

BOEREN TUSSEN HEMEL EN AARDE, HOE LANG NOG ?

door prof.dr. E.H. Adema



**Voordracht bij het afscheid als hoogleraar in de
Luchthygiëne en -verontreiniging aan de
Landbouwniversiteit op 28 april 1992.**

**Chief Seattle, opperhoofd van de Duwamish-stammen
(1855):**

**"De bleke man behandelt zijn moeder, de aarde,
en zijn broeder, de lucht, als koopwaar, die hij
kan uitbuiten en weer verkopen als goedkope bonte
kralen. Zijn honger zal de aarde kaal vreten en
slechts een woestijn achterlaten." (1).**

INHOUD	PAG.
Inleiding	1
1 Duurzaamheid	2
2 Voorwaarden voor duurzame ontwikkeling	9
3 Over het ontstaan van ecosystemen en hulpbronnen	12
De groei van een soort	
De ontwikkeling van vele soorten in een primitieve samenleving	
Evolutie	
Milieu	
Nogmaals duurzaamheid	
Het ontstaan van reservoirs	
4 Het WTK-bestel en het historisch verloop van verontreinigings-concentraties	19
5 De ontwikkeling van de wereldbevolking	21
Historisch verloop	
Prognose voor de groei van de wereld- bevolking	
6 Milieubelasting, milieubelastingsindex en wereldbevolking	26
Milieubelasting	
Milieubelastingsindex	
Een mondiale norm voor de milieubelasting	
De maximale omvang van de wereld- bevolking	
7 Conclusie	33
8 Epiloog	34
9 Referenties	39

BOEREN TUSSEN HEMEL EN AARDE, HOE LANG NOG ?

*Mijnheer de Rector Magnificus, zeer gewaardeerde
toehoorders,*

Inleiding

Bij mijn ambtsaanvaarding aan deze universiteit, nu ongeveer veertien jaar geleden, heb ik vanaf deze plaats een rede uitgesproken onder de titel "Tussen Hemel en Aarde". Centraal daarin stonden uiteraard de luchthygiëne en de luchtverontreiniging, de aandachtsgebieden van mijn leeropdracht. In mijn afscheidscollege zullen die gebieden opnieuw aan de orde komen. Nu echter binnen een ruimere context en met een duidelijk zwaarder accent op de veront- rustende situatie waarin de atmosfeer van onze planeet, samen en in wisselwerking met bodem en water, door menselijk toedoen is komen te verkeren. In de volksmond boeren mensen op uiteenlopende terreinen goed of minder goed, verantwoord of minder verantwoord, veilig of riskant. Daaraan moet u denken, wanneer ik in mijn titel van mijn voordracht in generale zin van "boeren" spreek.

Het is zo langzamerhand overbekend, dat de milieuproblemen, waarmee hedendaagse mensen te maken hebben, van wereldomvattende omvang zijn. Er is weinig fantasie voor nodig om te beseffen, dat, gezien de trend der ontwikkelingen, voor het behoud van een leefbare aarde alle zeilen moeten worden bijgezet. Zeilen hijsen is alleen zinvol als ook op bezonnen wijze een koers wordt uitgezet. Een milieucrisis, waarin de mens van nu verkeert en waarmee de toekomstige mens bij onveranderd 'beleid en beheer' in nog sterkere mate te maken zal hebben, vraagt om scenario's, d.w.z. om ontwikkelingsverwachtingen en handelingsrichtlijnen gebaseerd op de beste inzichten, die ons thans multidisciplinair ter beschikking staan.

Het is in dit college mijn bedoeling stil te staan bij enkele scenario's, die in termen van menselijke behoeften, behoeften voorziening, groei van de wereldbevolking en duurzaam voortbestaan van mens plant en dier vanuit mijn optiek als waarschijnlijk mogen worden beschouwd. Daarbij wil ik mij richten tot de jongeren, en vooral onze studenten en oudstudenten in de milieuhygiëne. Zij zijn het op wie nu en in de naaste toekomst een beroep zal worden gedaan om beleidsvoorstellen te formuleren en zich mede via onderzoek te bezinnen op mogelijkheden ter verbetering van de milieukwaliteit, nationaal zowel als internationaal.

Een scenario is een artificiële voorstelling van zaken over een ontwikkelingspad en een daaruit volgende situatie. Hoe zullen aarde en samenleving er over zo'n 60 tot 80 jaar uitzien? Het is steeds moeilijker een vraag als deze op enigszins realistische wijze te beantwoorden. Steeds sneller veranderen maatschappij, wetenschap en techniek. Het is de mens, die veranderingen teweeg brengt met als gevolg een sterke achteruitgang van de milieukwaliteit en het verdwijnen van vele soorten van leven in een steeds hoger tempo. Wil men toch proberen een toekomstbeeld te schetsen, dan zal men zich terdege moeten bezinnen op het uiterst complexe karakter van de processen, die aan deze ontwikkelingen ten grondslag liggen.

1 Duurzaamheid

In een poging een schets te geven van onze toekomst heeft de commissie Brundtland (2) in haar rapport de term "duurzame ontwikkeling" gehanteerd, een richtlijn voor een manier van handelen, waarbij de

"behoeftevoorziening van de huidige generatie op een zodanige wijze plaats vindt, dat ook de behoeftevoorziening voor toekomstige generaties gewaarborgd blijft". Er is reeds veel nagedacht en geschreven over het begrip "duurzame ontwikkeling" (3)(5).

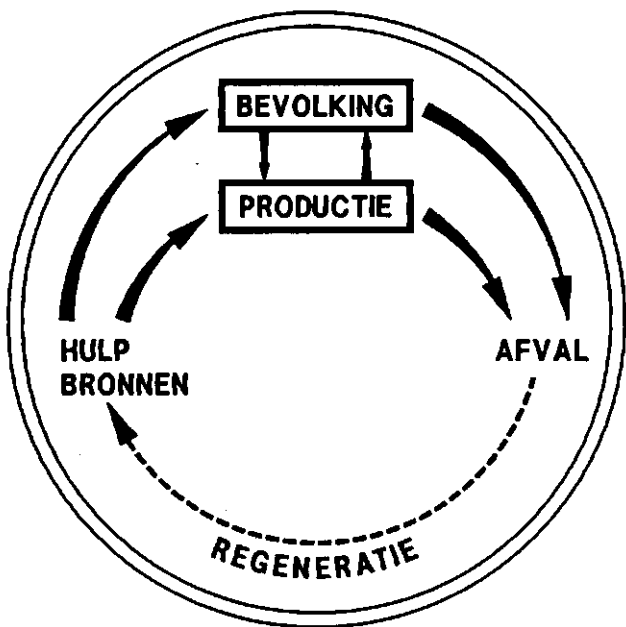
Het is bij hantering van dit begrip niet onbelangrijk de realiteitswaarde ervan onder ogen te zien. Is de mens daadwerkelijk bij machte zichzelf dusdanige beperkingen op te leggen, dat ten aanzien van de geo- en biosfeer op wereldschaal een situatie van duurzaamheid veilig gesteld wordt?

Duidelijkheidshalve loop ik de onderdelen van de Brundtlandomschrijving nog even door en plaats er wat kanttekeningen bij:

- a) menselijke behoefte**
- b) menselijk handelen**
- c) behoefte voorziening**
- d) waarborgen**

ad a) Voedsel, kleding, behuizing en transport zou men primaire materiële behoeften kunnen noemen. Daarnaast zijn belangrijk immateriële waarden als religie, onderwijs, wetenschap en vrije tijdsbesteding, rust, bescherming en gezondheidszorg. Alles wat boven de minimale behoefte uitsteekt zou men luxe kunnen noemen. De mate, waarin men zich luxe kan permitteren en de kwaliteit van de behoeftebevrediging, bepalen het welvaartsniveau.

Hierbij geldt: hoe groter de welvaart des te groter het beslag op de natuurlijke hulpbronnen. De omvang van de behoefte hangt uiteraard direct samen met de omvang van de bevolking. Een vereenvoudigd relatieschema is in figuur 1 gepresenteerd.



Figuur 1 Samenhang tussen hulpbronnen, produktie, afval en bevolking

ad b) Door zijn verstandelijk vermogen, zijn taal, zijn orthogonale houding, zijn oog-hand coördinatie, is de mens in staat zich te bedienen van hulpmiddelen en werktuigen, die naarmate deze meer geavanceerd zijn het mogelijk maken de natuurlijke hulpbronnen met een grotere efficiëntie, maar vooral massaler te exploiteren. Gezien het feit dat, industriële processen nooit met een rendement van 100% kunnen verlopen, treedt bij produktie altijd afval op. De industriële revolutie, die in de 18e eeuw op gang is gekomen, heeft sindsdien dan ook duidelijke sporen nagelaten in de vorm van grote hoeveelheden afvalstoffen in water, bodem en lucht. Echter onder het menselijk handelen dient niet alleen het technisch handelen te worden

verstaan. Minstens even belangrijk is de besluitvorming in de maatschappelijk-fysieke organisatie van onze samenleving, waarvan het technisch handelen gezien kan worden als het resultaat daarvan (5).

ad c) Voor de voorziening in de noodzakelijke behoeften staan de mens hulpbronnen ter beschikking, zoals reservoirs, die door de natuur honderden miljoenen jaren geleden zijn aangelegd. De reservoirs, die uit levende elementen bestaan, dus uit planten en dieren, zijn in principe hernieuwbaar.

