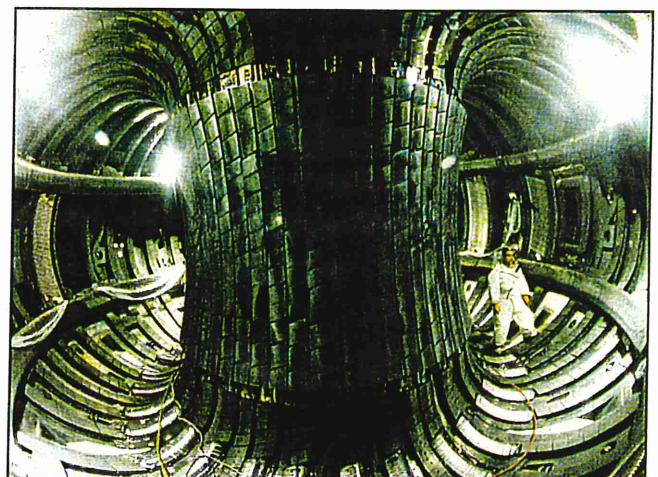
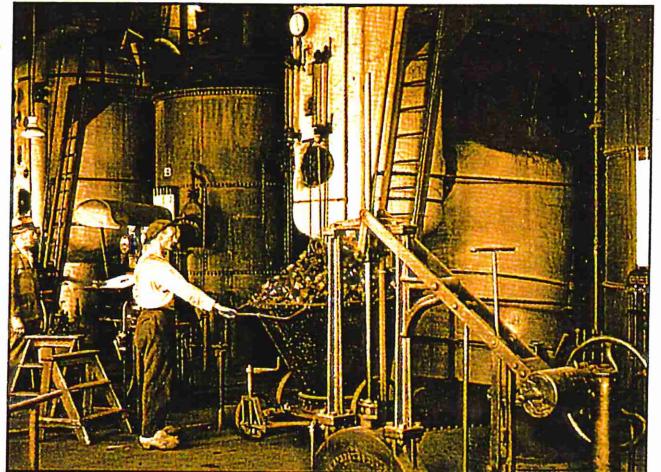
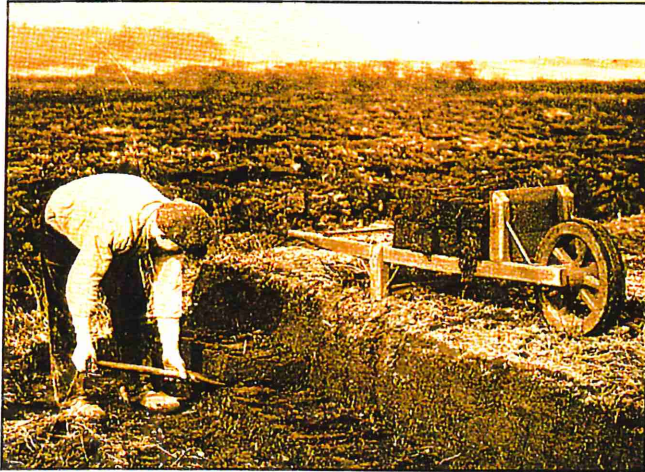


SHELL VENSTER

MAART/APRIL 1995



Nieuwe eeuw, andere energie

Carilon, superkunststof

NAM weegt het milieu

Hoe worden auto's schoon?

Haitink en het Mahler Feest

2060

<by> Piet de Wit

<heading> A new century full of (different) energy

<introduction> The number of the earth's inhabitants is set to double next century and energy consumption will probably be three, possibly even six, times as high as it is now. However, no energy crisis is imminent.

<text> Georges Dupont-Roc, the head of the energy section of Group Planning at Shell in London, is patently one of a group which could be described as technological optimists. He refuses to accept that the steady stream of technological modernisation and improvement which has always been with us - and has actually been gaining pace constantly ever since the industrial revolution - has now suddenly come to a halt. Doom-laden scenarios such as that of Dennis Meadows and the Club of Rome or of Lester Brown's Worldwatch Institute which, time and time again, see the world sinking into a mire of overpopulation, pollution and exhaustion, do not meet with any support from Dupont-Roc. According to him, new technology will shape a future in which, for example, clear alternatives to fossil fuels will come onto the market within a quarter of a century.

During the past six months, the French-born Dupont-Roc has travelled widely in order to give a wide forum of listeners a picture of the long-term view of energy supply held by the Royal/Shell Group's "think tank". He addressed the leaders of organisations and institutions such as the American Ministry of Energy, the World Bank, Daimler-Benz, Boeing, the OECD, the IEA, Lawrence Berkely Laboratory, the European Commission and the European Parliament, to name merely a few. His listeners also included Dutch environmentalist, united under the umbrella of the Sustainable Development Platform. Wherever he went, Dupont-Roc outlined a picture which can be summed up very briefly in the following four observations:

- Mankind's knowledge and skill are increasing unabated. New techniques will quickly bring down the cost of alternative fuels in a situation where the market forces of supply and demand prevail.
- The world's demand for energy will rise sharply next century due to population growth and economic development, especially in the developing countries.
- From around the year 2020, the production costs of alternative, renewable fuels start to approach those of fossil fuels. From around 2050, those alternatives are already more important than oil, gas and coal together.





Dupont-Roc: 'Kennis en kunde nemen onverminderd toe'.

Een nieuwe eeuw vol (andere) energie

Het aantal aardbewoners verdubbelt de volgende eeuw en het energieverbruik wordt zeker drie, mogelijk zelfs zes keer zo hoog als nu. Toch dreigt geen energiecrisis.

