

Onderzoek binnen het Programma 'Hefbomen voor een beleid gericht op duurzame ontwikkeling'; Plan voor wetenschappelijke ondersteuning van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling.

ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN VAN HET CONCEPT MILIEUGEBRUIKSRUIMTE

EINDRAPPORT 2001

Onderzoeksovereenkomst HL/DD/012 bij de DWTC
(Diensten van de Eerste minister – Federale Diensten voor Wetenschappelijke, Technische
en Culturele Aangelegenheden, Wetenschapsstraat 8, 1000 Brussel)

Onderzoekers:

**ind.ing. Walter De Jonge
lic. Joke Van Assche
ir. Bernard Mazijn**

Promotor:

Prof. Dr. R. Doom

INHOUD

1. Inleiding

- 1.1. Belang van de studie in het kader van het programma 'Hefbomen voor een beleid gericht op duurzame ontwikkeling'
- 1.2. Internationale interactie
- 1.3. Doelstellingen
- 1.4. Verwachte resultaten

2. Methodologie

- 2.1. Literatuurstudie milieugebruiksruimte
- 2.2. Vage verzamelingentheorie (fuzzy logic)
- 2.3. Gevalstudie klimaatsverandering
- 2.4. Educatie

3. Resultaten

- 3.1. De milieugebruiksruimte, een vage norm
 - 3.1.1. Milieugebruik, metabolisme
 - 3.1.2. Duurzaam milieugebruik
 - 3.1.3. Het concept milieugebruiksruimte
 - 3.1.4. Sociaal, ecologisch, economisch
 - 3.1.5. Milieuthema's of impactcategoriën
 - 3.1.6. Schaal, allocatie, distributie
 - 3.1.7. Vage normen, vage verzamelingen
 - 3.1.8. Objectief, subjectief, intersubjectief
 - 3.1.9. Uitgebreide milieugebruiksruimte: grens-, richt- en streefwaarde
 - 3.1.10. Meerdere dimensies: fuzzy model
 - 3.1.11. Voorzorgsprincipe: mogelijkheid versus waarschijnlijkheid
- 3.2. Case: klimaatsverandering
 - 3.2.1. De vaagheid van het klimaatsverdrag
 - 3.2.2. Besluitvorming
 - 3.2.3. Eenvoudige berekeningen
 - 3.2.4. Backcasting
 - 3.2.5. Duitse benadering
 - 3.2.6. Conclusie

4. Besluiten en aanbevelingen

- 4.1. Besluiten in verband met het gevoerde onderzoek
- 4.2. Aanbevelingen inzake O & O beleid

5. Bijlagen

Bijlage I:	De milieugebruiksruimte
Bijlage II:	Onderzoekstraditie van het ecosysteem
Bijlage III:	De Technologische onderzoekstraditie
Bijlage IV:	De economische onderzoekstraditie
Bijlage V:	De constructivistische onderzoekstraditie
Bijlage VI:	Een vaag model van de milieugebruiksruimte
Bijlage VII:	Demografische lange termijn projecties

1. INLEIDING

1.1. Belang van de studie in het kader van het programma 'hefbomen voor een beleid gericht op duurzame ontwikkeling'

Rationele besluitvorming, integratie en participatie

Dit onderzoek focust op indicatoren en normstelling voor duurzame ontwikkeling. Het gebruik van indicatoren bij duurzame ontwikkeling wordt reeds vele jaren bepleit door organisaties als de CSD (Commission on Sustainable Development), de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling), Worldbank en het Europees milieuoagentschap. Men vindt pleidooien terug in talrijke publicaties op internationaal niveau (bijvoorbeeld Agenda 21) en nationaal niveau (bijvoorbeeld Federaal Plan Duurzame Ontwikkeling). Ook het programma 'Hefbomen' waaronder dit onderzoek valt, heeft nog andere projecten geselecteerd die focussen op de ontwikkeling en het gebruik van indicatoren. Voorts nam het DWTC in 2000 ook initiatieven met betrekking tot het ontwikkelen van een (meta)databank voor Indicatoren voor Duurzame Ontwikkeling, een project waarbij het Centrum Voor Duurzame Ontwikkeling (CDO) nauw betrokken is.

