als internationaal reeds zijn of nog worden uitgevoerd. De onderzoeken in Nederland richten zich voornamelijk op de verwerkingswijze van kolen en de hoeveelheid die hiervoor in de toekomst nodig zal zijn.

Op nationaal niveau zijn echter nog geen studies verricht omtrent het kolentransport van vindplaats tot gebruiker en de daarbij behorende ontwikkeling van de kostprijs. Tot op heden werd alleen gedacht aan geavanceerd voortzetten van de traditionele wijze van vervoer per zeeschip, binnenvaartschip, spoorweg, e.d., met de daarmee in verband staande conventionele overslagmethodes. Besparingen op transport, overslag en distributie zouden er aanzienlijk toe kunnen bijdragen dat de Nederlandse zeehavens niet alleen hun huidige distributiefunctie behouden, maar ook versterken. Dit ter compensatie van de te verwachten afname van de olie-aanvoer.

Aangezien het Europoortgebied met zijn overslag-, opslag- en distributiefunctie (de grootste ter wereld voor olieprodukten) een niet te verwaarlozen onderdeel vormt van het nationaal produkt, is het gerechtvaardigd de aandacht te vestigen op dit gedeelte van de nationale economie.

Uit bovenstaande overwegingen is de wens naar voren gekomen om met deelnemers uit bedrijfsleven, rijksoverheid, lagere overheid, semi-overheid en onderzoekinstituten in een geïntegreerde aanpak een

onderzoek in te stellen naar mogelijkheden van meer geavanceerde technieken van vervoer, overslag en distributie van de te verwachten kolenstroom tot het jaar 2000.

Geavanceerde technieken op het transportvlak kunnen op hun beurt weer invloed op conversie-technieken hebben. Alternatieven met grote invloed op het mogelijke gebruik van steenkolen in Nederland en buurlanden zijn bijv. slurrie en vergassing onmiddellijk na winning. Ook kan gedacht worden aan ontzwaveling voorafgaand aan het vervoer over zee.

Omdat de grootste 'bottlenecks' in een transportketen altijd liggen bij de overgang van de ene vorm van transport naar de aansluitende, is de overtuiging gegroeid dat het vervoermiddel (zeeschip, voor- en natransportmiddel) en de overslagmethode (de havenconfiguratie) als een geïntegreerd gebeuren moet worden beschouwd.

Uit deze gedachtengang ontstond het initiatief tot een studie- en ontwikkelingsproject onder de titel 'Schip-Haven-Integraal'. De initiatiefnemers waren hierbij het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation (NSP) en het Nederlands Maritiem Instituut (NMI).

In de periode van februari 1979 tot heden is de gehele hieraan verbonden problematiek geanalyseerd en besproken in een aantal vergaderingen van deelnemers uit bedrijfsleven, overheid en onderzoekinstituten. Aan de hand hiervan is een concreet projectvoorstel uitgewerkt, dat in het hierna volgende wordt toegelicht.

#### Doel van de studie

Het doel van het studieproject is te komen tot de beschrijving van een geavanceerd integraal systeem van kolentransport - eventueel met alternatieven - en de daartoe behorende modules. Deze laatste zullen enerzijds optimaal op elkaar aansluiten, anderzijds concurrerend zijn met thans bestaande structuren.

Belangrijke aspecten die uit de studie kunnen voortvloeien zijn o.a.:

- van de ontwikkeling van geavanceerde technieken en methoden kan een stimulans tot innovatie uitgaan voor de Nederlandse scheepsbouw, de zware industrie, de dienstenverlenende sector en de aan deze bedrijfstakken verwante bedrijven;

- de studieresultaten zullen voor alle deelnemende bedrijven waardevolle informatie leveren voor hierop aansluitende eigen ontwikkelingen;
- de resultaten van de studie dragen bij tot een verdere onderbouwing van het energiebeleid;
- de resultaten van de studie zullen een aanvulling zijn voor onderzoeken op het gebied van het toekomstig gebruik van kolen;
- de door de studie verkregen inzichten op het gebied van geïntegreerd kolentransport kunnen ook voor andere goederenstromen, in het bijzonder bulk, in Nederland worden toegepast.

#### Inhoud van de studie

In de studie van een geïntegreerd kolentransport van vindplaats tot aan de gebruiker in Nederland en in het achterland zullen de volgende punten aan de orde komen:

- raming van het te verwachten kolentransport in tonnen per jaar tot het jaar 2000 met de bijbehorende vaartrajecten;
- raming van de tonnage van bestaande schepen die bij dit transport kunnen worden ingeschakeld.
- analytische studie van een wenselijke vloot in grootte, aantal en snelheid van schepen;
- vormen waarin steenkool als lading kan worden getransporteerd, zoals slurrie, poeder, gas e.d.;
- wensen van de gebruiker omtrent de verschijningsvorm van kolen voor verwerking, zoals een olie/kolenmengsel, fijne poedervorm e.d.;
- wenselijke havenconfiguratie voor dit kolentransport;
- overslagtechnieken behorende bij het type kolenslading, het scheepstype en de havenconfiguratie;
- opslag en distributie van de aangevoerde kolen in de haveninfrastructuur. Binnenvaart versus spoorweg en mogelijke andere vormen van transport;
- sociale, ecologische en politieke aspecten van dit toekomstige kolentransport;
- identificatie van knelpunten in het huidige vervoerssysteem, zoals maximale fysieke capaciteiten van de diverse deelsystemen, milieuaspecten, gevarenkansen, risico's, politieke belemmeringen e.d. en het aangeven van mogelijke aanpassingen ter verbetering.



Geavanceerde alternatieven voor scheepsontwerp, overslag en natransport zullen worden aangegeven, te zamen met hun technische en economische haalbaarheid. Ieder alternatief zal worden bezien in zijn samenhang met de totaalketen. De gevolgen van veranderingen in één deel van de keten op de andere delen zullen daarbij worden aangeduid. Tevens zal een indicatie worden gegeven van de economische betekenis van geavanceerde alternatieven in vergelijking met de bestaande transportketen.

#### Organisatie van de studie

Na analysering van de te bestuderen onderwerpen is besloten tot het formeren van aparte adviesgroepen voor ieder onderdeel in de vervoersketen. Voor de verwerking van de grote hoeveelheid van gegevens en het vaststellen van hun onderling verband in de keten, zal een systeemkundige benadering worden gebruikt. Hiervoor zal een aparte adviesgroep systeembenadering worden geformeerd.

De adviesgroepen met hun respectievelijke onderwerpen zijn:

- Adviesgroep 1: Goederenstromen
- Adviesgroep 2: Haven, overslag- en opslagtechnieken
- Adviesgroep 3: Zeetransport
- Adviesgroep 4: Voor- en natransport ('inland transport')
- Adviesgroep 5: Systeembenadering

In iedere adviesgroep wordt een maximum aan relevante expertise ingebracht door de deelnemers van de studie. Daardoor verkrijgen de deelnemers, die mogelijk in de toekomst betrokken kunnen worden bij de implementatie van de studieresultaten, een beter inzicht in de achterliggende problematiek.

De uiteindelijke studie zal worden uitgevoerd door een permanent project-team. Dit project-team zal bestaan uit een vertegenwoordiging van disciplines overeenkomende met de specifieke taken van de adviesgroepen. Aan het hoofd van het project-team zal een project-manager staan.

De verantwoordelijkheid voor de studie zal berusten bij de project-directie, bestaande uit een voorzitter, de project-team manager en een vertegenwoordiger van elk der adviesgroepen.

### Werkprogramma

De studie wordt in twee fasen onderverdeeld, nl. een 'feasibility'fase van 4 maanden en een uitvoeringsfase van 12 maanden. De 'feasibility'-fase dient om te zien of er een sociaal-economische/technische doorbraak is aan te geven ter verbetering van de bestaande kolenketen. Daarbij zijn inbegrepen het inventariseren van de huidige situatie in het kolenverbruik en -vervoer, het signaleren van knelpunten daarin tegen de achtergrond van het verwachte toekomstige verbruik, alsmede het aangeven van mogelijke alternatieven en/of verbeteringen. Rijnmond staat in de studie centraal als het gebied in de kolenketen waarvoor de analyse zal worden uitgevoerd.

Deze eerste fase zal noodzakelijkerwijs globaal van karakter zijn. Er zal zoveel mogelijk van bestaande gegevens en modellen worden gebruik gemaakt. De criteria voor een doorbraak zullen niet puur economisch zijn, maar een socio-economisch karakter hebben. Hieruit volgt dat ook politieke en milieu-aspecten in het wegingsproces worden betrokken. Op grond van de hieruit verkregen resultaten zal worden beslist of fase 2, de uitwerkingsfase, doorgang moet vinden.

De uitwerkingsfase bouwt in detail voort op de resultaten van fase 1. De aldaar gesignaleerde mogelijkheden worden hier verder ontwikkeld om te komen tot een praktisch inzetbaar alternatief (alternatieven) voor het huidige systeem.

### Goederenstroom (adviesgroep 1)

De taak van adviesgroep 1 is het analyseren van de huidige kolenstromen en het maken van een raming van de toekomstige binnenlandse kolenbehoefte en van de behoefte in landen waarvoor de Nederlandse zeehavens een doorvoerfunctie kunnen vervullen. De adviesgroep zal zich met de volgende aspecten bezig houden:

#### Huidige energiesituatie -----

Het verstrekken van een algemeen beeld van de huidige energiesituatie in Nederland en in de landen die van belang of van potentieel belang

zijn voor de doorvoer, voornamelijk West-Duitsland, België en Noord-Frankrijk. Een onderscheid wordt gemaakt naar de diverse energiedragers en de aard van het gebruik. Uit Figuur 1 blijkt dat de inzet van steenkolen voor elektriciteitsopwekking in de EEG-landen in 1975 een dieptepunt bereikte, maar sindsdien relatief sterk stijgt. De benodigde gegevens zullen zoveel mogelijk worden ontleend aan bestaande studies en publikaties en zullen tot een consistent geheel worden verwerkt.

#### Huidig kolenverbruik

-----

Voor bovenbedoelde landen zal een analyse worden uitgevoerd naar aard en plaats van het huidige verbruik van kolen, alsmede naar de oorsprong van die kolen en de wijze van vervoer tot aan de gebruiker. Dit geheel zal naar regio worden verdeeld. In samenwerking met de andere adviesgroepen zullen de berekende kosten per regio en per vervoersmethodiek in hun onderlinge samenhang worden gezien. Daaruit resulteert dan een beeld van de totale kosten van wingebied tot verbruiker. De berekende kostprijs van de kolen franco verbruiker zal worden vergeleken met de inzetprijs van andere energiedragers, met nadruk op stookolie. In de totale kosten zijn ook de kosten begrepen die bij de verwerking van kolen moeten worden gemaakt om te kunnen voldoen aan de milieuwetgeving en andere voorschriften.

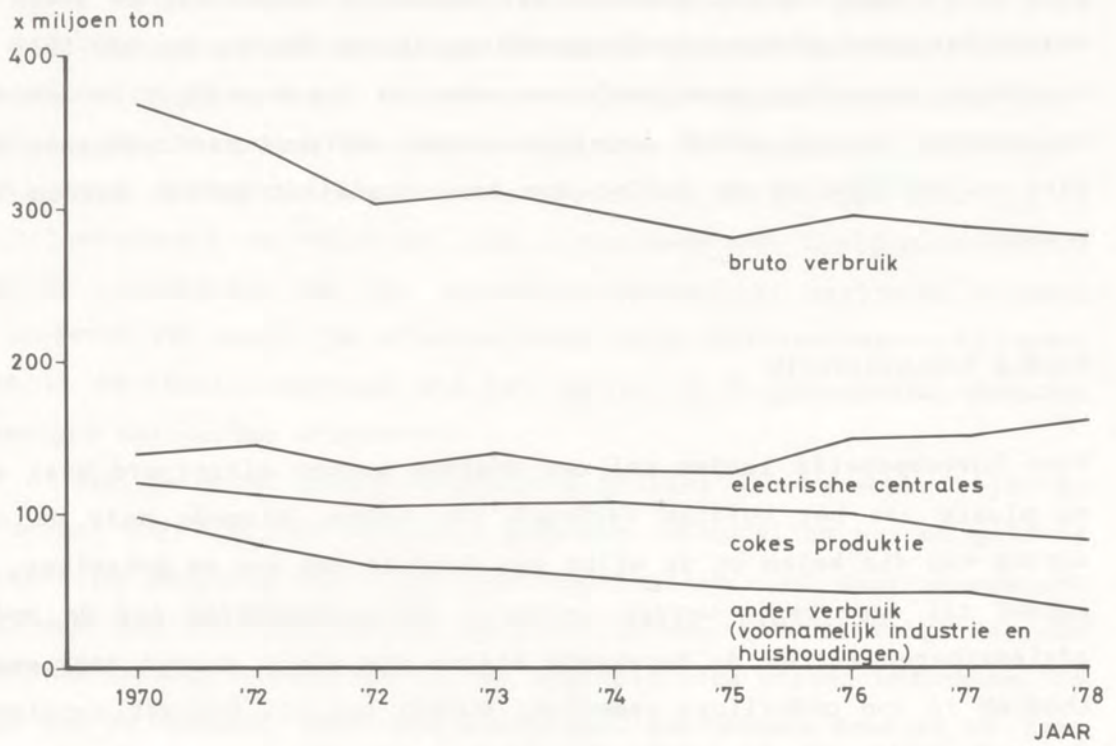
In samenwerking met de systeemgroep zullen de aldus verkregen gegevens ter verwerking met de computer worden geschikt gemaakt. Zij zullen als basis dienen voor de ramingen van toekomstige winning, herkomst, bestemming, transport en verwerking van kolen. Mogelijke verschuivingen in de laatstgenoemde punten zullen worden gebruikt om het model aan de toekomstige ontwikkelingen aan te passen. Mede bepalend hierin is de concurrentiepositie van de omliggende havens.

#### Toekomstig energiegebruik

-----

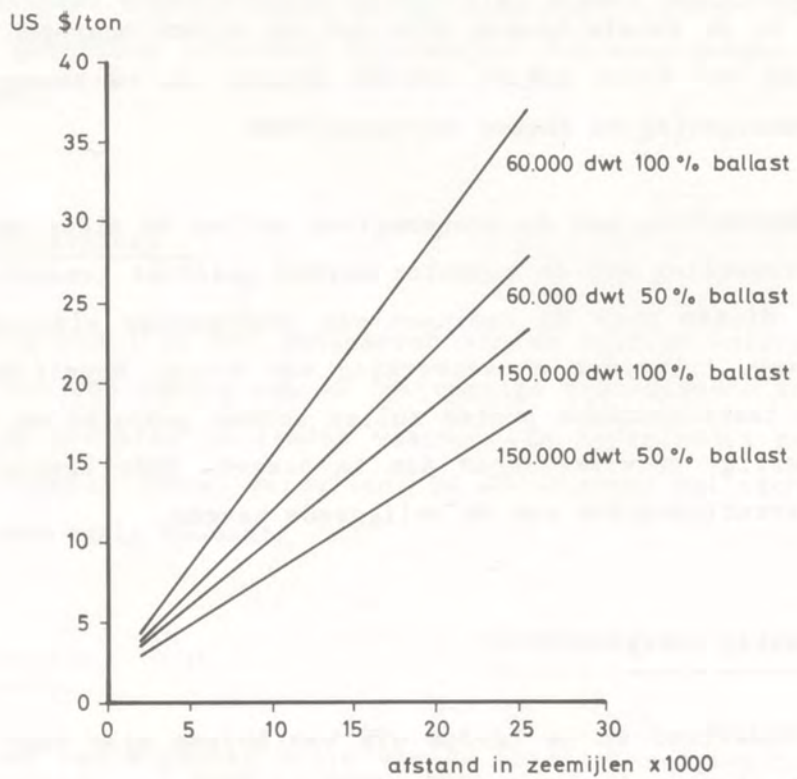
Voor Nederland en de landen die van belang zijn voor de doorvoer van kolen zal voor de jaren 1985, 1990 en 2000 een lage en een hoge prognose worden opgesteld van het totale energiegebruik en van het aandeel

EEG verbruik van harde kolen over de periode 1970-1978.