Wij kennen deze hernieuwbare reservoirs in de vorm van produktiebossen, landbouw-, veeteelt-, natuurgebieden, visteeltarealen, e.d..

Hernieuwbare reservoirs bezitten het vermogen tot regeneratie: wat weggenomen is zou binnen bepaalde tijd weer kunnen aangroeien of worden aangekweekt. Ook stromingsbronnen, zoals water, lucht en zonnestraling, zijn hulpbronnen die belangrijk zijn voor het leven op aarde. Een belangrijke eigenschap van een stromingsbron is, dat deze energie vertegenwoordigt en derhalve kan dienen om andere vormen van energie op te wekken. Het is duidelijk, dat water en lucht daarnaast ook nog belangrijke reservoirfuncties voor voedselvoorziening en stofwisseling vervullen.

De minerale voorraden in de aardkorst zijn vormen van hulpbronnen, die uitputbaar zijn.

Het gebruik van vele soorten mineralen is met de ontwikkeling van de industrie zeer sterk toegenomen. Op basis van de huidige vraag en met de huidige produktie- en recirculatie-technologie zijn de nog beschikbare voorraden van vele op dit moment nog essentiële elementen toereikend voor slechts enkele tientallen jaren. Tabel 1 geeft daar een overzicht van (6).

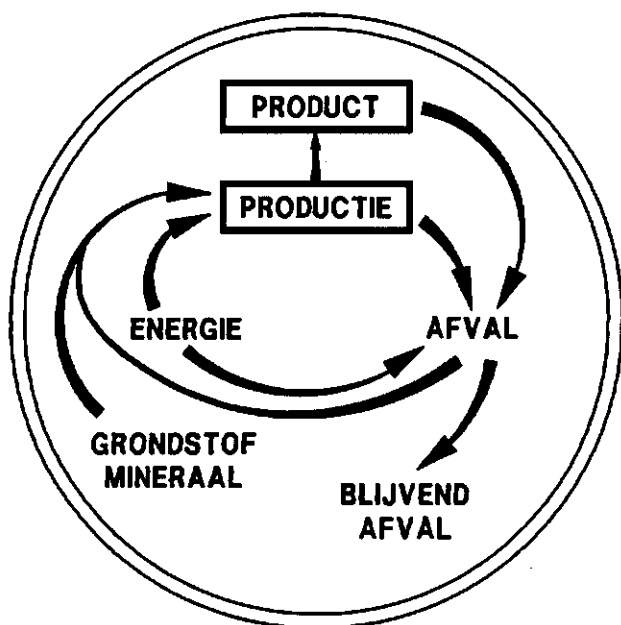
Tabel 1 De verhouding r/p (jaar) tussen voorraad (r) en jaarlijkse produktie (p) voor een aantal grondstoffen

grondstof	r/p	grondstof	r/p	grondstof	r/p
tin	15	kwik	21	gas	50
zwavel	24	bismut	22	nikkel	77
uranium	25	bariet	27	molybdeen	79
zink	27	asbest	27	fosfor	104
lood	30	indium	27	ijzer	155
olie	30	gips	30	platina	200
zilver	33	cadmium	32	kolen	200
goud	39	tantalium	33	bauxiet	273
koper	44	arseen	36	kalium	342

bron: CPB

Wat eens geconcentreerd was opgeborgen in de schoot der aarde is door technisch gebruik en verbruik van de produkten in fijn verdeelde vorm weer in de natuur terecht gekomen.

Voor een duurzame situatie mogen de natuurlijke hulpbronnen niet worden uitgeput en zal het afval door de natuur dan wel door de mens dienen te worden omgevormd tot zowel voor de natuur als voor de mens hernieuwde hulpbronnen. De voor deze processen noodzakelijke energie kan uitsluitend afkomstig zijn van stromingsenergie, zoals zonne-energie, water en wind. Deze ideaal te noemen toestand is evenwel nog ver van ons vandaan. De huidige situatie is zoals is weergegeven in figuur 2.

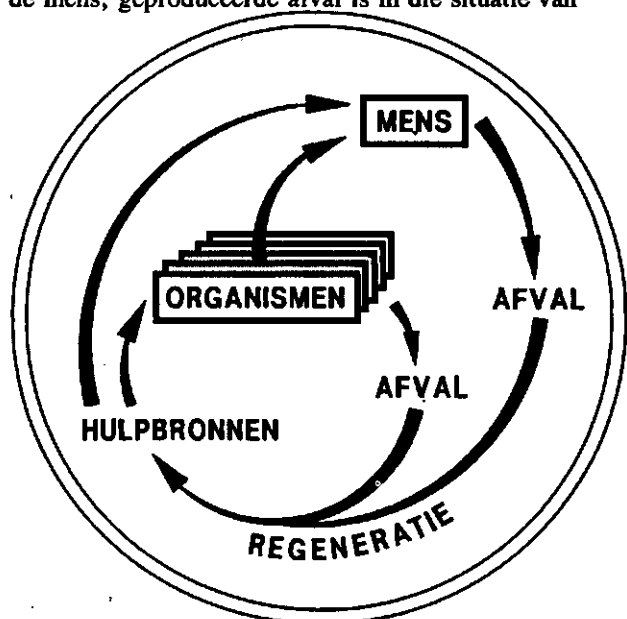


Figuur 2 Afvalproductie en huidig gebruik van grondstoffen

Hierin is aangegeven, dat voor een deel het afval weer als grondstof wordt gebruikt. In het algemeen is voor de afvalverwerking veel energie nodig evenals voor de fabricatie van produkten. In alle mogelijke vormen verlaagt het onverwerkte afval de kwaliteit van het milieu. De meest schadelijke vorm is evenwel die vorm waarin bijvoorbeeld zware metalen of chemische produkten in fijn verdeelde toestand of in lage concentraties in de natuur voorkomen. Voor veel organismen blijken deze stoffen giftig te zijn, terwijl ze de tijd niet krijgen om zich aan de plotseling veranderende situatie aan te passen. Het resultaat is, dat alleen al hierdoor veel soorten in een onnatuurlijk hoog tempo verdwijnen (7).

ad d) Een essentiële eigenschap van duurzame ontwikkeling is, dat deze een waarborg inhoudt in de behoeftevoorziening van de komende generaties. Dit betekent praktisch, dat alleen geput mag worden uit hernieuwbare hulpbronnen, waarbij het regeneratievermogen geheel behouden dient te blijven. Dit wil zeggen, dat tenminste alles weer wordt aangevuld, hetgeen door de mens is verbruikt.

Een gezonde en daarmee duurzame situatie zou zijn, indien de behoefte van de mens zou kunnen worden geïntegreerd in het natuurlijke totaalsysteem van de aarde. Schematisch is dit in figuur 3 in beeld gebracht. Het door de gehele levende natuur, inclusief de mens, geproduceerde afval is in die situatie van



Figuur 3 Duurzaam gebruik van hulpbronnen.
Recirculatie en regeneratie

een dusdanige samenstelling, dat het de voeding vormt voor organismen danwel als hulpbron of grondstof kan dienen voor het menselijke productieapparaat. Dit volledig regenereren van de laatste resten afval is alleen maar mogelijk bij een grote diversiteit van soorten en onder bepaalde voorwaarden wat betreft de samenstelling van het afval. Of daaraan voldaan wordt, wordt bepaald door de aard van de grondstoffen, het productieproces en de eisen, die aan de produkten worden gesteld

Een duurzame ontwikkeling is in feite een stationaire toestand, waarbij de ontwikkeling gelegen is in veranderingen van het produkt, van het productie-apparaat en de omvang van de productie, onder behoud van volledige recirculatie.