Georges Dupont-Roc, hoofd van de sectie energie van Group Planning bij Shell in Londen, hoort overduidelijk tot de menselijke subgroep van de technologie-optimisten. Het wil er bij hem niet in dat de constante stroom van vernieuwing en verbetering van de technologie, die de wereld altijd heeft gekend -en die eigenlijk al vanaf de industriële revolutie in een constante tempoversnelling verkeert- nu plotseling buiten adem zou zijn geraakt.

Zwarte toekomstscenario's, zoals bijvoorbeeld die van Dennis Meadows en de Club van Rome of van Lester Brown's Worldwatch Institute, die de wereld bij herhaling in overbevolking, vervuiling en uitputting weg zien somberen, krijgen van hem geen steun.

Nieuwe technologie, aldus Dupont-Roc, zal een toekomst vormen waarin bijvoorbeeld al over ongeveer een kwart eeuw duidelijke alternatieven op de markt komen voor fossiele brandstoffen.

In het afgelopen half jaar is de van geboorte Fransman Dupont-Roc veelvuldig de wereld overgereisd om voor een breed forum van toehoorders het langetermijntoekomstbeeld volgens de 'denktank' van de Koninklijke/Shell Groep ten aanzien van de energievoorziening te schilderen. Hij stond daarbij tegenover de top van instellingen en instituties -we geven hier slechts een kleine selectie- als het Amerikaanse ministerie van Energie, de Wereld Bank, Daimler-Benz, Boeing, OESO,

IEA, Lawrence Berkely Laboratory, de Europese Commissie en het Europarlement. Ook de milieu-actiegroepen in Nederland, verenigd in het Platform Duurzame Ontwikkeling, hoorden zijn verhaal aan.

Overall schetste Dupont-Roc een beeld dat zich, sterk gecompriëerd, laat samenvatten met de vier volgende constatering:

- De kennis en kunde van de mens nemen onverminderd toe. Nieuwe technieken zullen de prijs van alternatieve brandstoffen snel laten dalen in een situatie van het marktmechanisme van vraag en aanbod.

- De wereldvraag naar energie zal de komende eeuw scherp toenemen door bevolkingsgroei en economische ont-

Vanaf het begin van de industriële revolutie is de technologie-ontwikkeling in snel tempo voortgeschreden.



- As a result of this shift, the year 2030 sees CO₂ emissions too starting to fall so quickly that - partly because the predicted effects of climate change are scientifically debatable - there is no point in placing an additional burden on current energy sources to this end.

Technology in waves

In the scenario study ("The evolution of the world's energy system 1860-2060") and in all of his lectures, Dupont-Roc paints a picture of constant technological modernisation and improvement. New discoveries keep emerging and are commercialised via a classical model of learning curves and learning processes. (See box: "A world full of talent"). He compares the development of mankind's knowledge and ability with waves breaking successively on a shore. The wave breaking on our shore at present is that of current commercial technology.

The next wave, which may still be twenty years away, represents new technology. The latter is already well-known and is currently being developed in various market niches and via learning processes in centres of research and development. However, ideas may still founder during this growth period.

Behind that is a wave of still exploratory science where attempts are being made to investigate new discoveries and ideas.

Finally, probably still fifty years hence, there is a wave of the completely unknown. It is impossible to predict what force that wave will have when it finally reaches the shore. Oil, gas, nuclear energy and water power form the present core of "modern" commercial technology.

Wind turbines and photovoltaic cells are deemed to belong to the "second wave", as are modern biomass and synthetic fuels.

Controlled nuclear fusion and superconductivity at room temperature are at the stage of exploratory research, as are artificial photosynthesis and magma energy (terrestrial heat).

It is entirely probable that new nuclear technology and particle physics will form the "fourth wave", which Georges Dupont-Roc introduces in his scenarios as "the surprise". "Precisely the same surprise as the discovery of radioactivity a hundred years ago".

Growth and lots of growth

The Group Planning energy study presents two long-term visions, "Sustained growth" and "Dematerialisation". They look ahead to the year 2060 and even, for a number of hypotheses, as far ahead as 2100.

In both cases, it is assumed that the world's population expands to around 11 billion in 2100 and that its economic expansion averages 3 per cent p.a. In 2060, that would give an average gross national product of around \$ 17,000 per capita, in real terms four times the current GNP and comparable with the current GNP per inhabitant of the Netherlands in 1994.



wikkeling, met name in de ontwikkelingslanden.

- Vanaf ongeveer 2020 beginnen alternatieve, hernieuwbare brandstoffen in produktiekostprijs die van fossiele brandstoffen te benaderen. Vanaf rond 2050 zijn deze alternatieven met elkaar al belangrijker dan olie, gas en kolen samen.

- Door deze verschuiving daalt vanaf ongeveer 2030 ook de CO₂-emissie zodanig snel dat het -mede gezien het wetenschappelijk discutabel zijn van de voorspelde effecten van klimaatverandering- niet zinvol is om voor dit doel de huidige energiebronnen extra te belasten.

Technologie in golven

In de scenariostudie ('The evolution of the world's energy system 1860-2060') alsmede in al zijn voordrachten schetst Dupont-Roc een beeld van voortdurende technologische vernieuwing en verbetering. Telkens springen nieuwe vindingen tot leven die langs een klassiek model van leercurves en leerprocessen

EEN WERELD VOL TALENT

De interne gasverbrandings-motor die door de Belg Etienne Lenoir werd geleverd aan enkele Parijse bedrijven vormde in 1860 het grote technische nieuws. Een hele stap vooruit vergeleken met de stoommachine. In 1863 reed Lenoir zelfs met een koetsje met motor door het Bois de Vincennes.