Figuur 1

Kosten per ton vervoerd gewicht tegen 1977 prijzen.



Figuur 2

van kolen hierin. Bestaande prognoses zullen zoveel mogelijk als uitgangspunt worden gebruikt. Een voorbeeld hiervan is de door het International Energy Agency uitgevoerde prognose voor steenkolen in de EEG-landen (Tabellen 2 en 3).

#### Toekomstige koleninzet

De kolenprognoses zullen dienen als basis voor de uitwerking van het toekomstige kolenverbruik in de regio's. De detaillering zal onder andere voorzien in de aard van de verbruikers, de mogelijkheden het gebruik aan te passen aan de diverse verschijningsvormen van kolen, alsmede de alternatieve mogelijkheden voor aanvoer van kolen.

Tevens zal worden onderzocht welke de potentiële exportlanden zijn die aan de verwachte vraag naar kolen kunnen voldoen.

Ook zullen de mogelijke verschijningsvormen vanaf het wingebed in het exporterende land aandacht krijgen, samen met de bijbehorende kostenaspecten. Een aantal politieke onzekerheden zal moeten worden ingeschat, in het bijzonder de onzekerheid omtrent de omvang van het kolenverbruik in Nederlandse centrales na 1990 (afhankelijk van de uitslag van de brede maatschappelijke discussie over kernenergie). Verder zal rekening worden gehouden met onzekerheid ten aanzien van Westduitse contingentering van kolen uit andere landen (momenteel maximaal 6 miljoen ton).

#### Prognose toekomstige kolenstroom

De kolenstroom tot het jaar 2000 zal om tot een consistent geheel van vooronderstellingen te komen met een iteratief proces worden geraamd.

Hierbij zullen de alternatieve verschijningsvormen van kolen met de daarbij mogelijke wijzen van vervoer zijn inbegrepen. Tevens zullen de geldende tarieven voor transport en overslag worden gebruikt om een sociaal-economische analyse uit te voeren en de potentiële waarde van de verkregen studieresultaten voor de nationale economie te bepalen.

Deze waarde zal aan de hand van de volgende criteria worden afgewogen:

- het belang van de doorvoerfunctie van de Nederlandse havens;
- de werkgelegenheid;

Tabel 2. 1985 IEA prognose voor de inzet van steenkool in de 9 EEG-landen (miljoen ton ske)

	gebruik binnenland			eigen produktie	invoer		uitvoer		
	metall. kool	ketel- kool	andere kool		totaal	metall. kool	ketel- kool	metall. kool	ketel- kool
België	8,4	6,3	1,2	15,9	7,0	3,6	5,3	-	-
Luxemburg	3,1	-	1,0	4,1	-	3,1	1,0	-	-
Denemarken	-	6,0	1,6	7,6	-	-	7,6	-	-
Frankrijk	14,7	15,9	13,8	44,4	18,6	7,9	17,9	-	-
Italië	10,1	7,1	3,3	20,5	2,1	10,1	8,3	-	-
West-Duitsland	32,1	76,1	8,8	117,0	123,6	-	7,0	13,6	-
Verenigd Koninkrijk	22,0	70,7	16,9	109,6	111,0	-	-	1,4	-
Ierland	-	-	0,9	0,9	-	-	0,9	-	-
Nederland	3,6	4,1	0,7	8,4	-	3,6	4,8	-	-
Totaal	94,0	186,2	48,2	328,4	262,3	28,3	52,8	15,0	-

Tabel 3. 1990 IEA prognose voor de inzet van steenkool in de 9 EEG-landen (miljoen ton ske)

	metall. kool		gebruik binnenland		totaal	eigen produktie	invoer		uitvoer	
	metall. kool	kool	ketel-kool	andere kool			metall. kool	ketel-kool	metall. kool	ketel-kool
België	8,7	8,0	1,2	1,2	17,9	7,0	4,0	6,9	-	-
Luxemburg	3,3	-	1,1	1,1	4,4	-	3,3	1,1	-	-
Denemarken	-	9,1	1,7	1,7	10,8	-	-	10,8	-	-
Frankrijk	14,7	17,3	19,4	19,4	51,4	18,6	7,9	24,6	-	-
Italië	11,9	11,5	3,5	3,5	26,9	2,3	11,9	12,7	-	-
West-Duitsland	32,0	91,5	8,3	8,3	131,8	122,4	-	22,3	12,9	-
Verenigd Koninkrijk	22,5	71,7	16,9	16,9	111,1	111,1	-	-	-	-
Ierland	-	-	0,9	0,9	0,9	-	-	0,9	-	-
Nederland	4,3	11,8	2,4	2,4	18,5	-	4,3	14,2	-	-
Totaal	97,4	220,9	55,4	55,4	373,7	261,4	31,4	93,8	12,9	-

- de toegevoegde waarde voor de handelsbalans;
- het aandeel in het nationaal produkt;
- het effect van het toenemend verbruik en vervoer van steenkolen op zware industrie, scheepsbouw en dienstverlenende sector.

#### Haven en overslagtechnieken (adviesgroep 2)

Adviesgroep 2 zal zich bezighouden met de zeehaven en met de overslag- en opslagfaciliteiten bij de kolengebruiker (vergassingsbedrijf, elektrische centrale, kleine verbruiker, buitenland).

De randvoorwaarden voor input en output, zoals goederenspecificatie, goederenstromen, voertuigen, infrastructuur enz. zullen in overleg met de andere adviesgroepen worden bepaald. Dat geldt ook voor de onderlinge beïnvloeding van verschijningsvorm, vervoermiddel en overslagtechniek in de diverse schakels van de transportketen.

De volgende aspecten zullen worden behandeld:

#### Importhavens

Het verzamelen en evalueren van gegevens en het signaleren van ontwikkelingen omtrent kolenoverslag in West-Europese havens zoals Duinkerken, Le Havre, Rotterdam, IJmuiden en Hamburg en, voor zover van belang in havens elders, zoals Tampa (mechanisch continu lossen) en Portland (slurrie) in de Verenigde Staten.

#### Exporthavens

Onderzoek naar de huidige capaciteiten en faciliteiten en eventuele uitbreidingsplannen van de havens in de kolenexporterende landen: Australië, Verenigde Staten, Polen, Zuid-Afrika, Rusland, China e.a.

#### Recente technische ontwikkelingen

Het verzamelen en evalueren van gegevens en het signaleren van nieuwe ontwikkelingen betreffende de overslag en opslag bij elektrische



centrales in Nederland en elders, zoals: Parijs (continu lossen met wielgravers), Dayton (continu lossen met emmerladers), Mohave (slurrie), Ebetsu in Japan (overdekte opslag, spiraaltransportbanden).

#### Ontwikkelingen van logische nieuwe systemen

Genereren van nieuwe ideeën door functie-analyse en het selecteren daarvan op basis van o.a. te verwachten kostenbesparingen, milieubeïnvloeding, sociale indicaties enz., mede gelet op de invloed op de andere schakels van de transportketen en op de produktkolom.

Aan de orde komen:

- verschijningsvormen van steenkool (slurrie, stortgoed, transporteenheden e.d.);
- de kolentransformatie, voor zover in het transport geïntegreerd;
- de overslag- en opslagtechnieken, zowel bij de havens als bij de kolenverwerkende bedrijven.

#### Bepalingen van de consequenties van deze systemen

Het bepalen van de consequenties van innovaties voor de zee- en binnenlandse havens met betrekking tot diverse aspecten, zoals technische, ecologische, energetische, sociale, organisatorische en economische.

#### Zee-transport (adviesgroep 3)

Deze adviesgroep zal zijn onderzoekingen richten op het zee-transport als onderdeel van de geïntegreerde vervoersketen van kolen, met als doel te komen tot de ontwikkeling van geavanceerde scheepstypen.

#### Huidige situatie

In eerste instantie zal in samenwerking met adviesgroep 1 het huidige kolentransport over zee worden geanalyseerd. Voor de EEG-invoer van 1973-1978 zie bijvoorbeeld Tabel 4. De samenstelling van de bestaande

vloot voor het kolentransport zal worden onderzocht en de kosten van transport zullen worden berekend. Zie bijvoorbeeld Tabel 5 en 6 en Figuur 2 op blz. 78. Ook de wijze van zeetransport van andere bulkgoederen, zoals ertsen en granen zullen worden geanalyseerd om ervaringen die daarmee zijn opgedaan mede te betrekken in de ontwikkelingen van kolentransport.

Tabel 4. Invoer<sup>1)</sup> van steenkolen 1973-1978

	1973	1974	1975	1976	1977	1978
West-Duitsland	4,5	4,6	5,6	5,2	5,6	5,7
Denemarken	3,0	3,5	4,1	4,2	4,6	5,0
Frankrijk	5,4	8,8	10,9	13,8	15,5	15,9
Italië	8,6	9,1	9,6	10,0	10,3	9,8
Nederland	2,9	3,0	2,8	3,8	3,8	3,4
België/Luxemburg	3,4	4,7	2,7	3,6	3,3	2,8
Verenigd Koninkrijk/ Ierland	2,1	4,0	5,5	2,9	2,8	2,6
EEG Totaal <sup>2)</sup>	29,8	37,5	41,1	43,7	46,0	45,2

1) Geen intra-EEG vervoer

2) Door afrondingen kunnen de totaalcijfers iets afwijken

Bron: Eurostat

Tabel 5. Toename van de grootte van zeeschepen voor kolenvervoer (in % van totaal vervoerde kolen)

	onder 25.000 ton	25-40 duizend ton	40-60 duizend ton	60-100 duizend ton	meer dan 100.000 ton
1965	63	23	11	3	-
1970	40	21	27	12	-
1972	33	18	31	13	5
1974	31	14	28	21	6
1976	25	12	24	25	14
1977	22	11	21	27	19

Tabel 6. Type zeeschepen voor kolenvervoer (in % van totaal vervoerd tonnage)

	1965	1970	1972	1974	1976	1977
conventioneel	40	24	19	18	14	13
bulk carrier	60	69	76	73	76	77
ore-bulk-oil carrier	-	7	5	9	10	10

Bron: Fearnley & Eger's / Drewry / Lambert Brothers

#### Toekomstig kolentransport

In gezamenlijk overleg met de andere adviesgroepen zullen vormen worden bepaald waarin steenkool kan worden vervoerd. Daarna volgt een analytische studie van een wenselijke vloot voor kolentransport naar grootte, aantal schepen en snelheid. Zie bijvoorbeeld Tabel 7 en 8. Met behulp van de eerdergenoemde systeemkundige analyse zullen de richtlijnen worden vastgesteld voor ontwerpideeën van geavanceerde alternatieve scheepstypen. Tevens zal worden begonnen met de ontwikkeling van series scheepsontwerpen. In eerste instantie zal de omvang van die series zich beperken tot vier typen, uitgevoerd in drie grootten, berekend voor twee verschillende trajecten. Deze werkzaamheden houden in:

- het opstellen van ontwerpgegevens (inclusief de economische aspecten) als basis van de genoemde systematische ontwerpseries;
- het maken van typerende algemeen plan-tekeningen van de scheepstypen;
- het maken van typerende en voorlopige grootspant-tekeningen;
- het maken van een kostenbegroting voor de bouw van de geselecteerde schepen;
- de vervaardiging, indien noodzakelijk, van een beperkt aantal detailtekeningen van essentiële onderdelen (bijvoorbeeld ladingbehandeling).

#### Voor- en natransport (adviesgroep 4)

Adviesgroep 4 zal zich bezig houden met het transport van kolen tussen de voornaamste winplaatsen in Australië, Zuid-Afrika, Canada en de Verenigde Staten en de exporthavens aldaar en tussen Europoort en de

Tabel 7. Type schip ingezet voor kolenvervoer 1965-1990 (in % van het vervoerde gewicht)

	1965	1970	1977	1985	1990
conventioneel	40	24	13	10	8
bulk carrier	60	69	77	77	77
(ore)-bulk-oil carrier	-	7	10	13	15
totaal	100	100	100	100	100

Bron: Maritiem vervoer van steenkolen tot 1990, NMI, 1980

Tabel 8. Behoefte aan laadvermogen voor kolenvervoer 1977-1990 naar scheepsgrootte (in miljoen ton)

	onder 25.000 ton	25-40 duizend ton	40-60 duizend ton	60-100 duizend ton	meer dan 100.000 ton
1977	2,3	7,9	3,8	-	14,0
1985 laag	3,6	10,0	8,5	0,7	22,8
1985 hoog	5,3	13,5	8,3	2,0	29,1
1990 laag	5,1	13,2	10,5	3,7	32,5
1990 hoog	7,3	17,4	13,2	4,6	42,5

Bron: Maritiem vervoer van steenkolen tot 1990, NMI, 1980

verbruikers in Nederland en het achterland. De studie zal bestaan uit de volgende delen:

#### Onderzoek naar de huidige transportsituatie

Gegevens zullen worden verzameld over de verwerking van kolenen andere bulkgoederenstromen met de traditionele transportsystemen: binnenwater-, spoor- en wegtransport.

Onderzocht zal worden welke capaciteit deze transportsystemen bieden en welke factoren bepalend zijn voor de begrenzing daarvan. Hiervoor zullen zowel de wegen en spoorlijnen worden bekeken. Voor het opstellen van een verwachting omtrent de toekomstige transportkosten zullen de huidige kosten en tarieven worden onderzocht voor ieder type transport. Hierin zullen ook de politiek-economische aspecten worden betrokken (subsidiëring e.d.).

### Invloed van de prognoses op de bestaande transportsituatie

In overleg met de adviesgroep goederenstromen en voortbouwende op de bevindingen van deze adviesgroep, zal worden onderzocht of de te verwachten goederenstromen kunnen worden verwerkt met de bestaande capaciteiten. Zo niet, dan zal worden nagegaan hoe de capaciteitsgrenzen zodanig kunnen worden verlegd dat wel aan de vraag naar capaciteit kan worden voldaan. Deze exercitie zal in nauwe samenwerking met de adviesgroep haven en overslagtechnieken geschieden, omdat ook een aantal eigenschappen van de havens, zoals ligging, opstellingsmogelijkheden van de transportmiddelen, beladingsmogelijkheden enz., bepalende factoren voor de vervoerscapaciteit zijn.

### Alternatieve transportmiddelen

Buiten de eventuele aanpassingen of vernieuwingen in de bestaande systemen (waterweg, weg en spoor) zullen de toepassingsmogelijkheden van alternatieve transportsystemen worden onderzocht, waarbij gedacht kan worden aan:

- hydraulisch transport (van zowel grove kolen als slurrie);
- pneumatisch transport (containers door buizen);
- transportbanden.

De toepasbaarheid van deze alternatieve transportsystemen zal worden getoetst aan o.a. de volgende criteria:

- bruikbaarheid op lange afstand en de begrenzing van die afstand;
- invloed van de geografische omstandigheden, zoals rivier- en wegekruisingen, geaccidenteerd terrein, dicht bevolkte gebieden, bodemgesteldheid, beslag op landbouwgronden en natuurgebied, enz.;
- milieu-strategische overwegingen;
- beschikbaarheid van hulpstoffen, zoals water voor hydraulisch transport (ook terugwinbaarheid of lozingsmogelijkheden);
- behoud van een zekere verdeling van de stukgrootte van de steenkool (bijv. voor het gebruik in vergassers).

### Evaluatie van systemen

-----

Alle transportsystemen of combinaties daarvan zullen worden geëvalueerd naar:

- investerings-, bedrijfs- en onderhoudskosten;
- levensduur;
- bedrijfszekerheid;
- energiegebruik;
- organisatie en personeelsbezetting;
- milieu-beïnvloeding;
- invloed op het algemene transportgebeuren;
- stimulans voor de Nederlandse industrie;
- wettelijke bepalingen.