2 Voorwaarden voor duurzame ontwikkeling

De vraag rijst nu of een ontwikkeling naar duurzaamheid wel haalbaar is. Wat dit betreft zou ik de stelling willen verdedigen, dat theoretisch het wel mogelijk is, dat ontwikkelingen op den duur kunnen leiden tot een situatie van duurzaamheid, maar dat maatschappelijke structuren deze ontwikkelingen dusdanig zullen temporiseren, zo niet saboteren, dat het regeneratie-vermogen van natuurlijke hulpbronnen voortijdig zal zijn verdwenen als een gevolg van vervuiling, verstoring, slecht beheer, e.d.. Dit zal het einde van de natuur en van de mensheid betekenen. Zetten we de voorwaarden voor een duurzame ontwikkeling, zoals bepleit in het Brundtland-rapport, eens op een rij, dan komen we tot het principe dat alle stof-kringlopen volledig moeten worden gesloten. Dat betekent:

- a) **dat alleen de opbrengst van hernieuwbare hulpbronnen kunnen worden gebruikt voor de instandhouding van het mensdom;**
- b) **volledige regeneratie van afvalprodukten via technische installaties en de biosfeer. Dit levert opnieuw hernieuwbare hulpbronnen op.**
De vervuiling moet beneden een dusdanig niveau blijven, dat natuurlijke zuivering nog plaats blijft vinden. Hiervoor is een optimale biologische activiteit noodzakelijk, hetgeen alleen bereikt kan worden met een maximale soortenrijkdom.
- c) **uitputbare hulpbronnen mogen niet meer gebruikt worden. De waarborg voor toekomstige generaties laat dit niet toe. Ook om die reden is het gebruik van fossiele brandstoffen niet toegestaan. In een ontwikkeling naar duurzaamheid kunnen fossiele brandstoffen slechts worden gebruikt in hoeveelheden, die gelijk zijn aan de hoeveelheden die blijvend door de oceaan en de biosfeer worden gebonden. Verdere toeneming van de CO₂-concentratie in de atmosfeer vindt dan niet meer plaats.**
- d) **dat op geen enkele wijze de natuurlijke hulpbronnen mogen worden aangetast om een maximale opbrengst te bereiken of te handhaven**
- e) **dat terugdringen van de overtollige behoefte een eerste vereiste is. D.w.z. een drastische teruggang in het welvaartsniveau. De directe samenhang van de primaire behoefte van de mens en de omvang van de bevolking bepaalt of de huidige opbrengst van de natuurlijke hulpbronnen toereikend is voor de huidige bevolkingsomvang. De stand van de produktietechniek speelt daarin een belangrijke rol.**
- f) **dat alleen stromingsbronnen in aanmerking komen voor de voorziening in de energiebehoefte**

voor recirculatie en produktie. Hiervoor is veel energie nodig. Het is vooral de toepassing van fossiele koolstof, zoals kolen, olie en gas, die sterk vervuilend is voor water, bodem en lucht met grote mondiale consequenties.

In de fase van ontwikkeling naar een duurzame situatie hebben technische installaties, die ingezet worden voor de recirculatie van hulpbronnen, geen rendement van 100%. Er zal dus steeds een zeker verlies optreden. Het gevaar is niet denkbeeldig, dat het daarbij verloren gegane materiaal het functioneren van natuurlijke systemen zodanig nadelig zal beïnvloeden, dat ook het regeneratievermogen in gevaar komt.

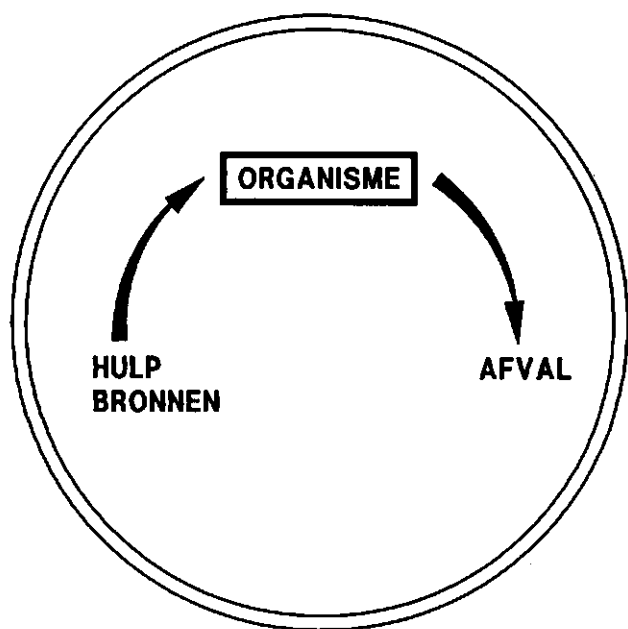
Als een gevolg van de autonome tendens tot uitbreiding, een toenemend gebruik van grondstoffen en energie in het WTK-bestel heeft de Westerse Wereld een welvaartsniveau bereikt, dat voor de huidige bewoners van de Derde Wereld nimmer haalbaar zal zijn, laat staan voor de toekomstige generaties. De opbrengst van hernieuwbare bronnen en de eis van volledige recirculatie van stoffen laten geen ongelimiteerde bevolkingsgroei toe. Integendeel, in een dergelijke optimale eindsituatie is slechts plaats voor een fractie van de huidige wereldbevolking. Daarbij zal het welvaartsniveau van de huidige Westerse Wereld onmogelijk gehandhaafd kunnen blijven. De economische principes zullen moeten worden herzien, waarbij niet meer van een economische malaise zal worden gesproken met een daarbij behorende werkeloosheid, als de economische groei een verstandelijk en vooropgezette negatieve index toont. Het is een absolute noodzaak voor het bereiken van duurzaamheid.

De manier om tot duurzaamheid te komen is misschien via de berekening van een duurzaam nationaal inkomen. Hoe dit inkomen kan worden bepaald is onlangs door Hueting, e.a. aangegeven (9). Deze komt neer op het maken van een raming van kosten bestaande uit het verlies van milieufuncties (lees: grondstoffen, natuurlijke hulpbronnen). Deze kosten moeten deel uit gaan maken van het mechanisme om marktprijzen vast te stellen op basis van vraag en aanbod. Zij kunnen in principe worden gebaseerd op een norm voor een duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Aldus zou via economische weg naar een duurzame situatie toegroeid kunnen worden.

3 Over het ontstaan van ecosystemen en hulpbronnen

De groei van een soort

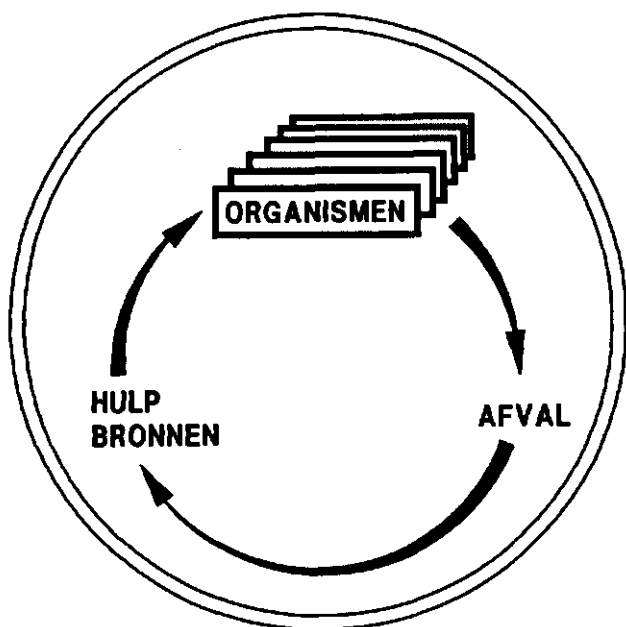
Om de consequenties en de randvoorwaarden voor volledige recirculatie te verduidelijken illustreer ik nog even in het kort de groei van een levend organisme. Bevindt één enkele soort zich in een afgesloten systeem met daarin voor hem geschikte voedingsstoffen, dan zal na enige tijd het aantal soortgenoten toenemen en doorgaans in een steeds versnellend tempo. De groei zal echter niet onbepikt door kunnen gaan en zal stoppen als gevolg van een tekort aan voedingsstoffen dan wel als een gevolg van het door de groei van het organisme geproduceerde afval, dat een negatieve terugkoppeling heeft op de groei (zie figuur 4).