Het CDO is zelf een vurig verdediger van het gebruik van indicatoren. Dit wordt verder nog toegelicht, maar de essentie van het pleidooi is wel dat men moet streven naar een **rationeel besluitvormingsproces**, t.t.z. dat men moet beslissen en handelen naar een eenduidig vooropgestelde logica die doel, visie en aanpak van de ontwikkeling expliciteert. Indicatoren kunnen helpen bij het duiden van doelstellingen en de logica die men hanteert met betrekking tot duurzame ontwikkeling. Zij maken bovendien evoluties meetbaar en beslissingen evalueerbaar.

De **rationaliteit is beperkt**, door de vele onzekerheden, gebrek aan kennis over de toekomst e.d. Voorts dient opgemerkt dat elke indicator overeenstemt met een parameter waarvan de waarde objectief waarneembaar is, maar de betekenis of het gewicht die men aan de observatie geeft is subjectief. Bijvoorbeeld: in hoeverre is het BNP (objectief waarneembaar) een indicator voor welvaart?

De milieugebruiksruimte lijkt op het eerste zicht een milieu-indicator. Men spreekt in dit geval vaak van een **environmental performance-indicator**, omdat men met een milieugebruiksruimte aangeeft hoe de actuele druk uitgeoefend op het milieu (emissies, grondstofverbruik,...) zich verhoudt tot de druk die men vanuit duurzaamheidsoverwegingen aanvaardbaar acht.

In enge zin zou men kunnen stellen dat de milieugebruiksruimte aangeeft wat de **draagkracht** is van de planeet, draagkracht die dan gekwantificeerd wordt in termen van stofstromen. Elke emissie en elke ontginning van grondstoffen legt beslag op schaarse reserves of beperkte opvangcapaciteiten van het milieu.

Omdat men met dit concept ook de **distributie** van die schaarse middelen onder verschillende bevolkingsgroepen (huidige en toekomstige) en de **allocatie** over verschillende sectoren (of behoeften) viseert, overstijgt men evenwel het strikt ecologische probleem van draagkracht. Wat is een rechtvaardige distributie? Welke preferenties mogen of moeten gehanteerd worden bij de allocatie van de middelen over verschillende behoeften? Dit zijn sociaal-economische vraagstukken en de antwoorden daarop hebben vaak een grote impact op berekeningen van de milieugebruiksruimte.

In elk geval kan men vaststellen dat met de milieugebruiksruimte niet alleen wordt gemeten in hoeverre men de draagkracht van de planeet respecteert, maar ook in welke mate men

rechtvaardig omspringt met de schaarse middelen en/of tegemoet komt aan een aantal preferenties met betrekking tot behoeftebevrediging.

Het concept milieugebruiksruimte kan dan ook enkel geoperationaliseerd worden middels een **geïntegreerde benadering (integrated assessment)**, waarbij men dus zowel de ecologische, sociale als economische aspecten van stofstromen moet beschouwen. Indien men wil speciëren dan is het wellicht beter van te stellen dat deze indicator focust op de materiële aspecten van duurzame ontwikkeling –de stofstromen die behoeftebevrediging in beweging zet. Maar bij de beoordeling van deze materiële aspecten spelen echter zowel ecologische, sociale als economische criteria.

Tenslotte is er het aspect **participatie**, waaraan het onderzoeksprogramma van het DWTC ook aandacht besteedt en terzake specifieke projecten heeft goedgekeurd. Participatie krijgt in het kader van duurzame ontwikkeling eveneens internationaal veel aandacht (zie Agenda 21, CSD, etc...). Aangezien het in dit rapport over indicatoren en normstelling gaat, en in het verlengde daarvan de ondersteuning van besluitvorming, wordt dan ook de aandacht gevestigd op de participatie van de stakeholders (belanghebbenden) in de besluitvorming. De onderzoekers hebben methodologisch een opening gecreëerd die toelaat om een norm (referentiewaarde) als de milieugebruiksruimte tot stand te laten komen middels een participatief proces, t.t.z. met inbreng van de stakeholders (belanghebbenden) betreffende de aanvaarding (perceptie) van risico's, de operationalisering van rechtvaardigheid en de waardering van allocaties van schaarse middelen over verschillende diensten.

Volgens de onderzoekers is participatie van de stakeholders belangrijk als men een maatschappelijk (politiek) draagvlak wenst voor een norm als de milieugebruiksruimte. Immers, pas dan kan men ook verwachten dat de stakeholders overtuigd kunnen worden om te participeren in de implementatie van het beleid dat naar de norm wil handelen. Daarom wordt ook gepleit voor een evenwichtige investering in de objectieve, subjectieve en intersubjectieve kwaliteiten van de kennis die zo'n norm moeten onderbouwen.