Tenslotte zal na afweging van bovengenoemde factoren getracht worden tot aanbevelingen te komen voor toe te passen transportsystemen.

### Systeembenadering (adviesgroep 5)

De werkzaamheden van de adviesgroep systeembenadering houden de volgende activiteiten (begeleiding) in:

#### Operationaliseren van de te benaderen probleemstelling

In nauwe samenwerking met het project-team zullen de in bewerking te nemen aspecten en gegevens worden gerangschikt. Vastgesteld zal worden de mate van detaillering en de vorm en volgorde waarin ze door het team moeten worden gepresenteerd. Deze interactie moet leiden tot de bepaling van de fysieke grenzen van het systeem.

Bestaande modellen zullen worden opgespoord en getoetst op bruikbaarheid en beschikbaarheid. Belangrijk is daarbij de mate waarin zo'n model vatbaar is voor modificaties.

In de 'feasibility'fase wordt in grote lijnen bepaald welke modellen tot in welk detail zullen moeten worden ontwikkeld in de voortzetting-fase. In deze fase kan slechts sprake zijn van een zeer globale aanpak waarin alleen de voornaamste variabelen een plaats kunnen

vinden. In de voorzettingsfase worden deelmodellen ontwikkeld. Afhankelijk van de aard van het betreffende deelmodel zal koppeling aan het overzichtsmodel plaatsvinden.

Na de koppeling van de diverse deelmodellen worden de voor de eerste evaluatie benodigde modelresultaten voorbereid. In deze fase leveren de overige adviesgroepen numerieke gegevens en aanbod-, vraag- en technische scenarios toe.

De eerste evaluatie van de modelresultaten kan modificaties in het model-instrumentarium tot gevolg hebben.

Verdere evaluatie moet leiden tot aanbevelingen ten aanzien van de ontwikkeling van het totale toekomstige transportsysteem voor kolen.

## HOOFDSTUK VI. WAT ZIJN DE GEVOLGEN VOOR ONZE ECONOMIE?

door drs. W.H.J. Tieleman

### Inleiding

Toen mij in de herfst van vorig jaar werd gevraagd een bijdrage te leveren voor het symposium 'Steenkool voor onze toekomst' en daarbij vooral aandacht te besteden aan de mogelijkheden tot en de economische consequenties van de herintroductie van steenkool, waren de voorbereidingen voor de 'Kolennota' in volle gang. Inmiddels is deze aan het Parlement aangeboden. Het regeringsstandpunt ten aanzien van deze herintroductie van steenkool mag derhalve in grote lijnen als bekend worden verondersteld. Toch meen ik enige punten naar voren te moeten halen, omdat het belang ervan naar mijn mening van dien aard is dat zij nauwelijks overbelicht kunnen worden. Daarbij zal - gelet op het mij voorgelegde onderwerp - in het bijzonder aandacht worden besteed aan de economische consequenties van de herintroductie van steenkool. Ook zal ik overeenkomstig het mij voorgelegde verzoek op enige plaatsen ingaan op de problemen die aan de herintroductie verbonden zijn.

### Uitgangspunt

Het symposium heeft als uitgangspunt een toekomstig gebruik van steenkool van 30 miljoen ton ske per jaar omstreeks de eeuwwisseling. Dit uitgangspunt verschilt nauwelijks van de Kolennota. De Kolennota komt, uitgaande van een veronderstelde groei van het Bruto Nationaal Produkt van 2, resp. 3%, tot een verbruik van 24, resp. 26 miljoen ton ske omstreeks 2000. Indien daarbij het kolenverbruik door Hoogovens wordt opgeteld, dan komt het totaal ongeveer overeen met het voor deze studie gekozen uitgangspunt.

Het is echter van belang erop te wijzen dat in de Kolennota een basisbeleid voor kolen is ontwikkeld, d.w.z. dat genoemde kolenomvang als een ondergrens moet worden gezien. In het derde deel van de Energiememorie zal worden ingegaan op de invulling van het onbenoemde deel van



de brandstoffeninzet voor het tot 2000 benodigde elektriciteitsproductievermogen. Afhankelijk van de uitkomst van de maatschappelijke discussie zullen regering en parlement moeten beslissen op welke wijze dit nog onbenoemde deel moet worden ingevuld.

#### Noodzaak tot diversificatie

Naast deze opmerking over de in de Kolennota opgenomen kolenomvang meen ik ook het belang van de in het Eerste deel van de Energienota omschreven doelstelling van diversificatie nog eens te moeten onderstrepen. Nederland zal het aandeel van olie en gas in het totale energiepakket moeten terugdringen om tot een evenwichtige samenstelling van dit pakket te komen. Daarvoor bieden op de kortere termijn alleen kolen en kernenergie substantiële mogelijkheden.

De huidige samenstelling van ons energiepakket en in het bijzonder dat van de elektriciteitscentrales loopt sterk uit de pas met die van de ons omringende landen.

In 1978 werd 64% van onze elektriciteit opgewekt met aardgas, 2% met overig gas, 17% met olie en slechts 8% door middel van kolen. Het aandeel van kernenergie bedroeg 9%. In 1979 was het aandeel van aardgas teruggelopen tot 49%, uit overig gas werd 3% geproduceerd, het aandeel van olie was opgelopen tot 36%, steenkool nam 5% voor zijn rekening en kernenergie 7%.

Steenkool neemt bij de elektriciteitsopwekking in de ons omringende landen (Italië uitgezonderd) een veel belangrijker plaats in. Vanuit die gezichtshoek is onze positie bijzonder kwetsbaar. De vermindering van de inzet van gas in centrales zou zonder diversificatie leiden tot een doorgaande stijging van het gebruik van olie, en op basis van het Brandstof Inzet Plan Centrales (BIPC) zal in de periode tot 1985 de inzet van olie toch al hoger moeten zijn dan in het verleden het geval was.

Het BIPC voorziet er in dat het voor de elektriciteitsopwekking nog beschikbare Nederlandse aardgas (in totaal 130 miljard m<sup>3</sup> vanaf 1 januari 1977) naar plaats en tijd wordt gespreid en wordt ingezet indien zulks om milieuhygiënische of technische redenen wenselijk is. Het spreiden van de inzet van aardgas naar plaats en tijd heeft er toe geleid dat in 1979 in totaal 3 à 3,5 miljoen ton olie meer verstoekt

werd in die centrales die zowel olie als gas kunnen stoken en waarvan de vergunningen een hoger gebruik van olie mogelijk maakte. Op die wijze werd in 1978 1,3 miljard m<sup>3</sup> gas minder gebruikt, hetgeen overeenkomt met ca. 1,75 miljoen ton olie.

Gezien de stijgende risico's van prijs en beschikbaarheid is het echter onaanvaardbaar een beleid te voeren dat structureel tot een hogere olie-inzet bij centrales zou leiden. Het beleid zal er juist op gericht moeten zijn het aandeel van olie terug te dringen.

De explosieve stijgingen van de olieprijsen en van de daaraan gekoppelde prijzen van aardgas hebben een nadelige invloed op onze industriële concurrentiepositie. Gelet op vorengenoemde ongunstige energiemix is het noodzakelijk deze prijsafhankelijkheid via een grotere inzet van kolen terug te dringen. In de Kolennota is het diversificatiebeleid zodanig uitgewerkt, dat in het jaar 2000 in ieder geval 40% van het geïnstalleerde elektriciteitsproductievermogen in de openbare sector op kolen en slechts 20% op olie/gas is gebaseerd. Daartoe zal al het tot 1990 nieuw te installeren openbaar elektriciteitsvermogen uitsluitend op kolen worden gebaseerd.

Door de nagestreefde verhoogde inzet van kolen in de elektriciteitscentrales wordt een belangrijke basis gelegd voor het voor onze totale energievoorziening nodige diversificatiebeleid. Traditioneel leent de elektriciteitssector zich het meest daartoe. Niet alleen spelen daar overwegingen van bedrijfszekerheid een rol, maar is bovendien van oudsher de techniek van het gebruik van kolen bekend, roept het gebruik van kolen de minste belemmeringen op en biedt de elektriciteitssector - gelet op het grote primaire energiegebruik - het meeste soelaas om tot een betekenende diversificatie naar energiedragers te komen.

In totaal zal het beleid, gericht op een minimale koleninzet van 40% van het totaal geïnstalleerd productievermogen in 2000, leiden tot een kolenverbruik in centrales dat, afhankelijk van het gekozen scenario, varieert van 12 tot 14 miljoen ton ske. Door de geringe toename van de vraag naar elektriciteit en het huidige overschot aan productievermogen is er voor de bouw van nieuwe productie-eenheden op korte termijn slechts beperkt ruimte. Dit betekent dat de toename van het kolenverbruik in de elektriciteitssector voor een belangrijk deel pas in de

jaren negentig zal kunnen worden gerealiseerd. Uit energiepolitieke overwegingen (afhankelijkheid) is dit allerminst aantrekkelijk. Men kan zich dan ook afvragen of door versnelde nieuwbouw, of eventueel door ombouw van olie/gas gestookte centrales op kolen, niet in een vroeger stadium een meer betekenende inzet van steenkool kan worden bereikt. De SEP is gevraagd deze mogelijkheden te bestuderen. Zonder te willen vooruitlopen op de resultaten van deze studie wil ik hier wel enige facetten aanstippen die hierbij van belang zijn.

Uit energiepolitieke overwegingen is het aantrekkelijk op korte termijn een hogere inzet van kolen bij centrales te realiseren. De afhankelijkheid van olie wordt daarmee immers reeds in een eerder stadium enigszins teruggedrongen. Ook uit het oogpunt van de toeleverende Nederlandse industrie dient een versnelde nieuwbouw, resp. ombouw positief te worden benaderd. Daar staan echter andere elementen tegenover. Ombouw van oliegestookte ketels naar kolenstook leidt tot kapitaalvernietiging. Daardoor wordt de prijs van elektriciteit hoger. Versnelde nieuwbouw leidt tot een vergroting van de reeds bestaande overcapaciteit. Het behoeft geen betoog dat de prijs die door de industrie voor elektriciteit moet worden betaald mede bepalend is voor de concurrentiepositie ten opzichte van het buitenland. Op dat aspect wordt in het navolgende nog nader ingegaan.

Omdat de stijging van de maximale belasting sterk achtergebleven is bij de vroeger verwachtingen, bedraagt de overcapaciteit van de openbare centrales thans ongeveer 3500 MW. De investeringskosten hiervan bedroegen ongeveer 2,8 miljard gulden. De afschrijvings- en rentekosten hiervan kunnen globaal op 350 miljoen gulden per jaar worden gesteld. Samen met de kosten van bediening en onderhoud komen de kosten per jaar op ongeveer 420 miljoen gulden. Bij een voorziene afzet van 57 miljard kWh in 1980 is dit ongeveer driekwart cent per kWh. De ontwikkeling van de investeringskosten voor kolencentrales-met-alles-er-op-en-eraan doet vermoeden dat deze kosten wel tot meer dan 1 cent per kWh kunnen stijgen indien de overcapaciteit niet wordt ingelopen.

Er moet echter op worden gewezen dat nieuwe technieken in ontwikkeling zijn, waarvan in dit verband vooral het gezamenlijke project van GEB Rotterdam en KEMA voor geïntegreerde kolenvergassing en elektriciteitsopwekking relevant is. De integratie van kolenvergassing en elektriciteitsopwekking biedt zowel uit energetisch als uit milieutechnisch oogpunt perspectieven.

Het zal duidelijk zijn dat ook dit aspect bij een eventuele versnelde nieuwbouw van belang is. Zou immers deze techniek in het begin der jaren negentig beschikbaar komen, dan zou versnelde nieuwbouw nu ertoe kunnen leiden dat nieuwe conventionele centrales reeds snel na totstandkoming technisch verouderd zijn.

Uit deze beschouwing moge blijken dat bij versnelde nieuwbouw van elektriciteitscentrales niet slechts energiepolitieke, maar ook economische overwegingen van betekenis zijn.

#### Diversificatie in het belang van onze industrie

Een hogere inzet van kolen - en nu laat ik de problematiek van versnelde nieuwbouw of ombouw van openbare centrales in het midden - is bij de huidige prijsverhoudingen ook in het belang van onze industrie. Ons nationaal inkomen komt voor meer dan 50% uit export. De energie-intensiteit van onze industrie is relatief hoog. Energie-intensieve takken van industrie exporteren 65% van hun afzet en nemen thans 43% van onze totale export (exclusief aardgas) voor hun rekening. Een structureel hogere energieprijs voor onze industrie ten opzichte van het buitenland zou de exportpositie van Nederland in gevaar brengen en daarmee ook indirect onze werkgelegenheid verder aantasten.

Bij een verhoogde koleninzet in centrales lopen de belangen van overheid en industrie dus parallel. Voldoende flexibiliteit zal echter nodig blijven om tijdig in te spelen op ontwikkelingen elders.

De introductie van kolen op grote schaal stelt overigens hoge eisen aan het milieu, vooral door de grote bevolkingsdichtheid van ons land. De inpassing zal op milieuhygiënisch aanvaardbare wijze dienen te geschieden. Dit brengt ongetwijfeld met zich dat het thans bestaande voordelige prijsverschil van kolen ten opzichte van andere energiedragers voor een niet onbelangrijk deel zal moeten worden gebruikt voor de nodige milieuvoorzieningen. Naar de huidige inzichten zal het effect van het totaal der bestrijdingsmaatregelen bij een nieuw te bouwen kolencentrale van 600 MWe 2 à 3 cent per kWh bedragen. Dit is ongeveer 30 à 50% van de huidige opwekkosten met kolen zonder specifieke milieumaatregelen (6 cent per kWh).

De prijs per kWh op basis van olie zou bij nieuw te bouwen oliecentrales, inclusief de vereiste milieuvorzieningen 12 cent bedragen. Dit bedrag is opgebouwd uit brandstofkosten (8 cent), overige kosten (2 cent) en milieukosten (2 cent). Daarbij is uitgegaan van een olieprijs van f 350,- per ton en een gemiddeld zwavelgehalte van 2%.

De huidige prijs per kWh op basis van kolen bedraagt bij nieuw te bouwen kolencentrales 9 cent. Dit bedrag is opgebouwd uit brandstofkosten (3,5 cent), overige kosten (2,5 cent) en milieukosten (3 cent). Daarbij is uitgegaan van een kolenprijs van f 100,- per ton.

Overigens mag uit deze vergelijking niet worden afgeleid dat nieuwbouw van oliecentrales een reële optie zou zijn. In feite moeten de totale opwekkosten van nieuw te bouwen kolencentrales dan ook worden vergeleken met die van bestaande oliecentrales.

Volledigheidshalve zij hier vermeld dat in een in 1978 gepubliceerde studie van de afdeling Kerntechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs op basis van prijzen van 1977 werd berekend dat voor een 1000 MW kerncentrale met een bedrijfstijd van 5700 uur per jaar de prijs 5,59 cent per kWh zou bedragen, bestaande uit investeringskosten inclusief de ontmantelingskosten van de centrale (3,04 cent), bediening- en exploitatiekosten inclusief opslag laag actief afval (0,9 cent) en splijtstofcycluskosten inclusief kosten opslag hoog actief afval (1,65 cent).

De kolenprijs, omgerekend op olie-equivalenten, ligt thans op 40% van de olieprijs. Over de toekomstige prijsverhouding olie/kolen zijn moeilijk voorspellingen te geven. De afnemende beschikbaarheid van stookolie (als gevolg van het afnemend aandeel van de stookolie in de raffinage-output) zal aanleiding kunnen zijn tot een verdere verhoging van de prijs van stookolie. Ook de kolenprijs is aan een stijgende tendens onderhevig. De huidige kopersmarkt zal als gevolg van de toenemende vraag naar kolen naar een verkopersmarkt tenderen, ook al zullen de stijgende oliepreizen een grotere kolenproductie uitlokken. Voorts zullen de afnemers door middel van lange termijn contracten en participaties in de productie trachten te komen tot een meer evenwichtige ontwikkeling van vraag en aanbod.