Wat kwam daarna? Een kleine greep uit de wonderwereld van de technische vooruitgang:

1876: Op de Centennial Exhibition in Philadelphia wordt de telefoon getoond, kort daarvoor uitgevonden door de Schot Alexander Graham Bell.

1885: De Rheinische Gasmotorenfabrik Karl Benz in Mannheim opent een commerciële fabriek voor auto's met benzinemotor.

1894: Guglielmo Marconi construeert in Bologna de eerste radio.

1894: In de Holland Bros Kinetoscope Parlor in New York toont de Edison Co. bioscoopfilms aan het publiek.

1896: Henri Becquerel ontdekt het verschijnsel van radio-activiteit maar vindt er voorsnog geen verklaring voor. In 1903 ontvangt hij de Nobel Prijs (met Pierre en Marie Curie).

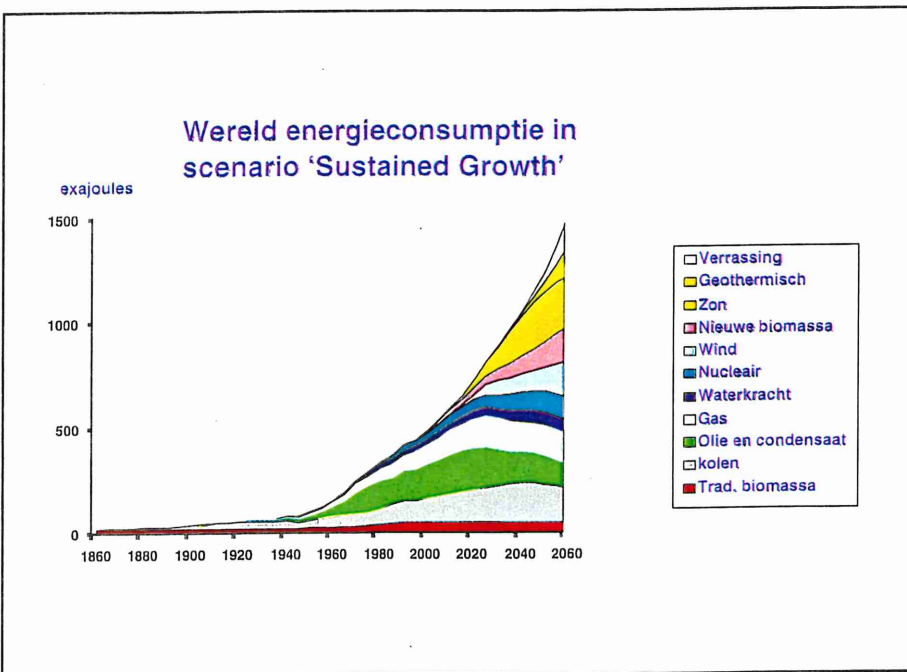
1903: Orville Wright realiseert bij Kittyhawk een gemotoriseerde vlucht. Hij is 12 seconden in de lucht.

1925: John Logie Baird vervolmaakt een vinding van Nipkov zodanig dat de eerste televisie beeld geeft.

1943: Alan Turing bouwt in Engeland de Colossus I, een elektronische digitale computer om de Duitse oorlogscodes mee te kraken.

1955: In Engeland laat Narinder Kapany voor het eerst zien hoe licht door glasvezelkabels vervoerd kan worden.

1975: Bill Gates richt in Seattle het software-ontwerpbedrijf Microsoft op.



gecommercialiseerd worden. (Zie kader: 'Een wereld vol talent').

De ontwikkeling van het menselijk kunnen en weten vergelijkt hij met golven die na elkaar op het strand slaan. Wat nu op onze kusten rolt is de golf van de huidige commerciële technologie.

De volgende golf, die nog misschien twintig jaar weg is, vertegenwoordigt nieuwe technologie. Deze is al bekend en wordt momenteel ontwikkeld in diverse marktniches en via leerprocessen binnen research- en ontwikkelingscentra. De ideeën kunnen echter nog falen in deze groeiperiode.

Daarachter nadert een golf van nu nog explorerende wetenschap waarin wordt geprobeerd om nieuwe vindingen en ideeën te doorgronden.

En tot slot is er een golf -misschien wel vijftig jaar weg van ons- van het nu nog geheel onbekende. Het is on-

De explosiemotor maakte de mens mobiel. Energiebronnen waren steenkool, soms turf en het licht brandde op stadsgas!



The "Sustained growth" scenario is based on a situation in which productivity improvement on the supply side ensures an abundant supply of energy. The result is a low cost and thus a relatively minor incentive to conserve energy.

Energy consumption therefore grows by an average of 2 per cent (or more) per annum up to - in 2100 - at least 6 times the current average consumption for each of the earth's inhabitants. In 2060, energy consumption would be 25 barrels of oil-equivalent for each inhabitant, which corresponds to the current average level of consumption in Japan.

In the "Dematerialisation" scenario, people allow the meeting of their needs to be influenced to a much greater extent by new, clean technology and production systems with a lower energy content. The result is a substantial improvement in energy efficiency.

In this scenario, the growth in energy consumption slows to less than 1 per cent per annum and even to less than half of one per cent during the second six months of the 21st century.

In 2100, therefore, the world's energy consumption has risen to approximately three times the current level. The intermediate position in 2060 is around 15 barrels of oil-equivalent for each citizen, equal to Dutch consumption at the start of the sixties.