Figuur 4 Milieuverontreiniging door ontbreken van andere soorten

De ontwikkeling van vele soorten in een primitieve samenleving

Volgens de evolutieleer kunnen door mutatieve verandering in erfelijke eigenschappen en aanpassing aan het voorhanden leefmilieu organismen ontstaan, die in staat blijken elkaars afval als voeding te gebruiken. In feite maken de hier bedoelde organismen reeds schoon schip (zie figuur 5). Maar voor de groei is energie nodig. En dat betekende, dat de afvalprodukten een steeds geringere energie-inhoud krijgen. Totdat organismen ontstaan, die m.b.v. het zonlicht de hoog-energetische produkten uit de voorhanden zijnde simpele bouwstenen kunnen maken,



Figuur 5 Volledige regeneratie door soorten rijkdom

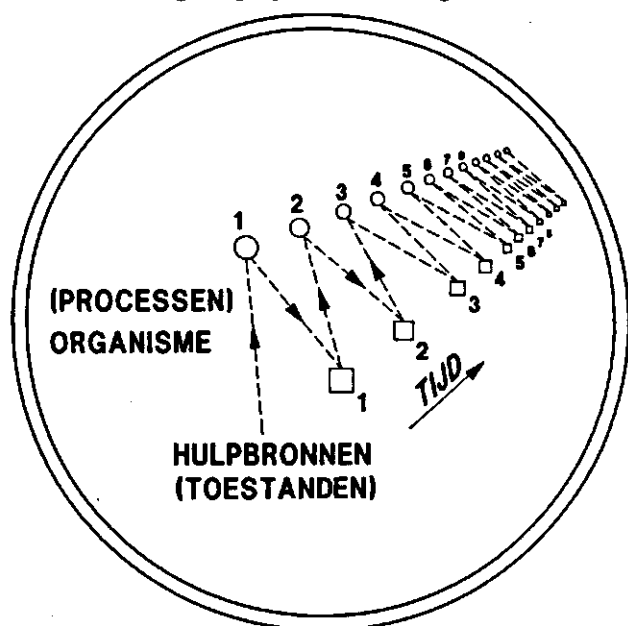
die voor hun groei noodzakelijk zijn. Door deze zogenaamde fotosynthese wordt zonne-energie opgeslagen en kan als het ware een ongebreidelde groei van organismen plaats vinden, terwijl er ook steeds meer soorten ontstaan. De zonne-energie gaat vanaf die periode ook tot de natuurlijke hulpbronnen behoren voor groei en voortplanting.

Echter deze maximale groeisituatie met een ideaal milieu voor elk organisme heeft uiteraard ook zijn beperkingen, want bepaalde essentiële hulpbronnen of voedingsstoffen raken uitgeput. Die dreiging heeft geleid tot het consumeren van elkaar. Zo ontstond een volmaakt harmonisch ecologisch systeem met onnoemelijk veel vormen van leven. Afvalprodukten

werden door organismen weer verwerkt tot hulpbronnen, de groei van organismen werd gereguleerd en dit geheel resulteerde, mede dank zij het benutten van zonne-energie, in een quasi stationaire toestand van volledige recirculatie van grondstoffen.

Evolutie

De hier bedoelde toestand kan uiteraard niet volledig stationair zijn, omdat er ontwikkelingen plaatsvinden, waarbij nieuwe soorten ontstaan en het milieu rond elk organisme zich zeer langzaam met de tijd wijzigt. in figuur 6 is dit uitgebeeld. Zo ontstond er een wisselwerking tussen de beschikbare hulpbronnen en de ontwikkelingsmogelijkheden van organismen.



Figuur 6 De natuurlijke evolutie: een duurzame ontwikkeling

Milieu

Alles wat in de omgeving van een organisme invloed heeft op zijn ontwikkeling, groei en levensmogelijkheden beschouw ik als het milieu van dat organisme. In die zin gebruik ik het begrip ook in de hedendaagse situatie. Dit beeld kan nog algemener worden gemaakt door hulpbronnen als toestanden te zien en de groei en ontwikkeling van organismen als processen. Het milieu is dus een toestand. De toestand bepaalt het verloop, de richting, de mate van een proces. Zo heeft voorafgaande aan de evolutie van levende organismen zich een chemische evolutie afgespeeld als voorbereiding daarop.

Nogmaals duurzaamheid

Zolang daar nog geen mensenhanden aan te pas komen is in mijn visie deze evolutionaire ontwikkeling de meest pure vorm van duurzame ontwikkeling.

In deze zin lees ik ook de woorden van het Brundtland-rapport:

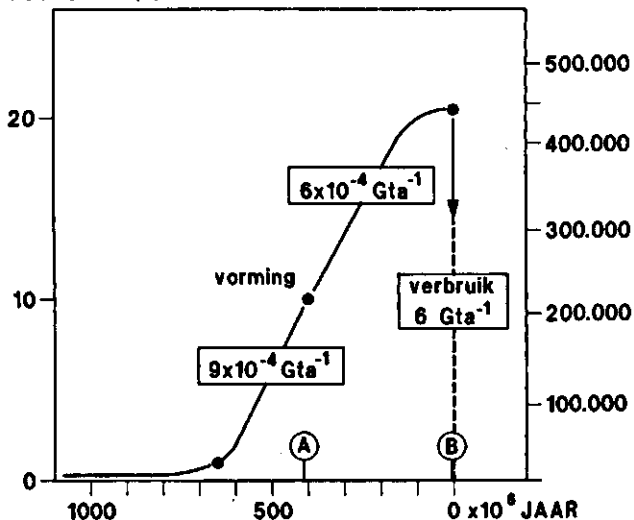
"...in essence, sustainable development is a process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development, and institutional change are all in harmony" (11).

Het ontstaan van reservoirs

In de ontwikkeling van diverse vormen van leven op aarde is belangrijk, dat naast nieuwe levensvormen een deel van de thans aanwezige hulpbronnen, de

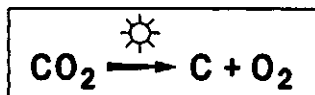
reservoirs, zijn ontstaan. Als voorbeeld hiervan wordt in figuur 7 de vorming gegeven van onze huidige atmosfeer met ongeveer 20% zuurstof en tegelijkertijd de voorraden fossiele koolstof in de bodem. De vorming van zuurstof is voornamelijk het gevolg geweest van de binding van zonne-energie door autotrofe planten, die daarbij het koolzuurgas uit de lucht omzetten in koolstofprodukten en zuurstofgas. Na het afsterven van de planten zijn deze koolstofverbindingen in de bodem, op anaerobe wijze verder omgevormd tot koolwaterstoffen.

ZUURSTOF (%) FOSSIEL KOOLSTOF (Gt)



(A) EERSTE PLANTEN EN DIEREN OP HET LAND $\pm 400 \times 10^6$ JAAR

(B) OORSPRONG VAN DE MENS $\pm 2 \times 10^6$ JAAR



Figuur 7 De vorming van fossiel koolstof en atmosferisch zuurstof

De fotochemische vorming daarvan kan op de meest simpele wijze worden voorgesteld door:



Het koolzuurgas in de atmosfeer werd o.m. aangevuld door geologische processen, zoals uitbarstingen van vulkanen en subducties (het over elkaar schuiven van grote lagen in de aardkorst). Op basis van deze reactievergelijking en de kennis omtrent het verloop van de hoeveelheid zuurstof in de atmosfeer met de tijd, is een schatting te geven van de huidige hoeveelheid fossiel koolstof in de bodem en de snelheid waarmee deze is gevormd.

De totale hoeveelheid fossiele koolstof op deze wijze gevormd komt dan neer op ongeveer 440.000 Gt. Dit is aanzienlijk meer, dan de bewezen en economisch winbare voorraden, die thans bekend zijn (ongeveer 650 Gt) (12).

Het verbruik van fossiele brandstoffen ligt momenteel in de orde van 5-6 Gt per jaar. Dit betekent dat de mens bezig is de koolstofvoorraad op te gebruiken met een snelheid, die 10.000 maal groter is dan de produktiesnelheid van de natuur.

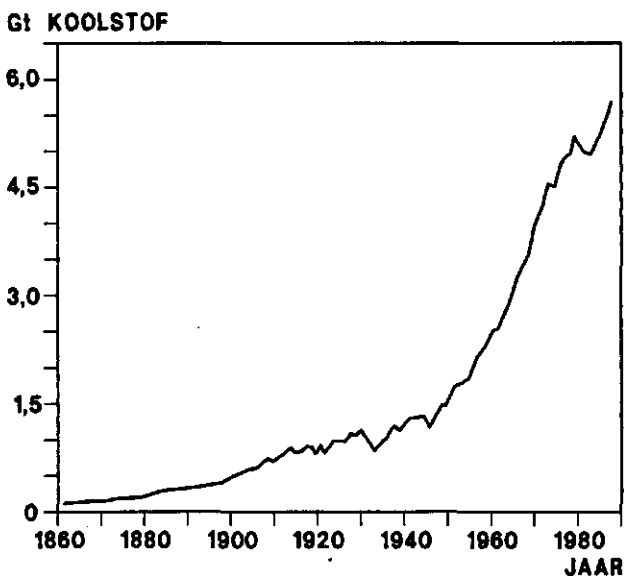
Los van deze onnatuurlijke wanverhouding, heeft de benutting van fossiele koolstof als energiebron voor het menselijke produktieapparaat enorme negatieve gevolgen voor de kwaliteit van water, bodem en atmosfeer. De wijze waarop de mens schier achteloos omgaat met deze overigens niet hernieuwbare hulpbron, is verre van in overeenstemming met duurzaamheid. Bijna alle belangrijke mondiale milieuproblemen, met betrekking tot de atmosfeer,

worden in hoofdzaak of mede veroorzaakt door het gebruik van kolen, olie en gas: de toeneming van het broeikaseffect, die zeer vermoedelijk zal leiden tot klimaatverandering, de verzuring van de atmosfeer en de vervuiling door stof, verzuring van bodem en water en vervuiling door zware metalen, de zomersmog en aantasting van de ozonlaag. En dan spreken we nog niet over de andere vormen van milieubelasting en directe vervuiling van bodem en oppervlaktewater vooral door olie.