Met enige voorzichtigheid kan uit deze beschouwingen worden geconcludeerd dat voor elektriciteitscentrales de bovengrens van de kolenprijs bepaald kan gaan worden door een met stookolie equivalente kolenprijs,

daarbij rekening houdend met de verschillen qua energierendement en investering tussen kolen- en oliecentrales. De ondergrens van de kolenprijs in centrales zou dan worden bepaald door de produktiekosten en winstoverslag (invoerprijs), waarin - anders dan bij olie - ook de transportkosten een belangrijk bestanddeel vormen. In deze beschouwing zou de kolenprijs zich tussen de onder- en bovengrensen bewegen, zodat dus ook op langere termijn een zeker voordeel van kolen ten opzichte van olie zou worden gehandhaafd.

Uit het voorgaande moge zijn gebleken dat de milieukosten een belangrijk element vormen van de totale opwekkosten in nieuw te bouwen kolencentrales. Op basis van de huidige relatieve prijsverhouding olie/kolen zou per saldo toch een voordeel voor kolencentrales blijven bestaan. De niet onbelangrijke milieukostencomponent dient te worden geaccepteerd om de inpassing van een verhoogde koleninzet milieuhygiënisch verantwoord te doen verlopen. Zulks is - zeker in een dichtbevolkt land als het onze - strikte noodzaak.

Zulks neemt overigens niet weg dat het gehele kostenbeeld goed in het oog moet worden gehouden. Evaluatie van de kosten van de milieumaatregelen en van de daarvan uitgaande effecten op het milieu zal moeten plaatsvinden. Daarbij zullen onder meer ook de gevolgen van deze kosten op onze internationale concurrentiepositie moeten worden bezien.

In de Kolennota is overigens uitgebreid ingegaan op de aan het kolengebruik verbonden milieu-aspecten. In het volgende hoofdstuk heeft Van Erpers Royaards deze milieuconsequenties behandeld. Ik meen hier dan ook te kunnen volstaan met nog te wijzen op één aspect. Een milieuhygiënisch aanvaardbare inpassing van kolen houdt een grote uitdaging in. Nieuwe technieken moeten worden ontwikkeld, resp. gedemonstreerd. Zo zal verder onderzoek moeten worden gewijd aan een mogelijk hergebruik van de aan het kolenverbruik verbonden afvalstoffen.

Dit alles zal met voortvarendheid moeten worden aangepakt. De toename van het kolenverbruik zal na 1985 en vooral in de jaren negentig grotere vormen gaan aannemen. Er is dus nog maar een beperkte tijd beschikbaar om toereikende technieken te ontwikkelen en te demonstreren. Hier liggen mogelijkheden die door onze industrie moeten worden opgepakt. Bij tijdig inspelen op de ontwikkelingen liggen er op dit terrein naar mijn mening duidelijk kansen.

Koleninzet buiten de elektriciteitssector (industrie)

Naast de verbranding van steenkool voor de elektriciteitsproductie (vooralsnog de belangrijkste mogelijkheid voor de inzet van kolen) vormen ook kolenvergassing voor bijmenging met hoog-calorisch aardgas, vergassing ten behoeve van elektriciteitsproductie en wervelbedverbranding belangrijke opties. In een vorig hoofdstuk is Steeman nader op deze mogelijkheden ingegaan.

De industrie is doorgaans niet meer ingericht op grootschalig kolenverbruik. Overheidsstimulansen zijn nodig om ook in deze sector tot een aanvaardbaar kolenverbruik te komen. Het merendeel van de ondervering in de industrie wordt thans nog gedaan met aardgas. Het afzetbeleid voor aardgas is er op gericht de aardgasvoorziening voor ondervering in toenemende mate af te bouwen. Dit betekent dat een groot aantal ondervuurders een andere brandstof moet kiezen.

De ervaringen tot op heden stemmen niet optimistisch ten aanzien van de overgang op kolen. De huidige gunstige prijs van kolen ten opzichte van olie blijkt doorgaans niet op te wegen tegen de nadelen die aan kolenverbruik zijn verbonden. De overheidsinspanningen zullen er dus op gericht dienen te zijn deze belemmeringen zoveel mogelijk weg te nemen. Dit zal vooral moeten leiden tot het ontwikkelen van nieuwe processen.

Evenals bij de nieuwe milieutechnieken, zal ook hier de industrie tijdig moeten inspelen, na op basis van de demonstratiefase meer zicht op de merites van deze processen te hebben verkregen. Van deze inspanningen zullen na onderzoek, ontwikkeling en demonstratie tevens belangrijke innoverende impulsen uit kunnen gaan, die door onze Nederlandse industrie tijdig zullen moeten worden onderkend en aangepakt. Voorts lijkt het nodig dat ter verwerving van een goede uitgangspositie voor de exportmarkt, een thuismarkt wordt opgebouwd.

Samenvattend zou ik willen stellen dat op een zo breed mogelijk veld onderzoek, ontwikkeling en demonstratie zullen moeten plaatsvinden, gericht op een hogere koleninzet in de diverse verbruikssectoren. Uit dit veld zullen gebieden met perspectief naar voren moeten komen. Die gebieden zullen door de industrie moeten worden aangepakt en uitgebouwd, zodat op die geavanceerde terreinen een exportmarkt zal kunnen worden veroverd.

Uit kolengebruik voortvloeiende activiteiten (vervoer, havens)

De toepassing van steenkool op grote schaal vormt niet alleen een uitdaging voor techniek, innovatie en milieubeheer, maar leidt ook tot vele activiteiten op het gebied van vervoer, investeringen in terminals, havens enz.

De Nederlandse havens hebben zich een grote en nog groeiende rol verworven in de distributie van allerhande bulkgoederen voor West-Europa. De voornaamste oorzaken daarvoor zijn de gunstige geografische ligging, goede infrastructuur naar het achterland, moderne installaties en - vooral voor Rotterdam - diep vaarwater. Deze factoren leiden tot lagere vrachtkosten - soms wel tot \$10/ton - door het gebruik van schepen met een laadvermogen van meer dan 80.000 ton. In de jaren vijftig werd jaarlijks meer dan 7 miljoen ton geïmporteerde steenkool van Nederland naar vele omliggende landen en de Baltische havens verscheept. Nu gaat er meer dan 300 miljoen ton per jaar aan erts, graan, olie en containers van Nederlandse havens naar eindbestemmingen in West-Europa.

Een stijgend aandeel van geïmporteerde kolen in de energievoorziening van West-Europa geeft zeker kansen aan de Nederlandse havens om de distributiefunctie die ze reeds hebben ook voor kolen te verwerven. De ontwikkelingen rond de kolenterminal op de Maasvlakte zijn een goede aanzet tot verruiming van de op- en overslagmogelijkheden. Hoewel de directe werkgelegenheid bij deze activiteiten wellicht niet spectaculair is, mag het vermenigvuldigingseffect van deze dienstverlening niet worden onderschat.

De onzekerheden zijn veel te groot om prognoses over tonnages van doorvoer te maken. Beter lijkt het naar trends te kijken. In dat verband wil ik wijzen op het besluit van de Bondsrepubliek de koleninvoer in fasen te liberaliseren. Het huidige contingent van ca. 6 miljoen ton wordt verruimd tot ca. 16 miljoen ton in 1985 en ca. 28 miljoen in 2000. Het zou al vreemd moeten lopen als Nederland niet een deel van die goederenstroom zou kunnen oppakken.



Macro-economische effecten van de herintroductie van kolen

In het voorgaande is uiteengezet dat een verhoogde inzet van steenkool voor onze energievoorziening noodzakelijk is. Daarnaast zijn echter punten naar voren gebracht waaruit moge zijn gebleken dat de herintroductie ook voor de industrie een goede zaak is.

Een evenwichtiger energiepakket maakt de economie in het algemeen en daarmee ook de industrie minder kwetsbaar ten opzichte van het buitenland (men denke aan stagnaties in de olie-aanvoer en prijsstijgingen van olie).

De herintroductie zal in eerste instantie leiden tot een verbetering van de werkgelegenheid. Na de demonstratiefase van een aantal in ontwikkeling zijnde projecten zullen zich enige gebieden gaan aftekenen waarin het gebruik van kolen de beste perspectieven biedt. De industrie zal - gelet op de daaraan verbonden innoverende aspecten - daar tijdig op moeten inspelen.

De economische effecten voortvloeiend uit de herintroductie van kolen worden enerzijds veroorzaakt door de investeringen die voor deze omschakeling noodzakelijk zijn - zoals in installaties voor wervelbedverbranding en vergassing, in infrastructuur en in milieumaatregelen - en anderzijds door de daling van de invoerprijs per eenheid energie omdat kolen goedkoper zijn dan aardolie.

In de Kolennota is gerekend met extra investeringen van ca. 10 miljard gulden over de periode 1980-2000. Onder extra investeringen moeten worden verstaan de meerdere investeringen die nodig zijn wanneer kolen in plaats van olie worden gebruikt. Op basis van de 10 miljard over de periode 1980-2000 resulteert dit in een extra investering van 500 miljoen gulden per jaar, hetgeen op een bruto jaarlijks investeringsvolume van totaal 65 miljard (betreft 1980 in prijzen 1978) van geringe betekenis is. Het beroep op de kapitaalmarkt dat uit deze extra investeringen voortvloeit, is derhalve jaarlijks slechts enkele tienden van procenten van het netto binnenlands aanbod.

Deze extra investeringen leiden tot een bestedingsimpuls, die weliswaar gunstige effecten op de produktie van bedrijven heeft, maar ook een ongunstige invloed uitoefent op het tempo van de inflatie en op de lopende rekening van de betalingsbalans. Deze laatste wordt echter ook gunstig beïnvloed, nl. door de lagere invoerprijs voor energie en door

de verlaging van de produktiekosten. Uitgaande van - overigens speculatieve - prijsverwachtingen, kan het effect op de lopende rekening van de betalingsbalans vrijwel neutraal worden genoemd.

Alhoewel de huidige prijsverhouding kolen/olie en de twee varianten daarvan die in de Kolennota worden gehanteerd een positief effect op de lopende rekening aan de betalingsbalans zullen hebben, is de grootte van dit positieve effect in vergelijking met het totaal der lopende rekening van weinig betekenis.

De herintroductie van kolen zal tweërlei invloed hebben op het financieringssaldo van de overheid. Enerzijds positief door de reële verhoging van het nationaal inkomen, anderzijds negatief door de overheidsbijdragen in de financiering van de investeringen. Per saldo wordt op de lange termijn een enigszins positief effect verwacht.

Al met al is de verwachting dat de macro-economische effecten van de herintroductie van kolen betrekkelijk gering zullen zijn. Daarbij moet echter worden aangetekend dat het effect op de werkgelegenheid positief is. Volgens de in de Kolennota opgenomen berekeningen zou de werkloosheid als gevolg van de herintroductie uiteindelijk met 15.000 man afnemen. Uit de macro-economische berekening volgt dat deze 15.000 man voornamelijk moeten worden toegerekend aan de stijging van het produktievolume dat uit de extra investeringen voortvloeit, alsmede aan het arbeidsintensieve karakter van het kolengebruik.

Overigens zullen de effecten per sector of per regio niet onbelangrijk kunnen afwijken. Daarom is de bouw door Gasunie van een kolenvergasingsinstallatie in het Eemsmontgebied ook voor de werkgelegenheid van groot belang. Naar schatting zal dit project leiden tot 400 à 500 permanente arbeidsplaatsen en zal met het ontwerp van de bouw ca. 4000 manjaar gemoeid zijn.

Het zou te ver voeren andere projecten op hun individuele merites te toetsen, al zou daarover ongetwijfeld nog veel zijn te zeggen. Daarmee zou ik wellicht ook te ver afdwalen van de energiepolitieke noodzaak die, bij gebrek aan alternatieven op korte termijn, het gebruik van kolen op grote schaal in onze energievoorziening vereist. Naast de meer algemene energiepolitieke noodzaak is in het vorenstaande belicht dat de herintroductie van steenkool ook uit macro-economisch gezichtspunt voor ons land een goede zaak is.

## HOOFDSTUK VII. HET GEBRUIK VAN STEENKOLEN EN DE EFFECTEN DAARVAN OP HET MILIEU

door ing. H. van Duuren, ir. R. van Erpers Royaards,  
ir. B.A. Kleinbloesem en dr. J. van de Kooij

### Inleiding

Het kolenverbruik in Nederland bedraagt momenteel ca. 4,5 miljoen ton per jaar. De belangrijkste gebruikers zijn de staalindustrie (cokesfabrieken ca. 3 miljoen ton per jaar) en de elektriciteitsbedrijven (ca. 1,5 miljoen ton per jaar).

In het verleden is het kolenverbruik veel hoger geweest. Het hoogste verbruik in Nederland was ruim 18 miljoen ton in 1963.

Deze 18 miljoen ton in 1963 was als volgt verdeeld:

- elektriciteitsproductie	- ruim 5,5 miljoen ton
- cokesfabrieken	- ruim 5
- huisbrand	- ca. 4,5
- briketfabrieken	- ca. 1,5
- ondervuring in industrie	- ca. 1
- gasfabrieken	- ca. 0,2

In de komende jaren zal het verbruik van steenkolen weer sterk gaan toenemen. Hoe zullen de kolen dan worden gebruikt en wat zullen de effecten van dit gebruik zijn op het milieu? Op deze vragen zal in het navolgende worden ingegaan.

In de hierna volgende beschouwing zal eerst bekeken worden op wat voor scenario's de verwachtingen voor het wel zeer sterk toenemende kolenverbruik in de volgende decennia zijn gebaseerd. Aangezien er bij scenario's één ding vaststaat, nl. dat ze van de werkelijkheid zullen blijken te verschillen, wordt er vervolgens onderzocht wat de milieueffecten bij één bepaalde keuze zullen kunnen zijn. Dit laatste gebeurt door eerst de consequenties per eenheid van 600 MW te schetsen en daarna de totale omvang voor een aantal aspecten te becijferen.

Tenslotte wordt getoetst welke ontwikkelingen globaal tot noemenswaardige afwijkingen van de milieu-invloeden zouden kunnen leiden. Bij lezing van het hiervolgende dient men zich te realiseren dat het hier gaat om een momentopname van de probleemstelling op dit tijdstip, nl. voorjaar 1980.

### Scenario's voor het kolengebruik tot het jaar 2000

#### Het hoge scenario van het CPB

Na 1973 is een groot aantal scenario's ontwikkeld voor het energiegebruik in Nederland tot het jaar 2000. De meest recente zijn de scenario's die door het Centraal Planbureau zijn ontwikkeld ten behoeve van de Nota Energiebeleid van de Minister van Economische Zaken. Deze intern consistente scenario's zijn gebaseerd op economische scenario's en vormen daarvan ook een onderdeel. Onderscheiden worden een hoog scenario, gebaseerd op een economische groei van 3% en een laag scenario, gebaseerd op een economische groei van 2% per jaar.

Bij deze beschouwingen over het kolengebruik wordt in eerste instantie als uitgangspunt genomen het hoge scenario, met inbegrip van de besparingen die als streefcijfers worden aangehouden in deel 1 van de voornoemde Nota Energiebeleid. Volgens dit scenario zou in het jaar 2000 het totale energiegebruik (inclusief niet-energetisch gebruik van energiedragers) gelijk zijn aan 4923,9 PJ. Daarvan zou 531,7-1117,9 PJ bestaan uit steenkolen, hetgeen overeenkomt met 20-40 miljoen ton steenkolen. Daarvan zou ca. 10 miljoen ton gebruikt worden door de industrie en het overige zou nodig zijn voor elektriciteitsproductie. De grote variatie is het gevolg van de keuze van een tweetal varianten voor de elektriciteitsproductie, nl. een variant met maximale uitbreiding van het met kolen gestookte produktievermogen en een variant met maximale uitbreiding van het kernenergievermogen vanaf 1990. (Een nadere invulling hiervan zou moeten plaatshebben in deel 3 van de Nota Energiebeleid en de daaropvolgende maatschappelijke discussie.) Voor deze beschouwing wordt uitgegaan van 30 miljoen ton kolen per jaar, waarvan 10 miljoen ton in de industrie en 20 miljoen ton voor de elektriciteitsproductie wordt gebruikt.