Production plateau

Because the amount of fossil fuels - which are in competition with new, renewable fuels and with energy conservation - is physically limited, the supply of fossil [fuels] in both scenarios reaches a plateau around 2020-2030, after which a decline sets in. In 2020, the "new renewables" are expected to have a market share of around 10 per cent. Around 2060, the energy mix - the number of energy sources - has risen to around ten, each with a market share of between 5 and 15 per cent.

"Sustained growth" predicts a peak in oil consumption at a daily average of 90 million barrels; "Dematerialisation" puts that peak at around 75 million barrels. (1993: 65.5 million barrels). In both scenarios, therefore, the consumption of crude oil continues to rise strongly in volume terms, as does that of natural gas. Moreover, Dupont-Roc describes this as "necessary for economic development, especially in developing countries".

In 1994, fossil fuels met around 75 per cent of the world's energy needs. Around 15 per cent was provided by "traditional biomass", mainly brushwood in developing countries. The differences between the two scenarios are made clear by a summary of the estimated cumulative consumption of fossil energy during the period 1990-2100. Substantially more oil and coal is consumed in the "Sustained growth" scenario (ample supply) than in the "Dematerialisation" scenario (strong emphasis on new technology and improved energy efficiency). Gas, which can be used efficiently and relatively cleanly to generate electricity, will have an even greater level of consumption in the "efficiency scenario".

Established supplies of oil (and condensate) are currently around 1,000 billion barrels.



STEEDS MEER ENERGIE

Bevolkingsgroei, industrialisatie (gemotoriseerd transport) en economische ontwikkeling zorgen voor een telkens groeiende vraag naar energie.

In de ontwikkeling zijn drie perioden te onderscheiden. Tussen 1860 en 1945 bedroeg de ge-

middelde groei van het primaire energiegebruik in de wereld 1,8 procent per jaar.

Tussen 1945 en 1975 versnelde de groei aanzienlijk: tot gemiddeld 4,2 procent per jaar. Deze acceleratie wordt toegeschreven aan de beschikbaarheid van

goedkope olie uit het Midden-Oosten waarmee de na-oorlogse wederopbouw aangedreven werd. Deze constatering zou betekenen dat als goedkope energie beschikbaar is, dit wordt gebruikt voor snelle economische ontwikkeling.

Na 1975 is de gemiddelde groei van het wereldenergiegebruik terug op ongeveer het niveau van 1860-1945, met daarbinnen flinke schommelingen onder invloed van prijsstijgingen en -dalingen alsmede economische hoog- en laagconjuncturen.

mogelijk om te voorspellen welke kracht deze golf zal hebben als hij uiteindelijk op het strand slaat.

Op dit moment vormen olie, gas, kernenergie en waterkracht de kern van de 'moderne' commerciële technologie.

Windturbines en fotovoltaïsche cellen worden beschouwd te behoren tot de 'tweede golf', net als moderne biomassa en synthetische brandstoffen.

Gecontroleerde kernfusie en supergeleiding bij kamertemperatuur verkeren in het stadium van de explorerende research, net als kunstmatige fotosynthese en magma-energie (aardwarmte).

En heel misschien vormen nieuwe nucleaire technologie en deeltjes-fysica wel die 'vierde golf', dat wat Georges Dupont-Roc in zijn scenario's introduceert als 'de verrassing'. "Net zo'n verrassing als honderd jaar geleden de ontdekking van radio-activiteit".

Groei en veel groei

De energiestudie van Group Planning presenteert twee lange-termijnvisies, 'Sustained growth' en 'Dematerialisation'. Ze kijken tot 2060 en voor enkele aannamen zelfs tot 2100.

In beide gevallen wordt uitgegaan van een groei van de wereldbevolking tot rond 11 miljard mensen in 2100 en een

economische expansie voor de wereld van gemiddeld 3 procent per jaar. In 2060 zou dat een gemiddeld bruto nationaal produkt opleveren van zo'n \$17.000 per capita, reëel vier maal het huidige BNP en vergelijkbaar met het huidige BNP-per-inwoner van Nederland in 1994.

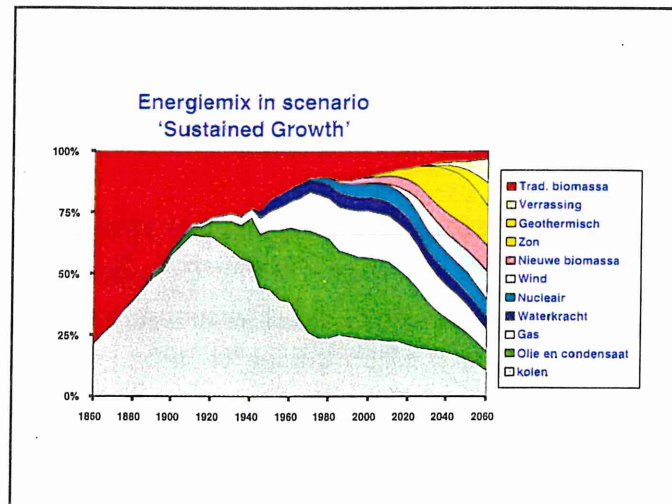
Het scenario 'Sustained growth' is gebaseerd op een situatie waarin produktiviteitsverbetering aan de aanbodkant zorgt voor een overvloedige hoeveelheid energie. Het gevolg daarvan is een

huidige gemiddelde gebruik per wereldbewoner. In 2060 zou het energiegebruik komen op 25 vaten olie-equivalent per inwoner, wat overeenkomt met het huidige gemiddelde consumptieniveau in Japan.

In het scenario 'Dematerialisation' laten de mensen zich in hun behoeftenbevreiding in veel sterkere mate beïnvloeden door nieuwe, schone technologie en produktiesystemen die een lagere energie-inhoud kennen. Daarbij ontstaat een aanzienlijke verbetering van de energie-efficiëntie.