Tevens moet de aandacht worden gevestigd op het feit dat dit onderzoek ook focust op de problematiek **klimaatsverandering** (eveneens een terrein waarin het DWTC investeert: programma 'Global Change en duurzame ontwikkeling').

Het thema klimaatsverandering diende als 'case' waaraan de onderzoekers hun generieke conceptie van de milieugebruiksruimte hebben getoetst. Nagegaan werd hoe men de omvangrijke en complexe kennis uit het onderzoek naar klimaatsverandering kan toepassen bij de bepaling van de milieugebruiksruimte.

Dat is geen eenvoudige operatie trouwens, omdat de omvangrijke kennis rond climate change uiteindelijk moet samengevat worden in één norm met betrekking tot broeikasgasemissies. Het CDO wou zich daarbij niet als expert klimaatsverandering profileren –hoe meer het het thema bestudeert, des te bescheidener men wordt.

Toch menen de onderzoekers in het normatief toekomstonderzoek (backcasting) een aanpak te hebben gevonden die toelaat om de complexe kennis rond climate change te onderwerpen aan een participatief normeringsproces. Terzake hoopt het CDO dat dit rapport het onderzoek naar klimaatsverandering kan inspireren, daarbij suggererend welk type van data gewenst zijn voor betere participatieve besluitvorming.

1.2. Internationale interactie

Integrated assessment

Dit onderzoek focust op een concept –de milieugebruiksruimte – dat in Nederland werd gelanceerd door wetenschappers en vooral in West-Europa werd gepropageerd door de milieubeweging.

Oorspronkelijk was het de bedoeling om de toepassing van dit concept – zoals eerder in het buitenland geconcipieerd - in België te ondersteunen. Bij aanvang was er het vermoeden dat het concept reeds voldoende ontwikkeld was – t.t.z. theoretisch onderbouwd en praktisch geoperationaliseerd, zodat het Belgisch onderzoek daarop kon verder bouwen en zich kon concentreren op het uitwerken van praktische toepassingen en een educatief programma dat het concept toegankelijk moest maken voor een breed publiek.

Een kritische lezing van de bestaande literatuur betreffende de milieugebruiksruimte bracht evenwel aan het licht dat er nog heel wat 'fundamenteel' werk aan de winkel was. Er waren duidelijk problemen met de **onzekerheden, gebrek aan kennis en subjectieve keuzen of vooronderstellingen** die opduiken bij iedere berekening van de milieugebruiksruimte. Deze problemen werden door de pioniers erkend en ze worden in vrijwel elke publicatie over de milieugebruiksruimte vermeld.

Hoewel het niet altijd zo werd genoemd, kwam iedereen tot berekeningen van een **hypothetische milieugebruiksruimte**, t.t.z. een berekening gebaseerd op een aantal vooronderstellingen (hypothesen) en/of standpunten met betrekking tot aanvaardbare risico's, rechtvaardigheid en nut van allocaties over bepaalde diensten.

Die vooronderstellingen slaan bijvoorbeeld op de elementaire data die men voor de berekening weerhoudt wanneer men kan kiezen tussen verschillende data. Bij dat laatste wordt de keuze vaak verdedigd als een toepassing van het **voorzorgsprincipe**. Wanneer bijvoorbeeld een milieugebruiksruimte moet worden verdeeld over huidige en toekomstige generaties dan kan men voor het aantal mensen dat nu en later van het milieu gebruik moet maken uit meerdere demografische projecties (bevolkingsprognoses) kiezen. Het voorzorgsprincipe kan er toe leiden dat men voorzichtigheidshalve rekening houdt met een 'pessimistische' prognose, konkreet: een relatief grote bevolkingsgroei.

Er zijn nog andere aspecten die op verschillende manieren in rekening kunnen worden gebracht, zoals het aspect '**rechtvaardigheid**'. Wat verstaat men onder een rechtvaardige verdeling van schaarse middelen? Ook hier worden vaak keuzen gemaakt die evenwel aanvechtbaar zijn. Men bekommt dus een hypothetisch resultaat.