4 Het WTK-bestel en het historisch verloop van concentraties

De snelle ontwikkelingen binnen de westerse cultuur in de afgelopen 200 jaar zijn volgens Vermeersch (13) zonder enige twijfel het gevolg van "de ontplooiing van drie essentiële componenten: de wetenschap, de techniek en de kapitalistische economie". Dit totaalsysteem wordt door hem het WTK-bestel genoemd. "Het kan als een samenhangend geheel worden beschouwd, omdat elke vooruitgang in één van de drie deelsystemen een stimulans betekent voor de andere componenten..." De consequenties van het WTK-bestel zijn voor het natuurlijke geheel van ecosystemen zeer ingrijpend. Het is er de oorzaak van, dat sterke afwijkingen zijn ontstaan in de natuurlijke snelheid van de ontwikkelingen van populaties, dat natuurlijke evenwichten tussen organismen uit balans geraken, met als gevolg een in hoog tempo verdwijnen van soorten. Niet alleen vervuiling, maar ook de wijze van beheer van de natuurlijke hulpbronnen en uitputting daarvan kunnen als directe oorzaak van de snelle achteruitgang van de diversiteit van soorten worden aangewezen. Het

WTK-bestel staat daarom haaks op een duurzame ontwikkeling. Een karakteristieke illustratie van de enorme industriële ontwikkelingen geeft het verloop van de koolzuurgas emissie door sterk toenemend gebruik van fossiele brandstoffen (figuur 8).



Figuur 8 Het verloop van de mondiale CO₂ emissie

Een duurzame ontwikkeling zal het doorbreken betekenen van de expansieve werking van het WTK-bestel en in feite een verandering van het maatschappelijk organisatieprincipe (5), (10).

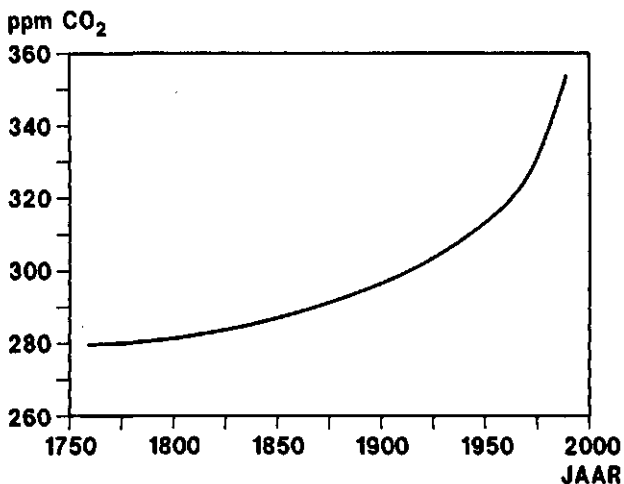
Historisch verloop van verontreinigingsconcentraties

Via grafische voorstellingen, gebaseerd op bepaalde metingen, kunnen veranderingen van concentraties van karakteristieke stoffen in bodem, water en lucht op een tijdas worden afgezet. Met behulp daarvan kunnen we duidelijk maken wanneer bepaalde veranderingen zijn ingezet. Erg sprekend zijn de historische verlopen van concentraties in de atmosfeer afgeleid uit in ijs ingesloten luchtbelletjes. Uit bv. de radioactiviteit van het daar ingesloten koolstof of uit isotopenverhoudingen is de leeftijd van het gasbelletje nauwkeurig bekend. Zie als voorbeeld het koolzuurgas (figuur 9), en het methaangas (figuur 10). Zoals vele andere zijn deze gassen steeds van nature in de atmosfeer aanwezig geweest (14).

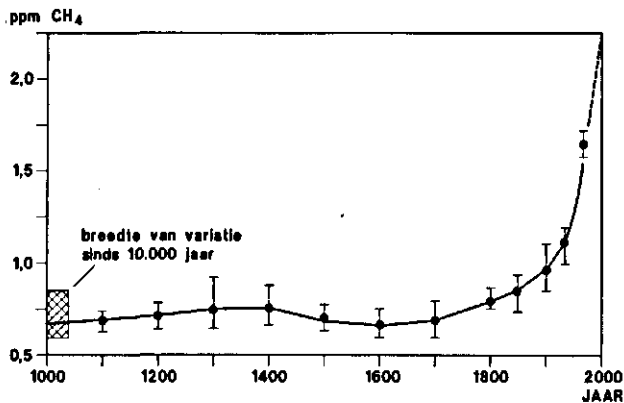
Het koolzuurgas heeft de laatste 100.000 jaar geschommeld tussen 200 en 300 ppm. Door het gebruik van vooral kolen, olie en gas is de concentratie sinds 1750 stijgende, nu met een snelheid van 0.5% per jaar. Figuur 11 toont het verloop van een van de bestanddelen van freongas, dat gebruikt wordt bij de fabricage van schuimplastic, in koelkasten, in spuitbussen e.d.. Het is een natuurvreemd (xenobiotisch) gas, dat sinds zijn toepassing na de Tweede Wereldoorlog een concentratietoename in de atmosfeer vertoont van ca 5% per jaar. Geringe hoeveelheden van dit gas veroorzaken een katalytische afbraak van de ozonlaag. De verblijftijd van dergelijke gassen in de lucht bedraagt enkele honderden jaren (14).

5 De ontwikkeling van de wereldbevolking

In het milieuprobleem is de groei van de



Figuur 9 Het verloop van de concentratie CO₂ in de atmosfeer



Figuur 10 Het verloop van de concentratie methaangas in de atmosfeer

wereldbevolking een essentiële factor. Belangrijk in dit verband is, als bekend, het grote verschil in groeitempo tussen Derde Wereld Landen en rijke geïndustrialiseerde landen. Het zeer hoge groeitempo in de eerste categorie gaat vergezeld van een streven naar verhoging van het welvaartsniveau, met de rijke landen als referentiekader. Dit laatste betekent een sterke groei van de vraag naar hoogwaardige produkten. Een streven naar verhoging van het welvaartsniveau wordt onvermijdelijk geflankeerd door milieu effecten.

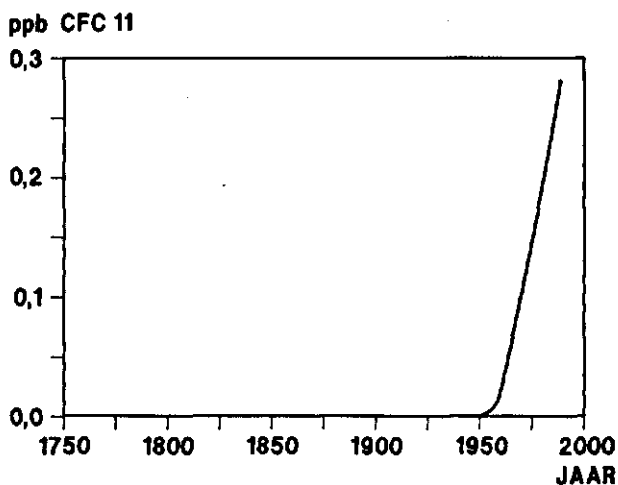
Historisch verloop

De groei van de wereldbevolking werd voornamelijk veroorzaakt door een daling in de sterftcijfers, terwijl de traditionele hoge geboortecijfers niet omlaag gingen, zelfs hier en daar nog toenamen als een gevolg van betere gezondheidscondities van de moeder.

Een grafische voorstelling van de ontwikkeling van de wereldbevolking van het begin van onze jaartelling tot heden is in figuur 12 gegeven (15). Deze grafiek suggereert in vergelijking met de voorgaande grafieken ook een duidelijk verband tussen het verloop van milieu-degraderende stofconcentraties en de opkomst van de industrie in de 18e eeuw.