In dit scenario neemt de groei van het energiegebruik af tot beneden 1 procent per jaar en zelfs beneden een half procent in de tweede helft van de 21ste eeuw.

In 2100 is het wereldenergiegebruik dan ongeveer 3 maal het huidige niveau geworden. In 2060 is de 'tussenstand' zo'n 15 vaten olie-equivalent per burger. Dat is gelijk aan de Nederlandse consumptie in het begin van de jaren zestig.



lage prijs en dus een relatief geringe prikkel tot energiebesparing.

Het energiegebruik groeit dan ook met gemiddeld 2 procent (of meer) per jaar tot -in 2100- minstens 6 keer het

concurrentie bestaan met nieuwe, hernieuwbare brandstoffen en met energiebesparing- fysiek gelimiteerd is, bereikt in beide scenario's het aanbod van fossiel zo omstreeks 2020-2030

Productieplateau

Omdat de hoeveelheid fossiele brandstoffen -die in concurrentie bestaan met nieuwe, hernieuwbare brandstoffen en met energiebesparing- fysiek gelimiteerd is, bereikt in beide scenario's het aanbod van fossiel zo omstreeks 2020-2030

Stoomlocomotieven waren de ruggesgraat van het transport. Telefonie en telegrafie liidden het tijdperk van de 'verrespraak' in.



However, the two energy scenarios envisage total consumption of 2,500 and 2,150 million barrels respectively. Does this mean using up more than there is? No, because the world probably contains around 4,000 billion barrels of extractable oil, including heavy oil, even though some of it is uneconomical to produce at present. However, in both scenarios, according to Georges Dupont-Roc, a substantial quantity of hydrocarbons will ultimately be left behind in the soil. It has therefore become uneconomical to extract them compared with the cheaper alternatives which are now available.

Cumulative consumption of fossil fuels from 1990-2100

	Crude oil plus condensate (billion barrels)	Coal (billion tonnes of coal equivalent)	Natural gas (trillion cub. metres)
Sustained growth	2,500	530	350
Dematerialisation	2,150	440	380

New climatic vision

The new vision of future energy also means a different view of the expected effects of CO₂ emissions on climate.

The "Sustained growth" scenario assumes CO₂ emissions with a peak just above 10 billion tonnes of carbon equivalent per annum. In the "Dematerialisation" scenario, the highest emission level is slightly below that ten billion tonne mark.

In 2100, emissions have dropped to 4 billion tonnes of carbon equivalent per annum and are continuing to fall. (The emission figures have been normalised to the 5.7 billion tonnes of carbon in 1985, in line with the IPCC reference).

Those two scenarios with their CO₂ effects contrast sharply with, for example, the IS92a ("reference") scenario published in 1992 by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In IS92a, CO₂ emissions continue to rise to 20 billion tonnes of carbon equivalent in 2100.

The main difference between the Shell and IPCC approach is that the latter does not take account of technological development which results in new forms of energy; the growth in energy consumption is extrapolated normatively by the IPCC over fossil fuels. For 2100, "Sustained growth" estimates an atmospheric CO₂ concentration of 610 ppm and "Dematerialisation" 580 ppm; in both cases, that concentration has already stopped increasing some time ago. (The CO₂ concentration in the pre-industrial age was 280 ppm).

The 1992 IPCC scenario (also described as the "business as usual" scenario) estimates



een plateau waarna een daling begint. In 2020 hebben de 'nieuwe hernieuwbaren' naar verwachting een aandeel van zo'n tien procent.

Omstreeks 2060 is de energiemix -het aantal energiebronnen- gestegen tot ongeveer tien, die elk zo tussen de 5 en 15 procent marktaandeel hebben.

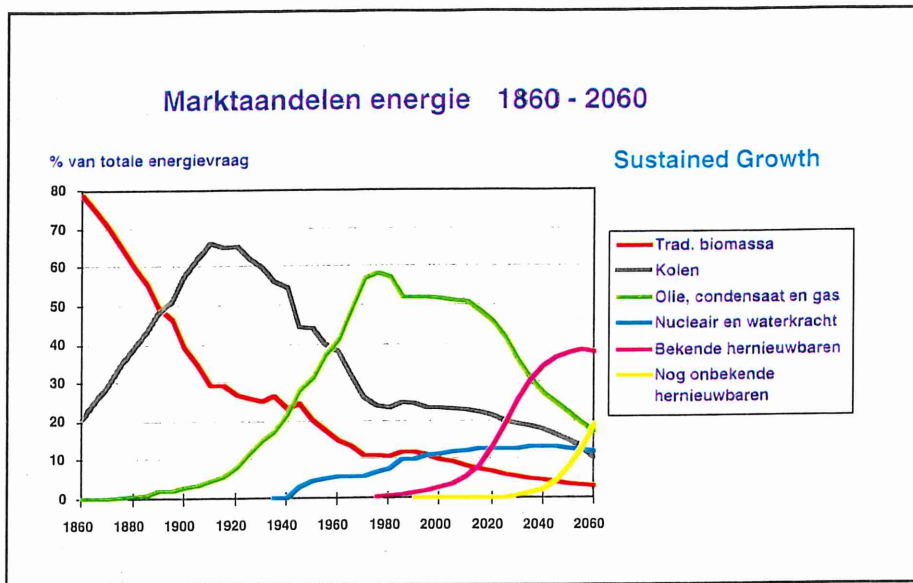
'Sustained growth' voorziet een piek in de olieconsumptie op een daggemiddelde van 90 miljoen vaten; bij 'Dematerialisation' zou dat topniveau ongeveer 75 miljoen vaten bedragen. (1993: 65,5 miljoen vaten). In beide scenario's neemt dus het gebruik van ruwe olie in volume nog fors toe, evenals dat van aardgas. Wat Dupont-Roc overigens omschrijft als "noodzakelijk voor de economische ontwikkeling, met name die in ontwikkelingslanden".