De wetenschappers die zich eerder over het concept milieugebruiksruimte bogen demonstreerden vooral dat de uitkomsten van de berekeningen sterk kunnen verschillen afhankelijk van de standpunten die men hanteert.

Nog andere zaken kwamen aan het licht in de bestaande buitenlandse literatuur. Zo was er in Nederland een discussie ontstaan over de beleidsmatige betekenis van de milieugebruiksruimte of berekeningen daarvan. Een en ander heeft te maken met de **objectiviteit en/of subjectiviteit** van de kennis die men bij berekeningen hanteert en de vraag of de milieugebruiksruimte mag gebruikt worden als norm waaraan de sociale en economische doelstellingen ondergeschikt worden gemaakt. M.a.w. mag men een milieugebruiksruimte hanteren als een '**randvoorwaarde**' waar de sociaal/economische ontwikkelingen zich moeten inpassen (**ecologische inpasbaarheid**)?

De onderzoekers van het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling hebben hierop een antwoord willen geven, middels een herdefiniëring van het concept en een aangepaste methode voor de berekening van de milieugebruiksruimte. De milieugebruiksruimte werd erkent als **intrinsiek vage norm** en het was dan ook een kwestie om die vage norm te berekenen. Daarmee wordt

zowel de discussie objectief/subjectief overbodig en bovendien wordt er een norm gecreëerd die toelaat om 'inpasbaarheid' op een rationele manier te behandelen.

In het verlengde hiervan kan men ook het debat over **sterke of zwakke duurzaamheid** vermelden en de vraag naar een **antropocentrische of ecocentrische** kijk op duurzame ontwikkeling? Hierover zijn internationaal reeds heel wat geanimeerde debatten gevoerd. Het CDO meent dat deze studie terzake een constructieve input kan leveren. De stelling is dan dat men door middel van een participatieve geïntegreerde benadering (participative integrated assessment) de 'zwart-wit'-tegenstellingen tussen sterke en zwakke duurzaamheid, objectief en subjectief, antropocentrisme of ecocentrisme kan verwerken in een kader waar conflict-resolutie mogelijk wordt. Men zoekt dan niet naar dé waarheid, maar overschouwt de mogelijke waarheden.

Vanzelfsprekend willen het CDO haar bevindingen verspreiden in de internationale wetenschappelijke arena, in de hoop dat dit enige reacties losweekt. Voorlopig zijn daartoe slechts enkele bescheiden informele stappen gezet, waarbij het CDO meent dat ze vooral de experts inzake Integrated Assessment (IA) moet aanspreken, meer specifiek deze die zich toeleggen op IA met participatie van de stakeholders, belanghebbenden of betrokkenen. De methode die het CDO ontwikkelde maakt gebruik van wiskundige concepten die men vandaag alles behalve 'alledaags' kan noemen (vage verzamelingentheorie). Hoewel deze theorie vandaag reeds vrij goed bekend is bij de experts Decision Support Systems of DSS (beslissingsondersteuning met formele (wiskundige) systemen), is deze nog maar nauwelijks doorgedrongen tot het onderzoek naar duurzame ontwikkeling. Terzake kan men voorlopig enkel een klankbord vinden bij een relatief kleine groep experts inzake participatief IA. De onderzoekers menen evenwel dat er op relatief korte termijn toch een productieve internationale samenwerking tot stand kan komen waarbij men zich dan kan toespitsen op het gebruik van vage verzamelingentheorie bij integrated assessment. De eerste contacten terzake zijn gelegd en concreet wordt gedacht aan het gezamenlijk indienen van projecten bij de commissie van de EU (een eerste internationaal projectvoorstel waarin het CDO participeerde, is jammergenoeg afgekeurd).

Overigens wordt in eerste instantie de confrontatie aangegaan met Belgische experts en beleidsmensen, om te zien hoe het hernieuwde concept en de methodiek bij ons wordt verteerd. Omdat finaal de klemtoon werd gelegd op de participatie van de stakeholders in de constructie van een milieugebruiksruimte, verandert ook het publiek dat zal moeten oordelen of de hier ontwikkelde methode al dan niet aanvaardbaar is. Daarbij werd alvast duidelijk dat men in participatieve besluitvorming moet zoeken naar relatief eenvoudige procedures. De methode die werd ontwikkeld is mogelijks vatbaar voor verbetering, maar dan misschien ten koste van de toegankelijkheid voor de doorsnee stakeholder. In feite moet men zoeken naar een evenwicht tussen 'technische' perfectie en verteerbaarheid voor een groter publiek, een proces dat zijn tijd zal vragen, en meerdere experimenten vraagt die binnen dit project niet konden worden uitgevoerd.