## Industrie

---

Het gebruik van kolen voor de cokesfabrikage ten behoeve van de ijzer- en staalindustrie zal een belangrijk aandeel hebben in het industriële kolengebruik. De groei van het kolengebruik zal ongeveer gelijke tred houden met de ijzer- en staalproductie. Dit betekent dat met de volgende cijfers voor cokeskolen kan worden gerekend: in 1985 3,5 miljoen, in 1990 4 miljoen en in 2000 5 miljoen ton. Dat houdt in dat voor overige toepassingen in de industrie met ca. 5 miljoen ton in het jaar 2000 moet worden gerekend.

Die overige industriële toepassingen kunnen de volgende vormen aannemen:

- ondervuring in grotere ketels voor de produktie van stoom en voor warmte/krachttoepassingen;
- vergassing ten behoeve van ondervuring in kleinere installaties en voor menging met aardgas;
- ondervuring in wervelbedvuurhaarden ten behoeve van kleinere installaties voor warmte- en krachtproduktie;
- gebruik als grondstof voor de chemische industrie na vergassing of eventueel na liquificatie.

Het is nog moeilijk te zeggen hoe een en ander zich in de komende jaren zal ontwikkelen omdat, behalve de ondervuring in de grotere installaties, nog geen van de genoemde technieken in een stadium is van technische en economische toepasbaarheid op andere dan experimentele schaal. Een totaal kolenverbruik van 5 miljoen ton per jaar in 2000 moet echter wel te realiseren zijn. Het accent zal daarbij vermoedelijk wel op de jaren na 1990 komen te liggen, bijv. in 1985 0,5, in 1990 1 en in 2000 5 miljoen ton.

## Elektriciteitsopwekking

---

Het grootste deel van het veronderstelde kolengebruik, nl. 20 miljoen ton in 2000, zou gebruikt worden voor elektriciteitsproduktie.

Waarom zoveel voor de elektriciteitsproduktie? Net als in alle andere kolenverbruikende sectoren, uitgezonderd de staalindustrie, is in de jaren zeventig het gebruik van kolen bijna volledig verdrongen door

aardgas. Dat is nl. gemakkelijk te stoken en brengt weinig bezwaren voor het milieu met zich mee.

Met de oliecrisis in 1973 brak het besef door dat de inzet van brandstoffen in de toekomst niet meer uitsluitend moest worden bepaald door de prijzen van het moment en de voordelen bij de verwerking en bij de verontreiniging van het milieu. Veel meer zou daarbij nu ook de beschikbaarheid en de zekerheid van levering moeten worden betrokken. Dit leidt tot diversificatie van de brandstofvoorziening en een voorkeur voor kolen en kernenergie. Achtereenvolgens zal worden ingegaan op de scenariovariant met zoveel mogelijk steenkool voor de elektriciteitsproductie en de variant met kernenergie.

#### Zo veel mogelijk kolen voor de elektriciteitsproductie

In de elektriciteitsproductie kan het kolenverbruik niet zonder beperkingen worden opgevoerd. De bestaande centrales zijn voor het merendeel ingericht voor het stoken van olie en gas en kunnen slechts met een zeer ingrijpende ombouw geschikt worden gemaakt voor het stoken van kolen.

Enkele eenheden die van oorsprong voor het stoken van kolen zijn ontworpen, zijn opnieuw daarvoor ingericht (Amercentrale, centrale Gelderland), een andere zal mogelijk daarvoor weer uitgerust worden (Maascentrale). Ook zullen nog in 1980 twee nieuwe koleneenheden elk met een vermogen van ca. 600 MW in bedrijf komen (Amercentrale, centrale Gelderland).

Een verdere toename van het kolenverbruik bij de elektriciteitsproductie is gebonden aan de behoefte aan nieuw op te stellen productievermogen. Deze behoefte ontstaat enerzijds door de toename van het elektriciteitsverbruik, anderzijds doordat oudere productie-eenheden buiten bedrijf worden gesteld.

Nu is het niet zo dat alle ruimte die hierdoor ontstaat, zonder meer kan worden opgevuld met kolencentrales. Rekening moet worden gehouden met de wenselijkheid van energiebesparende warmte/krachttoepassingen, zowel in de industrie als bij de openbare voorzieningen (stadsverwarming). Verder is het in verband met een optimale bedrijfsvoering voor

de elektriciteitsbedrijven gewenst dat een deel van het produktievermogen bestaat uit relatief kleine eenheden die snel te starten en te stoppen zijn (STEG-eenheden<sup>1</sup>) en gasturbines).

In het hoge scenario van het CPB is uitgegaan van de volgende ontwikkeling van de elektriciteitsproduktie.

	verbruik (TWh)	produktie (TWh)	benodigd vermogen (GWe) (res.factor 1,27)
1985	66,3	69,6	15,5
1990	75,0	78,7	17,5
1995	85,0	89,3	19,9
2000	95,1	99,9	22,2

Dit betreft alleen de openbare elektriciteitsvoorziening. Daarbij is rekening gehouden met een toename van het warmte/krachtvermogen in de industrie van ca. 1 GWe thans tot 4,9 GWe in 2000.

Dit zou de volgende opstelling opleveren voor nieuw op te stellen produktievermogen vanaf 1985:

	benodigd vermogen GWe	nog aanwezig vermogen GWe	vanaf 1985 noodzakelijke uitbreidingen (cumulatief) GWe
1985	15,5	15,7	-
1990	17,5	13,2	4,0
1995	19,9	10,2	9,7
2000	22,2	5,0	17,2

Een deel van de ruimte voor deze uitbreidingen zal nodig zijn voor stadsverwarmingseenheden, voor piek- en reserve-eenheden en goed regelbaar vermogen. Aangenomen dat ca. 15% van het opgesteld vermogen uit dit soort eenheden moet bestaan, dan zou tot 2000 ca. 2,8 GW van deze categorie moeten worden opgesteld.

---

1) STEG = stoom- en gasturbine, d.i. de 'combined cycle' waarbij de verbrandingsgassen eerst een gasturbine aandrijven en daarna worden gebruikt voor de produktie van stoom ter aandrijving van een stoomturbine.

Voorts moet nog rekening worden gehouden met de opstelling van nieuw vermogen waarin hoogovengas kan worden gestookt. Een deel van het thans met hoogovengas gestookte vermogen zal nl. na 1985 uit bedrijf worden genomen en verder wordt nog enige stijging van het aanbod van hoogovengas verwacht. In het Elektriciteitsplan 1984/85 wordt voor 1987/88 reeds een eenheid van 460 MW genoemd die met hoogovengas moet worden gestookt.

Zou alle resterende uitbreiding uit kolen gestookte eenheden bestaan, dan zou het uitbreidingschema voor het produktievermogen er als volgt uitzien:

	kolengestookt vermogen	hoogoven- gas/olie	overig vermogen
1985-1990	2400 MW	460 MW	1250 MW
1990-1995	4800 MW		900 MW
1995-2000	6600 MW		700 MW

Hiermee ligt dan ook de brandstoffeninzet voor de elektriciteitsproduktie in de komende twintig jaren grotendeels vast.

De bestaande olie/gascentrales zullen voor een belangrijk deel aangewezen zijn op het gebruik van stookolie. De hoeveelheid aardgas die voor deze eenheden nog beschikbaar is, is nl. beperkt. Deze hoeveelheid zal volgens het Brandstoffeninzetplan voor Centrales (BIPC) worden gespreid over de nog resterende levensduur van deze eenheden en zal daarbij zo worden ingezet dat hoge concentraties van zwaveldioxyde zoveel mogelijk worden voorkomen. Gemiddeld kunnen de olie/gaseenheden over de hele verdere levensduur olie en gas stoken in de verhouding 3:1.

Volgens het BIPC is er ook nog een zekere hoeveelheid aardgas beschikbaar voor hoogwaardige toepassingen bij de elektriciteitsproduktie, nl. voor stadsverwarmingseenheden en STEG-eenheden.

Uitgaande van een maximale inzet van kolen, van een inzet van aardgas overeenkomstig het BIPC in de bestaande olie/gaseenheden en daarnaast ook in het 'overig vermogen', wordt de totale brandstoffeninzet voor de elektriciteitsproduktie dan als volgt:



	aardgas		hoogovengas		olie		kolen		kern- energie
	TWh	109 m <sup>3</sup>	TWh	109 m <sup>3</sup>	TWh	10 <sup>6</sup> ton	TWh	10 <sup>6</sup> ton	TWh
1980	17,6	5,3	1,4	4,0	28,4	6,5	6,4	2,3	3,2
1985	20,0	6,0	1,7	4,9	34,3	7,8	10,8	3,9	2,8
1990	20,9	6,1	1,9	5,4	31,2	7,1	21,9	7,9	2,8
1995	17,5	5,0	2,3	6,6	19,1	4,4	47,8	17,2	2,6
2000	12,2	3,3	2,3	6,6	-	-	85,4	30,7	-

Idem in procenten:

	aardgas	hoogovengas	olie	kolen	kernenergie
1980	31	2	50	11	6
1985	29	2	49	16	4
1990	27	2	39	28	4
1995	20	3	21	53	3
2000	12	2	0	86	0

Het kolenverbruik voor de elektriciteitsproduktie zou dan ruim 30 miljoen ton zijn in het jaar 2000.

De variant van elektriciteit uit kolen en uranium

---

Om in 2000 niet meer dan 20 miljoen ton kolen te stoken, zou een met kolen gestookt vermogen van ca. 10.000 MW aanwezig moeten zijn, d.w.z. 17 eenheden van 600 MW elk. Eén kolencentrale van 600 MW met rookgasontzwaveling gebruikt bij een bedrijfstijd van 5700 uur en een rendement van 38% nl. 1,23 miljoen ton kolen per jaar. In 2000 zijn nog twee kolencentrales van ca. 600 MW aanwezig die voor 1985 in bedrijf komen. Er zouden dan in de periode van 1985 tot 2000 15 koleneenheden van 600 MW nieuw moeten worden gebouwd. Voorts dient er dan nog ca. 5000 MW vermogen nieuw te worden opgesteld waarvan de brandstof nog moet worden ingevuld.

Gezien het beleid geen olie- en gasgestookte centrales op te stellen anders dan het reeds genoemde 'overig vermogen', zou dit kernenergie moeten zijn.

Het totale uitbreidingsschema voor het produktievermogen zou er dan als volgt uitzien:

	kolengestookt vermogen	hoogoven- gas/olie	overig vermogen	kern- energie
1985-1990	2400 MW	460 MW	1250 MW	
1990-1995	3000 MW		900 MW	1800 MW
1995-2000	3600 MW		700 MW	3000 MW

Ook daarbij ligt de brandstoffeninzet grotendeels vast.

Deze wordt dan:

	aardgas		hoogovengas		olie		kolen		kern- energie
	TWh	109 m <sup>3</sup>	TWh	109 m <sup>3</sup>	TWh	106 ton	TWh	106 ton	TWh
1980	17,6	5,3	1,4	4,0	28,4	6,5	6,4	2,3	3,2
1985	20,0	6,0	1,7	4,9	34,3	7,8	10,8	3,9	2,8
1990	20,9	6,1	1,9	5,4	31,2	7,1	21,9	7,9	2,8
1995	17,5	5,0	2,3	6,6	19,1	4,4	37,6	13,5	12,8
2000	12,2	3,3	2,3	6,6	-	-	58,0	20,8	27,4

Idem in procenten:

	aardgas	hoogovengas	olie	kolen	kernenergie
1980	31	2	50	11	6
1985	29	2	49	16	4
1990	27	2	39	28	4
1995	20	3	21	42	14
2000	12	2	0	58	28

Als het scenario anders wordt

Het lage scenario  
-----

Bij de voorgaande beschouwingen is uitgegaan van de hoge variant van de twee door het CPB ten behoeve van de Nota Energiebeleid ontwikkelde scenario's.

Eenzelfde beschouwing is te geven voor de lage variant (economische groei 2%). Bij deze lage variant behoort ook een lagere groei van het elektriciteitsgebruik, zodat de ruimte voor nieuw op te stellen produktievermogen daarbij kleiner is.

De elektriciteitsbedrijven zouden in het jaar 2000 dan 82,3 TWh moeten produceren in plaats van 99,9 TWh. Het benodigd vermogen zou 18,3 GW zijn in plaats van 22,2 GW, zodat tussen 1985 en 2000 een nieuw produktievermogen van 13,3 GW zou moeten worden opgesteld. Hierbij zal ook de hoeveelheid 'overig vermogen' wat kleiner kunnen zijn. Nemen we aan dat dat in 2000 eveneens 15% van het opgesteld vermogen moet bedragen, dan is tussen 1985 en 2000 een hoeveelheid nieuw vermogen op te stellen van 2300 MW aan stadsverwarming, STEG-eenheden en gasturbinen en van 460 MW in voor hoogovengas geschikt vermogen. Er rest dan 10,5 GW aan nieuw te installeren vermogen in kolen- en kerncentrales. Indien tussen 1985 en 2000 15 koleneenheden van 600 MW worden gebouwd, zoals bij het hoge scenario was aangenomen, zal ook in dit geval in het jaar 2000 een hoeveelheid kolen van 20 miljoen ton worden gebruikt voor de elektriciteitsproduktie. Daarnaast zou dan ca. 1500 MW vermogen in kernenergiecentrales moeten worden geïnstalleerd.

Dit zou kunnen leiden tot het volgende uitbreidingschema:

	kolen MW	hoogoven- gas/olie MW	overig vermogen MW	kern- energie MW
1985-1990	1200	460	1000	
1990-1995	3000	-	700	600
1995-2000	4800	-	600	1200

De brandstoffeninzet voor de elektriciteitsproduktie zou dan worden:

	aardgas		hoogovengas		olie		kolen		kern- energie
	TWh	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	TWh	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	TWh	10 <sup>6</sup> ton	TWh	10 <sup>6</sup> ton	TWh
1980	17,6	5,3	1,4	4,0	28,4	6,5	6,4	2,3	3,2
1985	20,0	6,0	1,7	4,9	30,7	7,0	10,8	3,9	2,8
1990	20,2	6,0	1,9	5,4	31,5	7,2	15,1	5,4	2,8
1995	16,3	4,7	2,3	6,6	14,8	3,4	37,6	13,5	6,0
2000	10,6	2,9	2,3	6,6	1,0	0,2	58,1	20,9	10,3

Idem in procenten:

	aardgas	hoogovengas	olie	kolen	kernenergie
1980	31	2	50	11	6
1985	30	3	47	16	4
1990	28	3	44	21	4
1995	21	3	19	49	8
2000	13	3	1	71	12

#### Gecombineerde warmte/krachtproductie in de industrie

Gezien de energiebesparing die hiermee kan worden bereikt, wordt gecombineerde productie van warmte en kracht in de industrie wenselijk geacht. De verwachting is dan ook dat de toepassing hiervan in de komende decennia sterk zal toenemen.

In beide besproken scenario's is reeds met een aanmerkelijke stijging van het in de industrie opgestelde elektrisch vermogen en van de elektriciteitsproductie in de industrie als gevolg van deze ontwikkeling rekening gehouden.

Momenteel bedraagt het opgesteld vermogen voor gecombineerde warmte/krachtproductie in de industrie ca. 1300 MW.

Verondersteld is dat dit zal toenemen tot ca. 4900 MW (hoge scenario) resp. ca. 3100 MW (lage scenario) in het jaar 2000.