In 1994 dekten fossiele brandstoffen ongeveer 75 procent van de wereldenergiebehoefte. Ongeveer 15 procent werd geleverd door 'traditionele biomassa', voornamelijk sprokkelhout in ontwikkelingslanden.

De verschillen tussen beide scenario's worden duidelijk bij een overzicht van de geschatte cumulatieve consumptie aan fossiele energie in het tijdvak 1990-2100.

Cumulatieve consumptie van fossiele brandstoffen 1990 - 2100			
	Ruwe olie plus Steenkool condensaat (miljard vaten)	Aardgas (mld ton kool-equivalent)	Aardgas (triljoen kub. meter)
Sustained growth	2.500	530	350
Dematerialisation	2.150	440	380

Bij 'Sustained growth' (hoog aanbod) wordt aanzienlijk meer olie en steenkool geconsumeerd dan bij 'Dematerialisation' (grote nadruk op nieuwe technologie en betere energie-efficiëntie). Gas, dat doelmatig en relatief schoon te gebruiken is voor elektriciteitsop-



wekking, zal in het 'efficiëntie-scenario' zelfs een groter gebruik kennen.

Op dit moment bedragen de bewezen voorraden olie (alsmede condensaat) ongeveer 1.000 miljard vaten. Toch voorzien de twee energiescenario's in een totale consumptie van 2.500 respectievelijk 2.150 miljard vaten. Meer opmaken dat er is? Nee, want de wereld bevat -inclusief zware olie- vermoedelijk zo'n 4.000 miljard vaten winbare olie, zij het dat een deel ervan nu nog oneconomisch te produceren is.

Maar bij beide scenario's, aldus Georges Dupont-Roc, zal er uiteindelijk een aanzienlijke hoeveelheid koolwaterstoffen in de aarde achterblijven. De winning ervan is dan oneconomisch geworden naast de goedkopere alternatieven die beschikbaar zijn gekomen.

Nieuwe klimaatvisie

De nieuwe visie op de energietoekomst betekent tevens een andere kijk op de te verwachten effecten van CO₂-emissie op het klimaat.

In het scenario 'Sustained growth' wordt uitgegaan van een CO₂-emissie die een piek kent iets boven de 10 miljard ton koolstofequivalent in een jaar. Voor 'Dematerialisation' ligt het hoogste emissieniveau net iets beneden die tien miljard ton.

In 2100 is de uitstoot teruggelopen tot 4 miljard ton koolstofequivalent per jaar en is verder dalend. (De emissiecijfers zijn genormaliseerd naar de 5,7 mld ton koolstof van 1985, in lijn met de IPCC-referentie).

Deze twee scenario's staan met hun CO₂-effecten in schril contrast tot bij-

EEN VISIE OP DE ENERGIEVOORZIENING IN DE 21STE EEUW

- * Produktiviteitsverbeteringen bij zowel productie als gebruik.
- * De energiemix wordt meer gevarieerd door (koolstof-vrije) nieuwkomers die hun plaats verwerven door het marktmechanisme.
- * Vanaf 2020/30 dragen fossiele brandstoffen niet langer bij aan de groei van het wereldenergiegebruik.
- * De CO₂-emissie van brandstoffen piekt op ongeveer 10 miljard ton koolstof per jaar.

Na de oorlog kwam ook de 'verrekijk'. Dure kolen werden weggeconcentreerd door olie die in mammoettankers werd aangevoerd.



a concentration of 780 ppm for 2100, continuing to rise after that. However, the IPCC is currently revising that scenario.

According to Dupont-Roc, the much lower forecasts with respect to CO₂ emissions and concentrations mean that there is no point in imposing duties and taxes on fossil energies with the aim of averting climate change. An additional consideration in this respect is that there is still no scientific proof that higher CO₂ concentrations result in (harmful) climate changes.

Moreover, according to the Shell scenarists, such a "drain" of money into the general resources of the State may even be harmful. This is because it siphons funds away from the energy sector so that less development of new energy sources can take place. According to Dupont-Roc, "It is precisely those new sources which will bring about reductions in carbon dioxide emissions and concentrations".

In Dupont-Roc's philosophy, energy development is best served if governments pursue a liberal, encouraging policy and do not allow themselves to be enticed into strict regulation of the energy sector. He claims that "that policy rewards governments with a world which is not only "green" but also prosperous and well-supplied with energy".

box I

A view of the energy supply in the 21st century

- * Productivity improvements in both production and consumption.
- * The energy mix becomes more varied due to (carbon-free) innovations which gain their positions through market forces.
- * From 2020/30, fossil fuels no longer contribute to the growth of the world's energy consumption.
- * CO₂ emissions from fuels peak at around 10 billion tonnes of carbon per annum.

box II

<heading> Harvesting oil

<text> An example of a new energy source to be tapped by technological development is the conversion of biomass (crops, such as wood) into fuels for the transport sector. In his scenario study Georges Dupont-Roc states that, after 2020, if the development of agricultural technology allows the current biomass yield of 15 tonnes per hectare to be increased ultimately to 30 tonnes per hectare, we can consider starting to generate fuel from biomass. The resulting "synthetic gas" can then be converted into oil products such as diesel, kerosene and petrol.