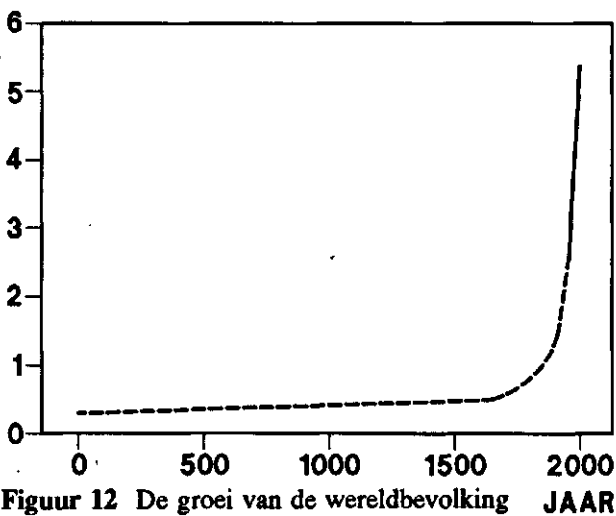
Prognose voor de groei van de wereldbevolking

Hoe de ontwikkeling van de wereldbevolking verder zal verlopen laat zich moeilijk voorspellen. De laatste tijd heeft men een verdubbeling van de wereldbevolking geconstateerd in gemiddeld 40 jaar. De groei heeft voornamelijk in de Derde Wereld



Figuur 11 Het verloop van de CFC 11 concentratie in de atmosfeer

MILJARD



Figuur 12 De groei van de wereldbevolking

plaatsgevonden (16). Men verwacht, dat deze zich voorlopig nog wel zal doorzetten. In 1950 leefde ca. 65% van de bevolking in de Derde Wereld. Reeds in het jaar 2000 verwacht Wolfgang Lutz, leider van het Projekt voor Bevolking en Duurzame Ontwikkeling, dat dit aandeel zal zijn gegroeid tot bijna 80%! (15), (17).

In deze landen varieert de fertiliteit (het aantal kinderen per vrouw) tussen 3 en 6.

Men zou kunnen concluderen, dat de oorzaak van de sterke groei van de bevolking in de Derde Wereld vooral het gevolg is geweest van de bemoeienis van vooral de technologisch verder ontwikkelde Westerse Wereld. Kolonialisatie, goudzoekers, ontginningen van gebieden met waardevolle mineralen voor de westerse industriële produktie, e.d. en wellicht ook de religieuze zendelingen en missies, hebben het authentieke cultuurgoed van de natuervolkeren sterk veranderd en omgebogen.

Volgens Heerink (18) zal het groeitempo van de bevolking in de Derde Wereldlanden op den duur vooral in gunstige zin bepaald worden door stijging van welvaart. Ook de allerarmsten zullen terecht hun aanspraak op verhoging van welvaart doen gelden. Die aanspraak honoreren onder waarborg van een duurzaam voortbestaan van de mensheid, natuur en milieu dwingt de Westerse Wereld onherroepelijk tot een drastisch terugbuigen van welvaarts-ontwikkelingslijnen.

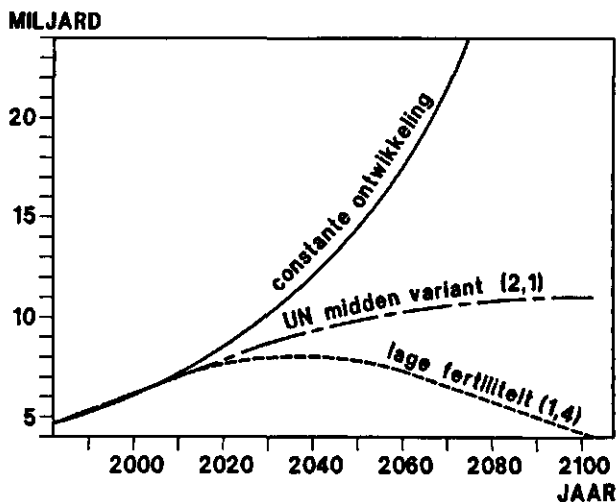
Lutz (15)(17), heeft met zijn groep een aantal scenario's opgesteld voor de groei van de wereldbevolking. Figuur 13 geeft de twee uitersten van de gepresenteerde scenario's weer. Bij een

constant blijven van geboorte- en sterftcijfers blijft de verdubbelingstijd van de bevolking ongeveer 40 jaar, zodat rond het jaar 2060 de bevolking omvang ca. 17 miljard zal bedragen. In het scenario met de geringste bevolkingsgroei zal er altijd nog een groei zijn tot ca 8 miljard mensen in 2035. In dit scenario is verondersteld, dat de gemiddelde leeftijd met 10 jaar zal toenemen in het jaar 2025, maar dat er een snelle daling zal optreden naar een niveau van 1.4 kinderen per vrouw in 2025. In 1985 lag dit niveau voor Europa, de voormalige USSR en Noord-Amerika op 1.97. Dit scenario, zou een afspiegeling betekenen van een hoge sociale en economische ontwikkeling over de hele wereld (17). Elke volgende generatie zal afnemen met 1/3, hetgeen betekent dat op den duur de totale wereldbevolking zal afnemen, waarbij in 2040 de gemiddelde leeftijd van de bevolking 40 jaar en in 2100 dit 50 jaar zal zijn. De huidige gemiddelde leeftijd van de wereldbevolking bedraagt 28 jaar! Dit scenario met de minste bevolkingsgroei is, gezien in het perspectief van duurzame ontwikkeling, het meest gewenste. Helaas moet dit scenario als niet erg waarschijnlijk beschouwd worden. Het toont tevens dat we met een mondiale geboorteregeling al veel te laat zijn, zo we deze gewild zouden hebben.

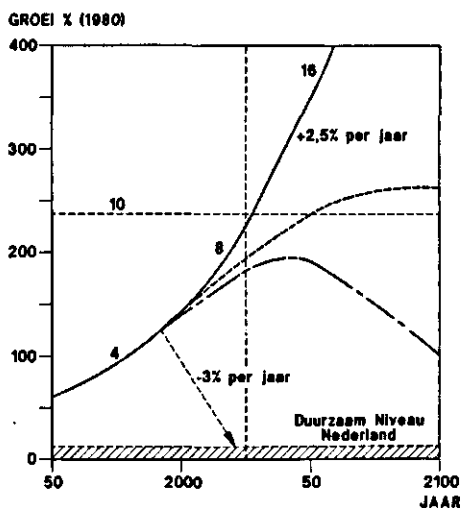
6 Milieubelasting, milieubelastingsindex en wereldbevolking

Bezien wij deze groeicijfers nogmaals, maar dan uitgedrukt in procenten, dan verkrijgen wij het beeld als weergegeven in figuur 14.

De milieubelasting zal door deze ontwikkeling in de bevolkingsgroei sterk toenemen ondanks alle goede voornemens van diverse landen. In Nederland worden



Figuur 13 Uiterste scenario's voor de groei van de wereldbevolking



Figuur 14 Groei en afbouw

reducties van 80-90% aangegeven voor emissies van diverse componenten naar bodem, water en lucht ter bescherming van de natuur en bevordering van duurzaam gebruik van hulpbronnen (8). Exacte vergelijking met de situatie in andere landen vergt veel statistisch rekenwerk. Zeker is, dat de toestand in Oost-Europa aanzienlijk slechter is. Ruwweg zou men kunnen stellen, dat de voor Nederland geldende reductiecijfers voor geheel Europa en wellicht voor de gehele geïndustrialiseerde Westerse Wereld noodzakelijk zijn.

Een vergelijking van deze reductiecijfers met de groeicijfers in figuur 14 demonstreert duidelijk de conflictsituatie waarin we ons bevinden. We raken steeds verder verwijderd van het "duurzame niveau".

Milieubelasting

Om de consequenties van deze groei wat kwantitatiever te kunnen beoordelen, heb ik getracht een norm voor de milieubelasting af te leiden en wel op basis van Nederlandse doelstellingen en het energieverbruik per hoofd van de bevolking.

Omdat de milieubelasting opgebouwd is uit diverse niet gelijknamige elementen, zoals vervuiling, uitputting, verstoring, e.d. is de achteruitgang van de kwaliteit van het milieu als graadmeter voor een duurzaam voortbestaan niet direct in één getal uit te drukken. Misschien dat dit later wel lukt via een omweg door berekening van het zgn. duurzaam nationaal inkomen (9). Om toch enigszins een kwantitatieve afschatting te kunnen maken van de ontwikkeling van de mondiale milieubelasting, wordt de wereld in twee delen verdeeld: de Westerse Wereld en de Ontwikkelingslanden.

Voorts wordt getracht een relatieve maat te definiëren voor de milieubelasting per genoemd 'werelddeel'. Om een houvast te hebben nemen we hierbij aan, dat het *energie-verbruik* c.q. de CO₂-emissie per caput een maat is voor de welvaart. Dit verbruik is in de westerse wereld gemiddeld ca 3.0 ton CO₂ per jaar per caput en in de ontwikkelingslanden is dit ca 0.3. Dit zou dus betekenen dat het welvaartsniveau in de westerse landen 10 x hoger ligt dan in de ontwikkelingslanden.