Door de Vereniging Krachtwerktuigen is onlangs geïnventariseerd hoeveel vermogen maximaal in de industrie zou kunnen worden opgesteld bij de huidige vraag naar warmte. Hierbij kwam men tot vermogens die liggen tussen ca. 1000 MW en ca. 5000 MW, afhankelijk van de gekozen produktiewijze. Een waarde van ca. 1000 MW geldt wanneer wordt uitgegaan van tegendrukstoomturbine-installaties; een waarde van ca. 5000 MW bij toepassing van STEG-eenheden die niet worden bijgestookt. In het jaar 2000 zal de warmtebehoefte van de industrie in het lage, resp. hoge scenario 1,5, resp. 2 maal zo groot zijn als thans. Het warmte/krachtvermogen zou dan ook 1,5 à 2 maal zo groot kunnen zijn als door Krachtwerktuigen gevonden, d.w.z. maximaal 7500 à 10.000 MW. Er zijn echter diverse redenen waarom een dergelijke ontwikkeling niet valt aan te nemen.

- Niet overal waar warmte/krachtkoppeling technisch mogelijk is, is het ook economisch aantrekkelijk.
- Indien wel wordt bijgestookt, wat in vele gevallen in de praktijk de voorkeur kan hebben, wordt het elektrisch vermogen kleiner.
- Het is nog niet duidelijk welke produktiemethode in de toekomst de voorkeur zal krijgen, maar het is onwaarschijnlijk dat dit in alle gevallen de (niet-bijgestookte) STEG-installatie zal zijn. Bij dit laatste zullen de economie en brandstoffenvoorziening een rol spelen. Voor gasturbines en niet-bijgestookte STEG-eenheden zal alle brandstof aardgas moeten zijn, dan wel kolengas of - relatief dure - destillaten. Gebruik van tegendrukturbines is mogelijk met dezelfde brandstoffen die voor de warmteproduktie worden gebruikt.

Geconcludeerd kan worden dat ten hoogste ca. 5000 MW elektrisch vermogen meer in de industrie zou kunnen worden opgesteld dan in de scenario's reeds in aanmerking is genomen. Dat dit ook werkelijk zal gebeuren, lijkt echter niet waarschijnlijk. Indien een daarmee overeenkomend vermogen bij de openbare elektriciteitsproduktie minder wordt opgesteld en dat zou geheel met kolen gestookt vermogen betreffen, zou door de elektriciteitsbedrijven ca. 10 miljoen ton kolen minder worden gebruikt in het jaar 2000. Daartegenover staat dan echter een groter brandstofverbruik bij de industrie.

Een hoeveelheid gasgestookt warmte/krachtvermogen van 5000 MW in niet-bijgestookte STEG-eenheden zou ten opzichte van eenzelfde warmteproduktie uit aardgas leiden tot een extra gasverbruik van ca. 5 miljard m<sup>3</sup> per jaar. Aangezien het zeker niet de bedoeling is dat deze warmteproduktie geheel met aardgas zal geschieden, zou het feitelijke extra aardgasverbruik nog groter zijn. Het voordeel van energiebesparing zou in dat geval strijdig zijn met de gewenste brandstoffendiversificatie.

Wordt in beide gevallen uitgegaan van kolengas, dan zou voor de gecombineerde warmte/krachtproduktie ruim 8 miljoen ton kolen meer nodig zijn dan alleen voor de warmteproduktie uit kolengas. Deze optie wordt daarmee gebonden aan de ontwikkeling van de kolenvergassing.

Versterkte energiebesparing en wijziging van het industriële productiepakket

---

In 1979 en in het begin van dit jaar heeft zich een sterkere stijging van de energieprijzen, vooral die van olie, voorgedaan dan aan de CPB-scenario's ten grondslag ligt. Deze prijsstijging zal een beperkende invloed hebben op het energieverbruik door:

- geringere economische groei;
- verschuiving naar een minder energie-intensieve produktiestructuur;
- nog grotere inspanning tot energiebesparing.

Ten behoeve van de Nota Energiebeleid is een partiële analyse gemaakt van de additionele energiebesparingseffecten, uitgaande van de volgende veronderstellingen:

1977-1980 15% reële stijging van de prijs van ruwe olie;

vanaf 1980 2% reële stijging van de prijs van ruwe olie per jaar.

Het effect hiervan op de te verwachten economische groei is daarbij niet geanalyseerd.

De prijsstijging van de ruwe olie is inmiddels sinds 1977 aanmerkelijk groter dan de hier veronderstelde 15% reële stijging, hetgeen direct zijn weerslag heeft op de westerse economieën.

Evenals na 1973 kan ook bij deze sterke prijsstijging pas over een aantal jaren worden beoordeeld wat daarvan reëel overblijft. Het geven van een oordeel over het uiteindelijk effect op de economische groei tot het jaar 2000 valt buiten het bestek van dit verhaal. De prijsstijgingen maken realisering van het lage scenario waarschijnlijker dan van het hoge scenario.

De partiële analyse leidde tot de volgende conclusies:

- extra besparing op energiegebruik voor verwarming: 4% in 1985; 5% in 2000;
- extra besparing in de industrie: 3% in 1985, 4,5% in 1990 en 8% in 2000;
- vermindering van de vraag naar elektriciteit met 3% in 1985; in 1990 en 2000 een vermindering van de brandstoffeninzet in de elektriciteitsproductie met 12% door vermindering van de vraag en verbetering van het rendement van de produktie.

De uiteindelijk resulterende extra besparing wordt aan olie toegerekend.

Over deze resultaten van die analyse kan het volgende worden opgemerkt:

- de besparing op energiegebruik voor verwarming heeft op de gegeven beschouwingen geen directe invloed;
- de extra besparing in de industrie is niet van die orde dat het potentieel aan warmte/krachtvermogen er wezenlijk door wordt aangetaast. Deels kan deze besparing misschien ook wel worden bereikt door een wat grotere penetratie van warmte/krachtproductie dan bij lagere olieprijsen het geval zou zijn.
- een vermindering van de vraag naar elektriciteit zal tot een kleinere brandstoffeninzet leiden, maar zou ook de behoefte aan nieuw produktievermogen verkleinen.

Indien van de veronderstelde 12% besparing op de brandstoffeninzet in 2000 de helft het gevolg zou zijn van een kleinere behoefte, zou ook ruim 1000 MW minder aan nieuw vermogen hoeven te worden opgesteld.

Een verbetering van het rendement van de elektriciteitsproductie als gevolg van de hogere prijzen lijkt overigens illusoir. Momenteel bedraagt het rendement van de elektriciteitsproductie ruim 38%. De laatste jaren tekent zich nog een lichte verbetering af omdat de oudere produktie-eenheden die nu geleidelijk uit bedrijf genomen worden, een wat lager rendement hebben.

Een verbetering ten opzichte van wat met de huidige moderne installaties kan worden bereikt, lijkt in conventionele centrales met de huidige installaties en daarin toegepaste materialen niet mogelijk, vooral niet wanneer kolen moeten worden gestookt en daarbij bestrijdingsmaatregelen voor milieuverontreiniging zullen worden toegepast.

Andere technieken zoals geïntegreerde kolenvergassingseenheden zullen, zo daar een hoger rendement mee zou kunnen worden bereikt, zeker voor 1990 nog geen substantiële bijdrage tot een lager brandstofverbruik leveren.

Wat het toerekenen van de brandstofbesparing aan olie betreft: een oliebesparing bij de elektriciteitsproductie is bij de gegeven scenario's in het jaar 2000 niet meer mogelijk, omdat de olie dan al geheel door kolen en deels door kernenergie zou zijn verdrongen. In de daarvoor liggende jaren zou alleen op olie kunnen worden bespaard als de hoeveelheid nieuw op te stellen kolenvermogen door de effecten van de prijsverhoging zou worden beïnvloed. Bij extreme stijging van de olieprijs is dat overigens niet ondenkbaar. Een relatief groot prijsverschil tussen kolen en stookolie zou de extra kapitaalslasten van een

vervroegde bouw van met kolen gestookt vermogen nl. grotendeels kunnen compenseren.

### Emissies en afvalprodukten van een 600 MW kolencentrale

#### Brandstofsamenstelling

De samenstelling van kolen varieert sterk naar soort en vindplaats. Naast koolstof, waterstof, zuurstof, stikstof en zwavel bevatten kolen water en een groot aantal verbindingen samengevat onder de naam as.

Deze as bestaat merendeels uit mineralen, waarvan silicium, aluminium, ijzer, calcium, natrium, kalium en magnesium de belangrijkste zijn.

Naast deze componenten bevat steenkool een groot aantal spore-elementen. Deze kunnen globaal worden ingedeeld in drie klassen.

In de eerste klasse, met concentraties groter dan 100 mg/kg, komen onder andere barium, fluor en fosfor voor.

De tweede klasse, 10-100 mg/kg, omvat onder meer arseen, kobalt, mangaan, vanadium, lood en molybdeen.

In de derde klasse, met concentraties kleiner dan 10 mg/kg, komen kwik, selenium, cadmium, uranium en thorium voor.

#### Verbrandingsprodukten

Bij verbranding worden de in steenkool aanwezige koolstof en waterstof omgezet tot kooldioxyde (CO<sub>2</sub>) en water. Dit zijn de belangrijkste verbrandingsprodukten. Daarnaast worden stoffen uitgestoten die als luchtverontreinigend kunnen worden aangemerkt, nl. zwaveloxyden, stikstofoxyden en vlieggas. In veel kleinere hoeveelheden vinden emissies plaats van koolmonoxyde, koolwaterstoffen, fluoriden, chloriden, zware metalen en radioactieve stoffen.

Van de in steenkool aanwezige zwavel wordt ca. 95% geëmitteerd als zwaveldioxyde (SO<sub>2</sub>). Van het restant wordt een deel gebonden aan de vlieggas en de rest uitgestoten als zwaveltrioxyde (SO<sub>3</sub>).



De stikstofoxyden (NO<sub>x</sub>) die in grote vuurhaarden worden gevormd, bestaan voor tenminste 95% uit stikstofmonoxyde (NO); het restant is stikstofdioxyde (NO<sub>2</sub>). De stikstofoxyden zijn gedeeltelijk afkomstig van de in de steenkool gebonden stikstof (brandstof-NO<sub>x</sub>) en gedeeltelijk van de reactie bij hoge temperatuur tussen stikstof en zuurstof uit de verbrandingslucht (thermisch-NO<sub>x</sub>).

Door aanpassingen van het verbrandingsproces (waarmee ervaring is opgedaan bij het stoken van aardgas en olie) kan de NO<sub>x</sub>-uitworp bij het stoken van kolen in moderne grote eenheden worden beperkt tot 300 g/GJ. Deze aanpassingen hebben vooral betrekking op het branderontwerp, maar ook op het ontwerp van de vuurhaard, op de temperatuur van de verbrandingslucht en op de verdeling van de lucht over de branderkast. Zonder deze maatregelen zou de NO<sub>x</sub>-uitworp van met poederkool gestookte ketels tot het tweevoudige oplopen. Indien smeltvuurhaarden zouden worden toegepast, zou de NO<sub>x</sub>-uitworp zelfs driemaal zo groot kunnen zijn.

#### Vliegas

De vliegas die bij de verbranding van poederkool wordt gevormd, bestaat voornamelijk uit deeltjes groter dan 10 µm. Het is zeer moeilijk een grootteverdeling van de deeltjes van vliegas te geven, omdat deze afhangt van o.a. de soort voorbehandeling van de kolen, de overmaat lucht bij de verbranding en het type vuurhaard.

De hoeveelheid vliegas die wordt uitgeworpen, hangt af van de hoeveelheid vliegas die met de rookgassen wordt meegevoerd en het vangstpercentage van de voor de schoorsteen geïnstalleerde vanger.

Bij ketels met een droge as-aftap wordt meer dan 80% van de in de kolen aanwezige as afgevoerd naar de vanger. Deze vanger zal bij moderne eenheden meer dan 99% van de vaste stof uit het rookgas verwijderen. Daardoor hoeft de concentratie van vliegas in het via de schoorsteen afgevoerde rookgas slechts ca. 50 mg/m<sup>3</sup> te bedragen. De moderne efficiënte vliegasvangers vormen dus een zeer belangrijke milieuhygiënische verbetering ten opzichte van het stoken van kolen in het verleden. Toen bedroeg de vliegasconcentratie in het rookgas nl. 1000 mg/m<sup>3</sup> en meer.

De geëmitteerde vliegias bestaat hoofdzakelijk uit silicaten en dankt hieraan haar glasachtig uiterlijk. IJzer kan aanwezig zijn als  $Fe_2O_3$ . Dat geeft de deeltjes een bruinachtig uiterlijk en magnetische eigenschappen.

Tijdens het afkoelingsproces in de ketelininstallatie vindt condensatie plaats van vluchtige verbindingen of elementen. Hierdoor komt een aantal elementen (zoals arsenicum, cadmium, koper, molybdeen, nikkel, lood, antimoon, selenium en tellurium) in sterkere mate voor in de kleinere vliegiasdeeltjes - omdat deze het grootste specifieke oppervlak hebben - en aan het oppervlak van de vliegiasdeeltjes. Omdat juist de vliegiasdeeltjes met een diameter tussen 0,1 en 1  $\mu m$  minder goed door de stofvanger worden gevangen, zal de emissie aan genoemde verbindingen of elementen groter zijn dan men op grond van een analyse van gevangen poederkoolas zou kunnen verwachten.

#### Radioactiviteit

Met kolen gestookte centrales kunnen radioactieve stoffen uitstoten. Het gaat daarbij in de eerste plaats om radon en thoron: dat zijn edelgassen die ontstaan bij het verval van radium 226 of 228. Als gevolg van de radioactiviteit van de vliegias wordt een grotere bevolkingsdosis verwacht, waarbij rekening wordt gehouden met inademing van vliegias en neerslag van vliegias op de grond. Onderzoek leidde tot de conclusie dat de hoeveelheid radioactiviteit die bij de verbranding van poederkool door de schoorsteen wordt geloosd, vergelijkbaar is met die welke door een kerncentrale wordt geloosd. Beide radioactiviteiten zijn evenwel verwaarloosbaar ten opzichte van de natuurlijke achtergrondstraling.

#### Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen worden in het algemeen in het milieu gebracht door verbranding of andere bewerking van fossiele brandstoffen. Zij kunnen deel uitmaken van de brandstof en als zodanig gedeeltelijk geëmitteerd worden. Daarnaast kunnen ze ook tijdens het

verbrandingsproces worden gevormd door synthese uit lagere koolwaterstoffen of ontleding van hoog-moleculaire verbindingen. De mate waarin deze processen een rol spelen, hangt af van de aard van de brandstof, de aard van de installatie en de omstandigheden tijdens de verbranding. Het stoken van steenkool was vroeger een belangrijke bron van polycyclische aromatische koolwaterstoffen. Het betrof dan echter de vroegere kolenkachels voor huisverwarming en roosterketels, waarin de verhouding tussen brandstof en lucht niet goed kon worden ingesteld en waarin plaatselijk een ondermaat aan lucht heerst. Bij een moderne poederkoolinstallatie zijn de temperaturen, verblijftijden en brandstofluchtverhouding zodanig dat de verbranding volledig is en de concentratie van polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de rookgassen niet hoger is dan in de buitenlucht in een stedelijke omgeving. Zo wordt de bijdrage van de kolencentrales aan de totale uitwerp van benzo(a)pyreen in de Verenigde Staten op niet meer dan 1 o/oo geschat.

Om hoeveel uitstoot en bijprodukten gaat het?  
-----

Er kan worden berekend welke hoeveelheden aan CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en vliegas jaarlijks door een moderne met kolen gestookte eenheid worden uitgeworpen en welke hoeveelheden aan bijprodukten daarnaast ontstaan. Een moderne eenheid is dan een eenheid met een netto vermogen van 600 MW, voorzien van een installatie voor rookgasontzwaveling waarmee 80% van het SO<sub>2</sub> uit de rookgassen wordt verwijderd. Als voorbeeld van rookgasontzwaveling is gekozen voor een proces met gips als bijproduct.

Het rendement van een dergelijke eenheid met rookgasontzwaveling zal 38% bedragen bij een bedrijfstijd van 5700 uur (vollast) per jaar. Het kolenverbruik bij vollast is 60 kg/s voor kolen met een stookwaarde van 26,38 MJ/kg. Dit komt neer op een verbruik van 1,23 miljoen ton per jaar.