That route is much more promising than the conversion of oilseed rape into "biodiesel". This is currently yielding 1 tonne of fuel per hectare and has little potential for growth. At

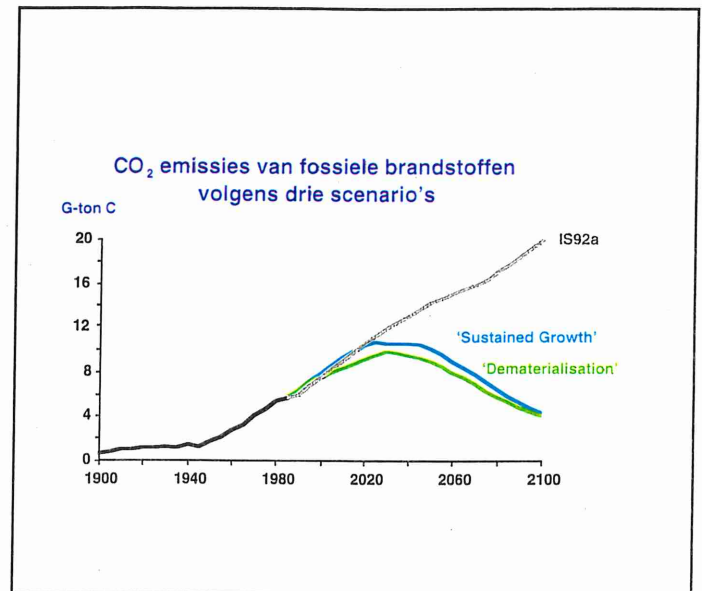


OLIE OOGSTEN

Een voorbeeld van een nieuwe energiebron, aan te boren door technologie-ontwikkeling, is de omzetting van biomassa (gewassen, zoals hout) in transportbrandstoffen.

In zijn scenariostudie stelt Georges Dupont-Roc dat na 2020, als de ontwikkeling van de agrotechnologie de huidige opbrengst aan biomassa van 15 ton per hectare kan opvoeren tot uiteindelijk 30 ton/ha, kan worden overwogen om biomassa te gaan vergassen. Vervolgens kan dit zogeheten synthesegas worden omgezet in olieproducten als diesel, kerosine en benzine.

Deze route heeft veel meer toekomst dan de omzetting van koolzaad in 'biodiesel'. Dit levert nu 1 ton brandstof per hectare op en heeft weinig mogelijkheid voor groei. Bij een biomassa-opbrengst van 30 ton/ha kan het 'bio-syntheseproses' zo'n 8 ton brandstof/ha opleveren. Met een areaal van 130 miljoen hectare gelijk aan 9 procent van 's werelds voor landbouw geschikte gronden kan de huidige consumptie van transportbrandstoffen worden gedekt. Ter vergelijking: op dit moment bedraagt de oppervlakte aan industriële bosplantages 100 miljoen hectare.



voorbeeld het zogeheten IS92a-('referentie')scenario dat in 1992 werd gepubliceerd door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In IS92a blijft de CO₂-emissie doorstijgen tot 20 miljard ton koolstof in 2100.

Het grote verschil tussen de Shell-benadering en die van het IPCC is dat de laatste geen rekening houdt met technologie-ontwikkeling die leidt tot nieuwe energievormen; de groei in energieconsumptie wordt door het IPCC normatief geëxtrapoleerd over fossiele brandstoffen.

'Sustained growth' rekt voor 2100 op een CO₂-concentratie in de atmosfeer van 610 ppm en 'Dematerialisation' op 580 ppm; in beide gevallen is al geruime tijd eerder deze concentratie niet langer stijgend. (De CO₂-con-

centratie in het pré-industriële tijdperk bedroeg 280 ppm).

Het IPCC-scenario van 1992 (ook betiteld als het 'business as usual'-scenario) komt voor 2100 op een concentratie van 780 ppm en stijgt vervolgens nog door. Overigens is dit scenario momenteel door het IPCC in heroverweging genomen.

Volgens Dupont-Roc betekenen de veel lagere prognoses ten aanzien van de CO₂-emissie en de -concentratie dat het niet zinvol is om heffingen en belastingen te gaan leggen op fossiele energie met als doel om een klimaatverandering af te wenden. Een bijkomende overweging daarbij is dat er wetenschappelijk nog steeds geen bewijs is dat hogere CO₂-concentraties leiden tot (schadelijke) klimaatwijzigingen.

Bovendien, aldus de scenaristen van Shell, zorgt een dergelijk 'wegzuigen' van geld richting de algemene middelen van de overheid ervoor dat de energiesector minder kan ontwikkelen aan nieuwe energiebronnen. Dupont-Roc: "En juist die nieuwe bronnen zullen de kooldioxide-emissie en -concentratie laten dalen".

De meest optimale energie-ontwikkeling komt in de filosofie van Dupont-Roc tot stand als overheden een liberaal, stimulerend beleid voeren en zich niet laten verleiden tot intense regulering van de energiesector. Stelt vast: "Dit beleid beloont overheden met een wereld die niet alleen 'groen' is maar ook welvarend en goed voorzien van energie".