Milieubelastingsindex

De welvaart is ook een maat voor het beslag op de natuurlijke hulpbronnen en daarom ook een maat voor de milieubelasting per caput. Deze noemen we de 'milieubelastingindex' (= MBI) en is nominaal gelijk gesteld aan de CO₂-emissie per caput per jaar. De totale milieubelasting per werelddeel is dan het produkt van MBI en BV (de bevolkingsomvang in miljarden):

$$MB = MBI \times BV$$

Een schatting van de ontwikkeling van de mondiale milieubelasting kan nu gemaakt worden mede op basis van de bevolkingsgroei. Voor het referentiejaar 1980 en het willekeurig gekozen jaar 2040 is het resultaat weergegeven in tabel 2. Voor het jaar 2040 is aangenomen, dat in de Westerse Wereld een totaalreductie is gerealiseerd van 80% bij een gelijk gebleven bevolkingsomvang. In de Derde Wereld is aangenomen dat het welvaartsniveau met 100% is gestegen en de bevolking is toegenomen van 3.0 naar 9.0 miljard mensen. Hiermee is een ruwe schatting

gemaakt van de toeneming van de totale mondiale milieubelasting van 3.9 naar 6.0.

Dit sterk vereenvoudigd ontwikkelingsbeeld is aan de conservatieve kant, omdat hierbij nog geen rekening is gehouden met bv. het verdwijnen van tropische regenwouden en het tegen die tijd reeds volledig uitgeput zijn van vele minerale bronnen, zoals de meest bekende metalen (waaronder uranium), olie en gas. (Zie ook tabel 1). Voorts is het zeer de vraag of a) de westerse wereld erin zal slagen het verontreinigende emissieniveau terug te brengen naar 20% van dat van 1980 en b) de ook in economisch opzicht explosieve groei van de niet Westerse Wereld, zal leiden tot slechts een verdubbeling van de milieulast.

De conclusie die uit deze sterk vereenvoudigde benadering getrokken kan worden is,

dat van een algehele ontlasting van het milieu in de komende 50 jaren geen sprake kan zijn, indien niet op uiterst korte termijn zeer drastische veranderingen in het gedrag van de mens op allerlei gebied plaatsvinden.

Over de vraag wat de mogelijkheden daartoe zijn, denk ik, dat we ons niet blind moeten staren op de effecten van particulier initiatief. Alle waardering voor de initiatieven van zeer veel welwillende burgers ten spijt, moeten we onder ogen zien, dat de ernst van de milieucrisis, waarin het mensdom mondiaal verkeert om een benadering vraagt, waarin het particulier initiatief - hoe onmisbaar ook - slechts een bescheiden rol zal kunnen spelen. Voor effectvolle pogingen tot milieusanering en milieubehoud zullen we in eerste instantie aangewezen zijn op de politieke wil en daadkracht van vooral bovennationale organen.

Het gedrag van de mens is echter in overeenstemming met zijn geestelijke en technische mogelijkheden. Hij zal daarom moeilijk terug willen naar een status, die met een lagere ontwikkeling overeenkomt. Voor een duurzame ontwikkeling zal dit evenwel een noodzakelijke voorwaarde zijn.

Een mondiale norm voor de milieubelasting

De kunstmatige opsplitsing in de Westerse en Derde Wereld is niet alleen ingegeven in het verschil in de groei van de bevolking, maar geeft ook een mogelijkheid een ruwe benadering te maken van het maximaal aantal mensen op aarde in een duurzame samenleving. Maar dan moet er een grens gesteld worden aan de milieubelasting.

Indien we er van uit gaan, dat het toelaatbaar vervuilingsniveau in Nederland - een basis voor een duurzame samenleving - kan worden bereikt door een verlaging van de milieubelasting tot 20% van het niveau in 1980, en dat dit integraal geldt voor de gehele Westerse Wereld, dan mag de milieubelasting daar maximaal 20% zijn van de hierboven berekende 3 belastingseenheden = 0.6 belastingseenheden. Als we nu gemakshalve aannemen, dat ook voor de rest van de wereld een maximale belasting geldt van 0.6 belastingseenheden, dan mag de totale wereld-milieubelasting 1.2 belastingseenheden bedragen.

$$MB_3 < 0.6$$

en

$$MB_w < 0.6$$

De maximale omvang van de wereldbevolking

Op basis van de gestelde norm van 0.6 als maximum 3 voor de milieubelasting geldt voor elk van de gebieden de volgende betrekking:

$$(BV_{\max})_{3,w} \times (MBI)_{3,w} = 0.6$$

Voor een gegeven index is hiermee de maximale omvang van de wereldbevolking af te schatten. Ter verduidelijking zijn in tabel 2 de berekeningen samengevat voor de jaren 80 en 40 van de maximale omvang van de totale bevolking opgesplitst naar de twee wereldgebieden. Het is duidelijk, dat de duurzame maximale omvang sterk afhankelijk is van het welvaartsniveau, dat in deze schatting wordt vertegenwoordigd door de MBI. Aan deze index is echter ook een ondergrens, die gegeven wordt door het bestaansminimum.

Tabel 2 Schatting van de totale Milieubelasting MB_{tot} en Wereldbevolking BV_{tot}

	$BV_w \times MBI_w + BV_s \times MBI_s = MB_{tot}$				BV_{tot}	
1980 scenario	1.0	3.0	3.0	0.3	3.9	4.0
2040	1.0	3.0×0.2	9.0	0.3×2	6.0	10.0
1980 maximaal	0.2	3.0	2.0	0.3	1.2	2.2
2040	1.0	0.6	1.0	0.6	1.2	2.0

Dit resultaat houdt in, dat levende op het huidige gemiddelde westerse welvaartsniveau, zoals hierboven

is gedefinieerd, en een maximaal toelaatbare milieubelasting van 0.3 in de Derde Wereld er in 1980 plaats was voor een wereldbevolking van maximaal ca 2.2 miljard mensen, waarvan slechts 200 miljoen in de Westerse Wereld. Bij een milieubelastingsindex voor beide gebieden van 0.6 in 2040 volgt een maximale wereld bevolking van ca 2.0 miljard.

7 Conclusie

De conclusie, die ik uit de zojuist gegeven beschouwing wil trekken, laat zich in de volgende punten samenvatten.

1. Theoretisch is een ontwikkeling naar duurzaamheid mogelijk; praktisch zullen maatschappelijke structuren en processen deze ontwikkeling dusdanig temporiseren of onmogelijk maken, dat het natuurlijk regeneratievermogen van natuurlijke hulpbronnen zal verdwijnen. Hiermee wordt een realisatie van een duurzame samenleving in de toekomst zeer onwaarschijnlijk.
2. Groei van de wereldbevolking en economische groei zullen in het midden van de 21e eeuw leiden tot een ernstige crisis. Om deze crisis te typeren zou ik willen volstaan met enkele trefwoorden als: grote tekorten aan middelen om in de primaire levensbehoeften te voorzien, migratie van lagere naar hogere welvaartsgebieden, sterk verhoogde agressiviteit als psychologisch effect van overbevolking, verdediging van eigen nest en soort uitende in versterkte (rassen)discriminatie, ziekten en plagen, etc.

3. Een optimistische schatting van de maximale omvang van de wereldbevolking in 1980 op basis van min of meer duurzame condities bedraagt 2200 miljoen mensen. Dit is ongeveer 50% van de bevolking die er toen in werkelijkheid leefde. Een zelfde schatting voor het jaar 2040 levert een ongeveer gelijk aantal mensen op. Hierbij is het welvaartsniveau voor iedereen gelijk genomen en gesteld op het dubbele van het huidige niveau in de Derde Wereld (d.i. 20% van het huidige niveau in de Westerse Wereld).
De maximale bevolkingsomvang bedraagt dan ongeveer 20% van de bevolking, die er realiter in 2040 wordt verwacht.

8 Epiloog

De mate van energieverbruik zou kunnen gelden als duurzaamheidsindicator. De commissie Brundtland heeft in haar rapport aangegeven, dat de beoogde duurzaamheid onder bepaalde voorwaarden, zoals bij optimale produktie- en gebruiksmethoden, maximale efficiëntie en maximale besparing een halvering van het energieverbruik in de Westerse Wereld zou kunnen worden verwezenlijkt (2).

De algemene Energieraad heeft dit voor Nederland vertaald in een reductie van het energieverbruik van 2600 PJ in 1985 tot 1200 PJ.

Hierbij wordt door de raad ook nadrukkelijk aangetekend, dat een situatie van duurzaamheid niet haalbaar is bij een voortgaande groei van bevolking en economie. Ook de Verenigde Naties erkent officieel, dat de mensheid voor de grootste bedreiging staat in haar geschiedenis, en bedreiging, die zou kunnen

leiden tot massale vernietiging van volkeren, culturen en de mondiale ecologie (4).