Het gehalte aan koolstof is gesteld op gemiddeld 66,5% en het zwavelgehalte op 1,5%, zijnde het in Nederland volgens het Besluit Zwavelgehalte Brandstoffen maximum toelaatbare zwavelgehalte van vaste brandstoffen.

Wat de NO<sub>x</sub>-emissie betreft, is uitgegaan van een emissie van 300 g/GJ (berekend als NO<sub>2</sub>).

Voor de berekening van de hoeveelheden vlieggas is aangenomen dat het asgehalte van de kolen 15% bedraagt. Van deze as wordt 10% als bodemas onder uit de ketel afgetapt en van de resterende as wordt in de vanger 99,7% afgevangen.

De jaarlijkse emissies aan CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> (berekend als SO<sub>2</sub>), NO<sub>x</sub> (berekend als NO<sub>2</sub>) en vlieggas zijn:

CO <sub>2</sub>	3.000.000 ton
SO <sub>x</sub>	7.400 ton
NO <sub>x</sub>	9.700 ton
vlieggas	500 ton

De jaarlijkse hoeveelheden van de bijprodukten as en gips bedragen:

as	184.000 ton
gips	82.000 ton

### Milieu-aspecten van het op grote schaal toepassen van steenkool in centrales

#### Emissieprognose

Op basis van de eerder genoemde CPB-scenario's is voor de jaren 1980, 1985, 1990, 1995 en 2000 een berekening gemaakt van de totale uitworp aan CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en vlieggas en de hoeveelheden bijprodukten van de openbare elektriciteitscentrales.

Na 1980 zal het produktiepakket worden uitgebreid met kolencentrales van 600 MW. Hierbij is verondersteld dat al deze eenheden zullen worden voorzien van de hiervoor genoemde rookgasontzwavelingsinstallaties. Tevens is er van uitgegaan dat de huidige twee met kolen gestookte eenheden van 600 MW (in de Amercentrale te Geertruidenberg en in de centrale Gelderland te Nijmegen) in de komende jaren worden voorzien van rookgasontzwaveling voor de helft van het vermogen.

Het zwavelgehalte van de kolen die gestookt worden in eenheden met rookgasontzwaveling is tot het jaar 2000 gesteld op 1,5%. Het zwavelgehalte van de overige kolen is op 1% gesteld. Hierbij kan worden

aangetekend dat in 1979 het zwavelgehalte van de in de openbare centrales verstookte kolen gemiddeld 0,62% bedroeg.

De NO<sub>x</sub>-emissie bij het stoken van kolen in de bestaande en in aanbouw zijnde eenheden wordt op 300 g/GJ geschat. Op basis van de ervaringen bij de huidige eenheden wordt verwacht dat de NO<sub>x</sub>-emissie van de in de periode 1985-1990 te bouwen koleneenheden tot gemiddeld 250 g/GJ kan worden gereduceerd. Voor de na 1990 te bouwen eenheden wordt een verdere verlaging van de NO<sub>x</sub>-uitworp tot gemiddeld 200 g/GJ in rekening gebracht. In deze beschouwingen wordt er van uitgegaan dat de bestrijding van de NO<sub>x</sub>-emissie nu en in de toekomst zal zijn geconcentreerd op verhindering van de NO<sub>x</sub>-vorming in de vuurhaard. De verwijdering van stikstofoxyden uit de rookgassen door katalytische of thermische reactie met ammoniak (NH<sub>3</sub>) bevindt zich nog in het stadium van de proeffabriek. Onder andere op grond van energetische overwegingen lijkt het onwaarschijnlijk dat in de toekomst tot continue toepassing van rookgasdenitrificatie zal worden besloten.

Bij de berekening van emissies bij het stoken van zware stookolie is ervan uitgegaan dat het zwavelgehalte tot 2000 1,5% zal bedragen. Dit is gelijk aan het gemiddelde zwavelgehalte van de in 1979 verstookte olie. In dat jaar was 45,6% van de olie zwavelarm, met een zwavelgehalte van 1,0% of minder. Het volgens het Besluit Zwavelgehalte Brandstoffen toegestane maximale gehalte is met ingang van 1 oktober 1979 2,0%. Een eventuele daling van het gemiddelde zwavelgehalte is afhankelijk van de mate van beschikbaarheid van zwavelarme olie, alsmede van de beslissing in hoeverre de ontzwaveling van olie ter hand wordt genomen.

De NO<sub>x</sub>-emissie bij oliestoken bedraagt gemiddeld 175 g/GJ; de stofuitworp is gemiddeld 20 g/GJ.

Bij het stoken van gas is de NO<sub>x</sub>-emissie gemiddeld 140 g/GJ; de stofuitworp is te verwaarlozen.

Voor de twee scenariovarianten is de emissie aan CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en vliegias:

Emissies bij het hoge CPB-scenario zonder kernenergie (in duizend ton per jaar)

	CO2	SOx	NOx	vliegass
1980	36.000	240	90	12,5
1985	46.000	310	115	14,5
1990	54.000	280	135	12,5
1995	66.000	250	160	10,5
2000	83.000	200	190	12,5

Emissies bij het hoge CPB-scenario met kernenergie (in duizend ton per jaar)

	CO2	SOx	NOx	vliegass
1980	36.000	240	90	12,5
1985	46.000	310	115	14,5
1990	54.000	280	135	12,5
1995	57.000	230	140	9,5
2000	59.000	140	140	8,5

De hoeveelheden bijprodukten as en gips bedragen in duizend ton per jaar:

	zonder kernenergie		met kernenergie	
	as	gips	as	gips
1980	340		340	
1985	570		570	
1990	1.200	450	1.200	450
1995	2.600	1.000	2.000	850
2000	4.600	2.000	3.100	1.350

Wat zijn de gevolgen voor het milieu?

Verspreiding van luchtverontreiniging.

Bij de huidige moderne eenheden van 600 MW worden de gasvormige componenten en de vliegass te zamen met de andere rookgascomponenten in de atmosfeer gebracht door schoorstenen met hoogten van 150 m en meer.

Afhankelijk van de meteorologische omstandigheden zullen de rookgassen door de grote warmte-inhoud nog enige honderden meters stijgen, waarbij tegelijkertijd horizontaal transport plaatsvindt. Hierdoor zal verspreiding over een groot gebied optreden. Daarbij worden de rookgassen door menging met de atmosfeer verdund en treedt een aanzienlijke verlaging van de concentraties aan luchtverontreinigende componenten op.

Zo zal bij een met kolen gestookte eenheid van 600 MW zonder rookgasontzwaveling met een schoorsteenhoogte van 150 m de maximale jaargemiddelde SO<sub>2</sub>-concentratie op ca. 4 km van de centrale naar schatting 5 µg/m<sup>3</sup> bedragen bij een jaarlijkse SO<sub>2</sub>-emissie van 37.000 ton. Wordt voor 80% rookgasontzwaveling toegepast, dan zal de maximale jaargemiddelde SO<sub>2</sub>-concentratie afnemen tot ca. 1 µg/m<sup>3</sup>.

Ofschoon de jaargemiddelde concentraties laag zijn, treden plaatselijk gemiddeld over kortere perioden hogere concentraties op. In het gegeven voorbeeld van een met kolen gestookte eenheid van 600 MW zal de maximale uurgemiddelde SO<sub>2</sub>-concentratie op een onder de rookpluim gelegen plaats 40-60 µg/m<sup>3</sup>, resp. 200-300 µg/m<sup>3</sup> bedragen bij het al dan niet toepassen van rookgasontzwaveling. Op een vast punt in de directe omgeving van de centrale zullen deze concentraties maximaal gedurende 5% van de tijd optreden.

Op basis van de verdeling van het totale opgestelde vermogen over de vestigingsplaatsen kan worden berekend dat bij een jaarlijkse SO<sub>2</sub>-emissie van ca. 300.000 ton (zoals deze zal optreden in de jaren 1985 en 1990) de maximale jaargemiddelde SO<sub>2</sub>-concentratie in de omgeving van een centrale 5-15 µg/m<sup>3</sup> kan bedragen. Deze waarde hangt af van het op de vestigingsplaats opgestelde vermogen en de samenstelling van de aldaar gebruikte steenkool. De gemiddelde concentratie van SO<sub>2</sub> in Nederland kan met 5-10 µg/m<sup>3</sup> (jaargemiddelde) toenemen.

Voor NO<sub>x</sub> kunnen soortgelijke berekeningen als voor SO<sub>2</sub> worden gemaakt, hetgeen bij een met kolen gestookte eenheid van 600 MW resulteert in een maximale jaargemiddelde NO<sub>x</sub>-concentratie van 1-2 µg/m<sup>3</sup> en een maximale uurgemiddelde NO<sub>x</sub>-concentratie van 50-80 µg/m<sup>3</sup>.

Bij een jaarlijkse NO<sub>x</sub>-emissie van 150.000-200.000 ton ten gevolge van de elektriciteitsproduktie zal de gemiddelde NO<sub>x</sub>-concentratie in Nederland met 3-7 µg/m<sup>3</sup> toenemen.

Chemische reacties in de atmosfeer.

Bij de verspreidingsberekeningen wordt verondersteld dat uit de pluim geen verontreiniging verdwijnt ten gevolge van chemische processen en dat geen absorptie van verontreiniging aan het aardoppervlak plaatsvindt. In werkelijkheid wordt een deel van het uitgeworpen SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> door katalytische en fotochemische processen omgezet tot volgprodukten als sulfaten, zwavelzuur, nitraten en salpeterzuur. Tevens zal een deel van het SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> en van de daaruit ontstane volgprodukten door droge en natte neerslag uit de atmosfeer worden verwijderd.

Recente buitenlandse onderzoeken hebben aangetoond dat de omzetting van SO<sub>2</sub> in rookpluimen van met kolen en olie gestookte centrales 0,5-2% per uur bedraagt; incidenteel zijn omzettingpercentages hoger dan 5% per uur gemeten. De volgprodukten zijn doorgaans aanwezig in de vorm van ammonium-sulfaten.

De bij centrales geëmitteerde stikstofoxyden bestaan voor tenminste 95% uit stikstofmonoxyde (NO). In het begin van de pluim kan een deel hiervan door reactie met zuurstof uit de omgevingslucht worden geoxydeerd tot stikstofdioxyde (NO<sub>2</sub>). Uit modelberekeningen is gebleken dat bij de in de Nederlandse centrales optredende NO-concentraties deze vorm van NO-oxydatie in het algemeen niet meer dan 5% kan bedragen. Bij menging van de rookpluim met de omgevingslucht wordt een deel van het NO geoxydeerd door het in de atmosfeer aanwezige ozon (O<sub>3</sub>). De mate van omzetting van NO als gevolg van oxydatie door ozon is afhankelijk van de O<sub>3</sub>-concentratie en van de verspreiding van de rookpluim. Metingen in rookpluimen van Nederlandse en buitenlandse centrales hebben aangetoond dat in het algemeen tot op afstanden van 10 km minder dan 50% van het aanwezige NO wordt geoxydeerd tot NO<sub>2</sub>.

Bij ozonconcentraties groter dan 50 ppb<sup>1)</sup> kan in combinatie met bepaalde meteorologische omstandigheden incidenteel een grotere oxydatiegraad optreden. Normaal gesproken zal in rookpluimen van centrales geen vorming van ozon optreden. Alleen wanneer een centrale gelegen is in een gebied waarin grote hoeveelheden koolwaterstoffen

---

1) ppb = parts per billion = 1 deeltje op 1 miljard.  
ppm = parts per million = 1 deeltje op 1 miljoen.



worden geëmitteerd, zal onder bepaalde omstandigheden een netto produktie van ozon plaatsvinden. De noodzakelijke voorwaarden daarbij zijn:

- de meteorologische omstandigheden, zoals windrichting, windsnelheid en stabiliteit van de atmosfeer, moeten de menging van rookgassen op grote hoogte met koolwaterstoffen uit overwegend lage bronnen mogelijk maken;
- luchttemperatuur en vochtigheid en de intensiteit van het zonlicht moeten zodanig zijn dat fotochemische reacties kunnen plaatsvinden.

Deze combinatie van omstandigheden is zo bijzonder dat deze slechts zelden zal optreden. De netto-vorming van ozon wordt dan ook meer aangetroffen in de pluimen van grote stedelijke of industriële gebieden dan in de pluimen van centrales.

#### Klimaatverandering.

Kooldioxyde is een natuurlijk bestanddeel van de atmosfeer. Het gehalte aan CO<sub>2</sub> is in deze eeuw regelmatig toegenomen, van ca. 290 ppm in 1900 tot ca. 330 ppm op dit moment. Een belangrijk deel van deze stijging wordt toegeschreven aan het toenemend verbruik van fossiele brandstoffen. Er zijn aanwijzingen dat de verhoging van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de toekomst een aanzienlijke verandering in het klimaat zou kunnen veroorzaken. Op grond van modelberekeningen wordt bij een toenemend brandstofverbruik een zodanige toeneming van de CO<sub>2</sub>-concentratie verwacht dat in het jaar 2000 de gemiddelde temperatuur op aarde met 0,5 tot 1°C zou kunnen zijn toegenomen en in het jaar 2050 met zelfs 3°C.

In het verre verleden resulteerde een stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde in klimaatsveranderingen op de continenten. Of dergelijke veranderingen in de toekomst eveneens zullen optreden, staat echter niet vast. Een factor die naast CO<sub>2</sub> als zeer belangrijk wordt beschouwd, is het in de atmosfeer aanwezige stof. Afhankelijk van de verspreiding hiervan zou stof zowel een daling als een stijging van de temperatuur kunnen veroorzaken. Sinds 1950 treedt ondanks een stijging van de CO<sub>2</sub>-concentratie een daling van de gemiddelde temperatuur op.

#### Bijprodukten.

Een 600 MW centrale zal per jaar ca. 1,2 miljoen ton kolen verstoffen en ca. 180.000 ton as produceren. Wordt alle as opgeslagen in de

nabijheid van de centrale, dan is daarvoor per jaar 1-2 ha terrein nodig, aangenomen dat de as met een laagdikte van gemiddeld 10 m wordt opgeslagen.

As bevat een groot aantal elementen; weliswaar in geringe concentraties, maar zij kunnen toch potentieel gevaarlijk zijn voor het milieu. Wordt vlieggas opgeslagen, dan zullen macrobestanddelen als calcium-, magnesium-, natrium- en kaliumverbindingen en zware metalen en elementen als arsenicum en selenium kunnen oplossen in het water waarmee de vlieggas tijdens transport en opslag in contact komt. Dit wordt mede bevorderd door het grote contactoppervlak van de poederkoolas.

De hoge concentraties aan calcium, magnesium, natrium en kalium geven de oplossingen van vlieggasbestanddelen een hoge pH. Onder deze omstandigheden vormen de meeste spore-elementen onoplosbare componenten, die te zamen met de vaste deeltjes in de suspensie de neiging hebben de poriën van de onderliggende grond te vullen en af te sluiten. Daardoor zal de bewegingssnelheid van opgeloste, c.q. oplosbare bestanddelen vanuit asputten met de tijd afnemen. Deze afnemning zal groter zijn naarmate de grondsoort fijner getextureerd is.

Onderzoek inzake het transport van opgeloste spore-elementen vanuit asputten door de bodem toont aan dat de meeste bestanddelen in de grond worden vastgehouden. Dit vermindert de verontreiniging van het grondwater, maar voorkomt niet de eventuele opname van deze elementen in vegetatie. De wortels daarvan moeten dan in contact komen met de natte zone en de elementen moeten daarin in aanwezig zijn in een voor planten opneembare vorm.

Gelet op de potentiële schadelijkheid en de omvang van de afvalstromen is het van belang het contact van vlieggas met water zoveel mogelijk te beperken en een zo groot mogelijk deel van de vlieggas te verwerken. Toepassingen waarbij de afgifte van toxische stoffen naar de omgeving aanzienlijk kan worden beperkt, zijn verwerking in beton, bitumen of keramisch materiaal. Eventueel zou hieraan sinteren of granuleren vooraf moeten gaan.