MOLENS HEBBEN DE WIND MEE

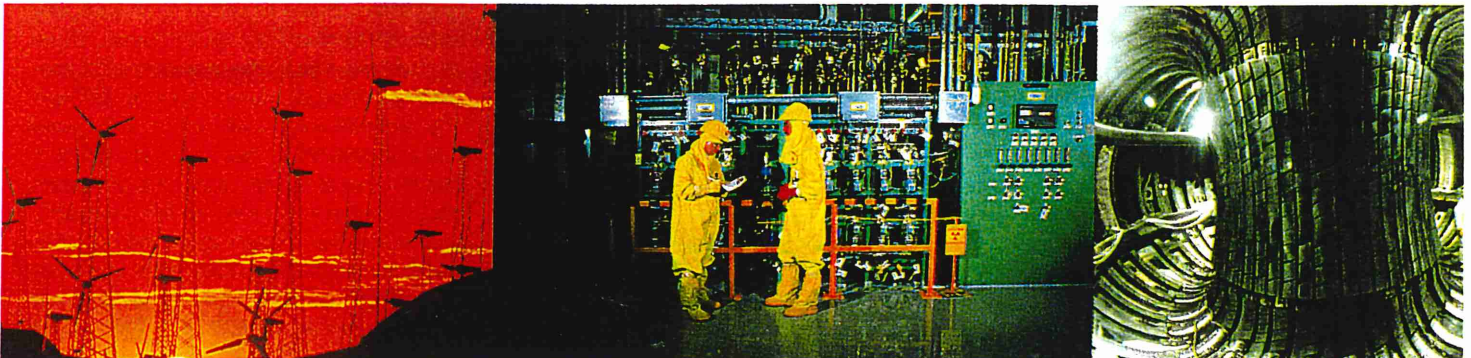
Een voorbeeld van de effecten van nieuwe technologie bieden windturbines. Tussen 1980 en 1995 werd een jaarlijkse gemiddelde kosten/opbrengst-verbetering bereikt van 10 procent door dat grotere en meer betrouwbare

turbines beschikbaar kwamen. In Europa nam het gemiddelde vermogen van nieuwe windturbines toe van 80 kW in 1986 tot 230 kW in 1991 waarbij de grootste commerciële molens inmiddels 500 kW vermogen heb-

ben. Reden is de beschikbaarheid van lichtere materialen voor rotorbladen en generator. Windparken lopen op tegen lokale bewonersprotesten, maar zonder twijfel zal deze technologie zich verder ontwikkelen.

Volgens het Amerikaanse ministerie van Energie bedroeg de gemiddelde productieprijs van windenergie in de VS per kWh in 1980 nog tussen de 25 en 38 dollarcent. In 1995 ligt dat op zo'n 6-8 dollarcent.

Windparken en kerncentrales leveren alternatieve -niet fossiele energie; en wordt kernfusie de energie van de toekomst!



a biomass yield of 30 tonnes per hectare, the "biosynthesis process" can produce around 8 tonnes of fuel per hectare. At an acreage of 130 million hectares - equivalent to 9 per cent of the world's agricultural land - the present demand for transport fuels can be met. By way of comparison: the current area under industrial tree plantations is 100 million hectares and 130 million hectares are given over to maize as a feed crop.

box III

<heading> More and more energy

<text> Population growth, industrialisation (motorised transport) and economic development are generating an ever increasing demand for energy.

Three periods can be distinguished in this trend. Between 1860 and 1945, the average growth of primary energy consumption in the world was 1.8 per cent per annum.

Between 1945 and 1975, growth accelerated substantially: to an average of 4.2 per cent per annum. That acceleration is attributed to the availability of cheap oil from the Middle East which was used to power the post-war reconstruction. That observation might mean that if cheap energy is available it is used for rapid economic development.

After 1975, the average growth of the world's energy consumption returned to approximately the 1860-1945 level and, as in the more distant past, was subject to wide fluctuations under the influence of rising and falling prices as well as to economic booms and slumps.

box IV

<heading> Mills have the wind behind them

<text> An example of the effects of new technology is presented by wind turbines.

Between 1980 and 1995, an annual average cost/yield improvement of 10 per cent was achieved because more powerful but lighter and more reliable turbines became available.

In Europe, the average capacity of new wind turbines increased from 80 kW in 1986 to 230 kW in 1991, with the largest commercial mills now having a capacity of 500 kW thanks to the availability of lighter materials for the rotor blades and generator.

It is true that large wind parks are increasingly coming up against protests by local inhabitants, but the technology behind them will undoubtedly develop further.

According to the American Ministry of Energy, the average production cost of wind energy per kwh in the US in 1980 was still between 25 and 38 cents. The 1995 figure is around 6-8 cents.

box V



<heading> A world full of talent

<text> The internal-combustion engine supplied by the Belgian Etienne Lenoir to a number of Parisian companies was the main technical news item in 1860. A great step forward compared with the steam engine. In 1863, Lenoir even drove through the Bois de Vincennes in a motorised carriage.

What came next? There follows a small selection from the wonderful world of technical progress:

1876: At the Centennial Exhibition in Philadelphia the telephone is demonstrated, invented shortly before by the Scot Alexander Graham Bell.

1885: The Rheinische Gasmotorenfabrik Karl Benz in Mannheim opens a commercial factory for cars with petrol engines.

1894: Guglielmo Marconi builds the first radio in Bologna.

1894: In the Holland Bros Kinetoscope Parlor in New York, the Edison Co. shows motion pictures to the public.

1896: Henri Becquerel discovers the phenomenon of radioactivity but is unable to find any explanation for it as yet. In 1903 he is awarded the Nobel Prize (with Pierre and Marie Curie).

1903: Orville Wright completes a motorised flight at Kittyhawk. He is in the air for 12 seconds.

1925: John Logie Baird perfects an invention by Nipkov and produces the first television picture.

1943: In England Alan Turing builds the Colossus I, an electronic digital computer, to help crack the German war code.

1955: In England Narinder Kapany shows for the first time how light can be transmitted through fibreglass cables.

1975: Bill Gates sets up the software design company Microsoft in Seattle.