Het is eigenlijk onbegrijpelijk, dat de deelnemende landen aan de komende conferentie van de Verenigde Naties in Brazilië over milieu en ontwikkeling met een zo duidelijk geschetst toekomstbeeld, uitsluitend bezig zijn hun eigen nationale belangen veilig te stellen. De voornaamste oorzaak daarvan is m.i. gelegen in het feit, dat de Westerse Wereld niets wenst in te leveren ten koste van eigen economische groei en welvaartspeil. Ook de grote afhankelijkheid van de Derde Wereldlanden, hun miljardenschulden en de bemoeizuchtige neo-kolonialistische houding van de Westerse Wereld spelen een rol (19)(20).

Drie verdragen, die gesloten hadden moeten worden over de bossen, het klimaat en de soortenrijkdom, verschrompelen daardoor tot vrijblijvende principebesluiten. Een duidelijker demonstratie van onmacht kan moeilijk worden bedacht. Men realiseert zich niet, dat men door het vernietigen van het tropisch regenwoud de kip slacht, die straks de gouden eieren zou hebben gelegd. De grootste energieverbruiker van de wereld wenst zich niet vast te leggen m.b.t. de vermindering van de uitstoot van koolzuurgas. De discussie over de soortenrijkdom ontaardt in een juridisch gevecht over de eigendomsrechten van de genen van de organismen.

Men moet zo langzamerhand wel tot de conclusie komen, dat op deze manier duurzame ontwikkeling onrealistisch en onhaalbaar is. De theorieën over hoe het zou moeten zijn blijikbaar niet in overeenstemming met de aard van de mens. Zoals de ontwikkelingen zich nu op mondiale schaal voordoen, zal men moeten

gaan accepteren als een blijkbaar "natuurlijk" proces.

Daarbij zou ik een vergelijking willen maken tussen het mensdom en een individuele mens. De overeenkomst is, dat beide worden geboren en weer sterven na verloop van tijd. Het trieste is wel, dat het mensdom als vorm van leven niet ophoudt te bestaan, zoals dat is gegaan met het verdwijnen van vele miljoenen soorten in de loop van de evolutie. Het verdwijnen van de mensheid wordt in wezen veroorzaakt door haar eigen uiterst milieu-onvriendelijke manier van leven, waardoor het aardse ecosysteem ernstig wordt aangetast. Met het mensdom verdwijnt dan ook een zeer groot deel van andere levensvormen.

Dat men nu steeds duidelijker de laatste dagen van het mensdom ziet aankomen, betekent in mijn ogen bepaald niet, dat men nu maar raak moet leven en moet nemen wat men maar hebben wil. Ik beweer het tegendeel: zoals ook een bejaarde recht heeft op begeleiding en verzorging, zo zal ook het mensdom nu op bejaarde leeftijd een goede begeleiding en verzorging dienen te krijgen.

Het is onze plicht nu meer dan ooit, er voor te zorgen, dat wij niet meer van Moeder Aarde vragen dan wij strikt gezien nodig hebben, of dat zij ons geven kan. Het is duidelijk, dat de basis voor deze zware verzorgingstaak nu door de regeringsleiders effectief dient te worden gelegd. Dit vereist een breuk in de traditionele trend van denken en doen. De jongeren van onze samenleving en vooral onze studenten en afgestudeerden in de milieuhygiëne wacht hier reeds nu een zware taak.

Hiervoor is het noodzakelijk, dat we beschikken over kwalitatief hoogwaardige opleidings- en onderzoeksinstituten. De Landbouwuniversiteit Wageningen heeft nog niet zo lang geleden terecht haar wetenschappelijk terrein opnieuw geformuleerd, waarbij de naam van de Faculteit gewijzigd is in Faculteit der Landbouw- en Milieuwetenschappen. Zij heeft de plicht het mogelijk te maken, dat op het terrein van de milieuhygiëne degelijk onderwijs kan worden verstrekt en goed onderzoek kan worden verricht.

Ik wens de vakgroep Luchthygiëne en -verontreiniging in de toekomst veel succes bij haar belangrijke taak dit onderwijs en onderzoek te realiseren.

Alles overziende, zou ik tot slot nóg een conclusie willen trekken: de milieucrisis waarin we ons nu bevinden, heeft wellicht zijn oorsprong in het verkeerde denkbeeld, dat wij als mensen menen de natuur in bezit te hebben, omdat niemand ons heeft tegengehouden ervan te nemen zoveel we wilden.

Met respect citeer ik de woorden, die rond 1855 zijn uitgesproken door Seattle, het Opperhoofd van de Indianenstammen in Noord-Amerika, toen het grote Opperhoofd in Washington zijn land wilde kopen. Seattle sprak:

"Hoe kun je de lucht, de warmte van het land kopen of verkopen? Dat is voor ons moeilijk te bedenken. Als wij de prikkeling van de lucht en het kabbelen van het water niet kunnen bezitten, hoe kunt u die van ons kopen?...

Dit weten wij: de aarde behoort niet aan de mens. De mens behoort aan de aarde. Dit weten wij: alles hangt

samen, als het bloed dat een familie verbindt. Alles hangt met alles samen. Wat er met de aarde gebeurt, gebeurt met de kinderen van de aarde...". (1).

De toespraak van Opperhoofd Seattle heeft Steven Hogenberk geïnspireerd tot een compositie: "Cantata Ecologica". Deze zal worden vertolkt door het koor van het Wagenings Lyceum, het begeleidingsorkest, Iris de Koomen, sopraan, en Alexander Burrough, spreekstem. Dit geheel wordt geleid door Cees Mobach.

Ik nodig u uit daar nu naar te gaan luisteren.

9 Referenties

1. **Uit: Bewaar het Land, Lies Wiegman, Ver. tot Behoud van Natuurmonumenten. 's Graveland, 1980.**
2. **World Commission on Environment and Development, 1987. "Our Common Future". Oxford University Press, Oxford, New York.**
3. **Het Milieu: denkbeelden voor de 21ste eeuw, Commissie Lange Termijn Milieubeleid van de Centrale Raad voor de Milieuhygiëne, Kerckebosch BV, Zeist, 1990.**
4. **In: "Environment, development, and systems analysis". report to the UN Conference on Environment and Development Secretariat. Options, IIASA, Luxemburg December 1991.**
5. **F. Kleefmann. Duurzaamheid en Dynamiek; aandachtsveld voor ruimtelijke planvorming. Planologische discussiebijdragen 1991.**
6. **Milieukerngegevens Nederland, A. Adriaanse, ed., Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's-Gravenhage 1990.**
7. **S.D. Davis e.a., Plants in danger. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Zwitserland en Cambridge U.K. 1986.**
8. **Zorgen voor Morgen. Nationale milieuverkenning 1985-2010. F. Langeweg, ed., Rijksinstituut voor**

**Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Samson H.D.
Tjeek Willink, Alphen aan den Rijn 1988.**

9. **R. Hueting, P. Bosch en B. de Boer. Methodiek berekening Duurzaam Nationaal Inkomen. Centraal Bureau voor de Statistiek, BPA nr.: 12.130-E10/intern. Voorburg 1991.**
10. **F. Kleefmann en M.J. van der Vlist. Vijf beleidsdocumenten gezien vanuit twee gezichtspunten. In: Ruimte, Water, Milieu: relaties in planning en beleid. Wageningen, 1985.**
11. **Zie (2), pagina 46.**
12. **BP. Statistical Review of World Energy. June 1991.**
13. **E. Vermeersch. Weg van het WTK-complex: onze toekomstige samenleving (1990). In: Het Milieu: denkbeelden voor de 21ste eeuw, Commissie Lange Termijn Milieubeleid van de Centrale Raad voor de Milieuhygiëne, Kerckebosch BV, Zeist, 1990.**
14. **Climate Change. The Intergovernmental Panel on Climate Change Scientific Assessment. World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, 1990.**
15. **L. Arizpe, R. Costanza en W. Lutz. Population and Natural Resource Use. Paper prepared for the International Council of Scientific Unions, ASCEND 21, 1991.**

16. United Nations Population Fund. The state of the World Population. New York 1991.
17. W. Lutz en C. Prinz. Scenarios for the world population in the next century: Excessive growth or Extreme Aging. Working paper. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg 1991.
18. N.B.M. Heerink. Population growth, income distribution and economy development. Florence 1991.
19. L. Slobbe. Wagenings Universiteitblad nr. 9, 5 maart 1992.
20. H. Steketee. De belangen Noord en Zuid bedreigen redding tropisch bos. NRC Handelsblad, 24 maart 1992.