De toepassing van kolenas in wegenbouw, in bouwmaterialen en cement lijkt een noodzakelijke voorwaarde voor een uit milieuhygiënische overwegingen aanvaardbare inzet van kolen bij de elektriciteitsopwekking.

Ook de hoeveelheden afval die kunnen ontstaan bij de toepassing van rookgasontzwaveling zijn van dien aard dat zowel bij een oppervlakteberging als bij een nuttig gebruik problemen kunnen optreden. Wij hebben gezien dat in 1990 een hoeveelheid van 450.000 ton gips kan worden verwacht. Vergelijken wij die hoeveelheid met de Nederlandse invoer van gips, welke in het jaar 1976 490.000 ton bedroeg, dan zien we dat er mogelijkheden zijn voor afzet op de Nederlandse markt. Dit zal echter gepaard gaan met verstoringen en bovendien moet een snelle verzuiging worden verwacht.

In Japan is het probleem van de verzuiging van de markt reeds duidelijk voelbaar. In 1980 verwacht men een overschot van 11,3 miljoen ton gips, afkomstig van rookgasontzwaveling en van de kunstmestindustrie. Deze verzuiging van de markt wordt onder meer aangevoerd als reden voor het niet verder bouwen van rookgasontzwavelingsinstallaties achter nieuwe met olie gestookte centrales. De verwachting is dat Japan in 1980 ook een zwaveloverschot zal hebben. Dit moet dan voornamelijk worden teruggevoerd op de olieontzwaveling door de raffinaderijen.

Het verdient daarom aanbeveling bij de keuze van een rookgasontzwavelingsproces de toepassingsmogelijkheid van het produkt te verkennen. Gelet op de produktie van zwavelzuur in Nederland van ca. 1,5 miljoen ton per jaar en een invoer in Nederland van ca. 400.000 ton zwavel, zijn hier potentiële mogelijkheden aanwezig. Alternatieve mogelijkheden zijn ammoniumsulfaat voor de landbouw en natriumsulfaat voor de papierindustrie.

#### Ontwikkeling kolenvergassing en wervelbedverbranding

De ontwikkeling van kolenvergassing en van wervelbedverbranding is vooral van belang voor de ontwikkeling van het kolenverbruik buiten de openbare elektriciteitsproduktie.

Weliswaar kunnen beide opties ook van belang zijn voor de elektriciteitsopwekking (voor de wervelbedverbranding valt te denken aan kleinere stadsverwarmingseenheden), maar het gebruik van kolen voor de elektriciteitsopwekking is niet aan deze ontwikkelingen gebonden.

Dat is wel het geval bij de industrie. Directe ondervuring met kolen

zal daar met de huidige techniek slechts in een enkel geval op een aanvaardbare wijze mogelijk zijn. Er zijn verwachtingen dat directe ondervuring met wervelbedverbranding wel aanvaardbaar zou kunnen zijn. In deel 2 van de Nota Energiebeleid wordt een mogelijke ontwikkeling van wervelbedverbranding voorzien die leidt tot een verbruik in de industrie van 5 miljoen ton steenkool in 2000.

De ontwikkeling van kolenvergassing zou de inzet van kolen op een nog veel breder terrein mogelijk maken. Kolengas kan worden gebruikt voor ondervuring in kleinere industriële installaties en kan daar ook worden gebruikt als brandstof voor warmte/krachtinstallaties. Verder kan kolengas worden gebruikt als grondstof voor de chemische industrie. Naast de rechtstreekse toepassing van kolengas kan kolengas ook worden gemengd met hoog-calorisch aardgas uit de Noordzee of Algerije, waardoor dat op de calorische waarde van het Groningse aardgas wordt gebracht. Door kolengas toe te voegen aan het openbare net kan indirect gebruik worden gemaakt van kolen voor alle toepassingen waar nu aardgas voor gebruikt wordt. Geleidelijke introductie van kolengas heeft daarbij nog het voordeel dat de kwaliteit van het Groningse gas gedurende langere tijd kan worden gehandhaafd.

In deel 2 van de Nota Energiebeleid wordt als potentiële ontwikkeling van het kolenverbruik voor vergassing 7 miljoen ton in het jaar 2000 vermeld.

#### Milieu-aspecten van kolenvergassing

De gedachten over toepassing van kolenvergassing bij de elektriciteitsproductie gaan momenteel vooral uit naar geïntegreerde installaties van kolenvergassing en elektriciteitsopwekking.

Van de beschikbare processen van kolenvergassing lijkt het 'entrained-bed' proces voor Nederland de meeste voordelen te hebben. Dit proces is het minst gevoelig voor verschillen in samenstelling van de kolen. De kolen behoeven niet constant van dezelfde soort en kwaliteit te zijn, wat in verband met de afhankelijkheid van import van belang is.

Hier zal worden ingegaan op de verschillen qua emissies en bijproducten tussen een met kolen gestookte eenheid met rookgasontzwaveling van

600 MW en een kolenvergassingsproces met gekoppelde elektriciteitsopwekking, eveneens van 600 MW.

Voor de kolenvergassing is gekozen voor een 'entrained-bed'proces van vergassing met zuurstof. Het ruwe produktgas wordt voor 95% ontzwaveld. Het gas uit de ontzwavelingsinstallatie wordt naar een zwavelfabriek geleid, waar het wordt omgezet in elementaire zwavel. Het gereinigde produktgas bevat dan hoofdzakelijk waterstof (29%) en koolmonoxyde (68%).

Dit gas wordt verstoekt in een STEG-installatie. Het rendement van deze installatie is sterk afhankelijk van de inlaattemperatuur van de gasturbine. De huidige generatie gasturbines heeft een inlaattemperatuur voor de verbrandingsgassen van 800-1000°C. Verwacht wordt dat in de jaren 1990-1995, wanneer de toepassing van vergassing op commerciële schaal mogelijk is, de inlaattemperatuur 1200°C kan bedragen. In dat geval is, evenals voor de met kolen gestookte eenheid, een rendement van 38% voor de gehele installatie mogelijk.

Om een goede vergelijking tussen beide methoden van energie-opwekking mogelijk te maken, is bij de kolenvergassingseenheid dezelfde soort kolen toegepast als eerder beschreven bij de kolencentrale. Het aantal bedrijfsuren bedraagt eveneens 5700 (vullast). Bij de verbranding van laag- of midden-calorisch gas (de stookwaarde van het produktgas bedraagt 12 MJ/m<sup>3</sup>) zou men in eerste instantie een relatief geringe NO<sub>x</sub>-emissie verwachten. Deze verwachting is echter voorbarig. Zo ontstaat bij de vergassing met zuurstof een verbrandingsgas met een adiabatische vlamtemperatuur ongeveer gelijk aan die van aardgas of zelfs hoger. De ontwikkeling naar hogere temperaturen in de verbrandingskamer is ook van grote betekenis voor het rendement. Hoe hoger echter de temperatuur, hoe groter de uitworp van NO<sub>x</sub>.

Gezien de verschillende opties van brandstoffen en de ontwikkeling van gasturbines wordt uitgegaan van een NO<sub>x</sub>-emissie van 75-150 g/GJ. Overigens moet het verbrandingsgas zodanig gereinigd zijn van anorganisch materiaal dat overmatige aantasting van de turbinebladen door corrosie wordt voorkomen.

De emissies van SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en stof en de hoeveelheden bijprodukten zijn vermeld in onderstaande tabel. In deze tabel is tevens de vergelijking zichtbaar met het conventioneel stoken van kolen gecombineerd met rookgasontzwaveling.

	kolenvergassing	kolen stoken met rookgasontzwaveling
emissie	ton per jaar	
- SOx	2.400	7.400
- NOx	2.000 - 4.000	9.700
- vliegias	< 50	500
bijprodukten		
- as	184.000	184.000
- gips		82.000
- zwavel	17.000	

Kolenvergassing geeft vergeleken met het conventioneel stoken van kolen een belangrijke reductie in de uitworp van zwavel- en stikstofoxyden. Bij het kolenvergassingsproces wordt de as grotendeels vloeibaar afgetapt. Na afschrikken in water zal de slak een glasachtige structuur verkrijgen. Daardoor zal - naar verwachting - de uitloogbaarheid beperkt zijn.

Een nadeel van kolenvergassing ten opzichte van conventioneel stoken is de lozing van grote hoeveelheden afvalwater.

Door gebrek aan ervaring met de techniek van kolenvergassing zijn de gezondheidsrisico's op de werkplek nog onvoldoende bekend. Naar analogie van de ervaringen bij cokesovens en gasfabrieken moet gedacht worden aan een grotere kans op long- en huidkanker en bronchitis door blootstelling aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen en gereduceerde zwavelverbindingen zoals H<sub>2</sub>S, COS en CS<sub>2</sub>. Voorts zijn er de veiligheidsrisico's verbonden aan het werken met gassen die CO en H<sub>2</sub> bevatten. Bij de ontwikkeling van de vergassingstechnologie verdienen deze veiligheidsaspecten grote zorg.

#### 2000 en verder?

In het voorgaande is besproken dat een kolenverbruik van 30 miljoen ton omstreeks het jaar 2000 valt te verwachten, te weten:

- 20 miljoen ton voor elektriciteitsproductie;
- 5 miljoen ton voor de cokesfabrieken en de hoogovens;
- 5 miljoen ton voor industriële warmte en warmte/krachtproductie, menggas en chemische toepassing.

Ook is besproken wat de effecten zouden zijn van het gebruik van een zo grote hoeveelheid kolen.

Verschillende varianten op het besproken scenario zijn mogelijk. Ook bij een lagere economische groei zou met een kolenverbruik van 30 miljoen ton in 2000 kunnen worden gerekend. Rekening is daarbij reeds gehouden met een belangrijk deel warmte/krachtproductie in de industrie.

Een volledige benutting van de mogelijkheden van gecombineerde warmte/krachtproductie om daarmee een maximale hoeveelheid elektriciteit te produceren, zou de mogelijkheden om kolen te stoken voor de elektriciteitsproductie in het jaar 2000 met ca. 10 miljoen ton verminderen. Een dergelijke ontwikkeling valt echter om diverse redenen niet te verwachten. Zou hiermee desondanks toch worden gerekend, maar dan uitgaande van warmte/krachtproductie op basis van kolengas, dan zou de hoeveelheid kolen die voor vergassing extra nodig is, globaal dezelfde omvang hebben, zodat het totale kolenverbruik dan weinig verandert.

Door een sterke stijging van de olieprijs zal het energieverbruik worden beïnvloed. De economische groei zal kleiner worden en de energiebesparing groter. Het kolenverbruik zou daardoor iets lager kunnen worden. Anderzijds is ook de ontwikkeling van de prijs van steenkolen moeilijk te voorspellen bij de wereldwijd verwachte toename van het kolenverbruik.

Het jaar 2000 ligt niet meer zo ver van ons af. Als kolengas geleidelijk de rol van aardgas zal moeten overnemen en kolen ook de plaats van olie voor de chemie moeten gaan innemen, dan zal na 2000 het kolengebruik voor deze toepassingen aanmerkelijk moeten groeien.

In hoeverre kan dat nog op een ecologisch verantwoorde wijze?

## Overzicht van verschenen Stichtingspublicaties

1. Toekomstbeeld der Techniek; ir. J. Smit, 1968	uitverkocht	15. Technologisch verkennen: doelstellingen en methoden; ir. A. van der Lee, drs.Th.M.A. Bemelmans en dr.ir. W.J. Beek, 1973	f 24,-
2. Techniek en Toekomstbeeld, Telecommunicatie in telescopisch beeld; prof.dr.ir. R.M.M. Oberman, 1968	uitverkocht	16. Mens en milieu: beheerste groei; diverse auteurs, 1973	f 20,-
3. Verkeersmiddelen; prof.ir. J.L.A. Cuperus en anderen, 1968	f 10,-	17. Mens en milieu: zorg voor zuivere lucht; diverse auteurs, 1973	f 20,-
4. Hoe komt een beleidsvisie tot stand? ir. P.H. Bosboom, 1969	f 4,-	18. Mens en milieu: kringloop van materie; diverse auteurs, 1973	f 20,-
5. De overgangprocedure in het verkeer; diverse auteurs, 1969	f 12,-	19. Energy Conservation: Ways and Means; edited by J.A. Over and A.C. Sjoerdsma, 1974	f 34,-
6. De invloed van goedkope elektrische energie op de technische ontwikkeling in Nederland; dr. P.J. van Duin, 1971	f 5,-	20. Voedsel voor allen, plaats en rol van de EEG; prof.dr. J. Tinbergen, prof.dr.ir. J. de Hoogh, dr. J.R. Jensma, prof.dr. J. de Veer, ir. I.B. Warmenhoven, dr.ir. A.W.G. Koppejan, ir.K.K. Vervelde, dr.ir. W.J. Beek, 1976	f 35,-
7. Electrical energy needs and environmental problems, now and in the future; diverse auteurs, 1971	f 12,-	21. Stedelijk verkeer en vervoer langs nieuwe banen? Redactie: ir. J. Overeem, 1976	f 48,-
8. Mens en milieu: prioriteiten en keuze; diverse auteurs, 1971	f 17,-	22. Materialen voor onze Samenleving; Redactie: ir. J.A. Over, 1976	f 46,-
9. Het voeden van Nederland diverse auteurs, 1971	f 12,-	23. De industrie in Nederland: Verkenning van knelpunten en mogelijkheden; Redactie: ir. H.K. Boswijk en ir. R.G.F. de Groot, 1978	f 27,-
10. Barge Carriers: some technical, economic and legal aspects; drs. W. Cordia, mr. G.J.W. de Vries en ir.N.Wijnolst, 1972	f 20,-	24. Toekomstbeeld der Industrie; prof.dr. P. de Wolff, drs. R.F.M. Lubbers, dr.ir. H. Kramers, prof.ir. J. in 't Veld, mr.G.A. Wagner, 1978	f 9,50
11. Transmissiesystemen voor elektrische energie in Nederland; prof.dr. J.J. Went, ir. A. Govers, drs. M.C. Lelie en prof.ir. H. Wiggerts, 1972	f 12,-	25. Arts en gegevensverwerking; redactie: ir. R.G.F. de Groot, 1979	f 25,-
12. Elektriciteit in onze toekomstige energievoorziening: mogelijkheden en consequenties; dr.ir. H.Hoog, ir. P.J. Wemelsfelder, prof.ir. D.G.H. Latzko, dr. D.J. Kroon en prof.ir. J.J. Broeze, 1972	f 15,-	26. Bos en hout voor onze toekomst; redactie: ir. T.K. de Haas, ir. J.H.F. van Apeldoorn, ir. A.C. Sjoerdsma, 1979	f 34,-
13. Communicatiestad 1985: elektronische communicatie met huis en bedrijf; prof.dr.ir. J.L. Bordewijk e.a., ir. D. van den Berg, dr. W. Horn, 1973	f 16,-	27. Steenkool voor onze toekomst Diverse auteurs Eindredactie: ir. A.C. Sjoerdsma, 1980	f 20,-
14. Techniek en preventief gezondheids-onderzoek; dr. M.J. Hartgerink, dr. H.H.W. Hogerzeil, prof.dr.ir. P. Eykhoff, prof.dr. J.C.M. Hattinga Verschure, prof.dr. H.J.J. Leenen, dr. P. Gootjes, prof.dr. A.H. Wiebenga, ir. D.H. Bekkering, 1973	f 18,-	De publicaties kunnen worden besteld door overmaking van het aangegeven bedrag op postgironummer 1609900 van de Stichting te 's-Gravenhage, onder vermelding van het nummer van de gewenste publicatie. Publicaties kunnen ook tegen contante betaling worden afgehaald van het kantoor van de Stichting, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage. In dat geval wordt een korting van f 3,- per publicatie verleend.	



T  
T