1.3. Doelstellingen

De doelstellingen werden eertijds in het projectvoorstel als volgt op een rijtje gezet:

Hoofddoelstellingen liggen op het wetenschappelijk terrein:

- bijdrage tot grotere mate van eenduidigheid van het concept 'duurzame ontwikkeling' door onderzoek van de uitgangspunten van verschillende onderzoekstradities;

- situering van de mogelijkheden van het concept 'milieugebruiksruimte' binnen het kader van duurzame ontwikkeling + formuleren van aanbevelingen in verband met de functie van dit concept in het kader van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling;
- het opbouwen van wetenschappelijke kennis omtrent 'milieugebruiksruimte' in België.

Beleidsdoelstellingen (beleidsvoorbereiding en planning van het beleid inzake duurzame ontwikkeling)

- voorbereiding van het gebruik van het concept 'milieugebruiksruimte' in een beleid gericht op duurzame ontwikkeling;
- het versterken van het duurzaam karakter van het ontwikkelingsmodel van geïndustrialiseerde landen;
- het realiseren van een evenwicht tussen sociaal-economische ontwikkeling enerzijds en milieu-ontwikkeling anderzijds;
- bijdrage aan het opstellen van een federaal plan voor duurzame ontwikkeling;
- aanduiden van beleidsautonomie van overheden op het lokaal tot het internationaal niveau voor emissiereducties van broeikasgassen;
- bijdrage tot het onderbouwen van een beleid ter aanmoediging van duurzame consumptie- en produktiewijzen;
- het ondersteunen van beleidsmakers bij het nakomen van internationale verbintenissen.

Maatschappelijke doelstellingen:

- stimuleren van een debat rond de mogelijkheden en beperkingen van de operationalisatie van het concept milieugebruiksruimte in het kader van een maatschappelijke evolutie in de richting van duurzame ontwikkeling;
- aanduiden van de handelingsautonomie van organisaties op het lokaal tot het internationaal niveau voor emissiereducties van broeikasgassen.

In grote lijnen bleven deze doelstellingen gedurende het hele onderzoek gehandhaafd, maar ze werden wel op een andere manier ingevuld dan oorspronkelijk werd verwacht. Deze verschuivingen zijn gemeld in de tussentijdse verslagen die eigenlijk een weerslag zijn van een lang rijpingsproces.

Nogal wat publicaties die tot dit onderzoek aanleiding gaven, suggereren dat de manier waarop een milieugebruiksruimte moet worden berekend reeds in grote lijnen gekend is, en dat het nog maar een kwestie is om deze toe te passen is. Een misvatting. De methode voor de berekening van de milieugebruiksruimte diende nog volledig ontwikkeld te worden, waarbij een gepast wiskundige instrument moest worden gezocht, dat bovendien op een voor de stakeholders toegankelijke manier diende geïmplementeerd te worden. Deze stappen zijn nu allemaal gezet, maar leidden er wel toe dat de nieuwe methode pas operationeel was aan het eind van het onderzoek. Kortom: het 'huiswerk' is af en nu kan het CDO uitpakken met de concrete valorisering van haar bevindingen. Dat gebeurt overigens reeds binnen het kader van een andere onderzoeksproject van het CDO – "Voorraadbeheer binnen de milieugebruiksruimte" (gefinancierd door het Vlaamse Gewest).

Maar het laatste van de maatschappelijke doelstellingen diende dan ook van de agenda te worden geschrapt.

1.4. Verwachte resultaten

De verwachte resultaten liggen vervat in de titel van het onderzoek. De mogelijkheden en beperkingen van het concept milieugebruiksruimte dienden in kaart te worden gebracht. Omdat het onderzoek vertrok met een zeer breed literatuuronderzoek binnen verschillende onderzoekstradities, kon men zich aan allerlei mogelijke wendingen verwachten. Er zijn bij aanvang dan ook nauwelijk concrete verwachtingen geëxpliciteerd, tenzij natuurlijk dat er finaal een bijdrage zou worden geleverd aan het gebruik van indicatoren voor duurzame ontwikkeling, met name dan indicatoren die productie- en consumptie-beleid moeten helpen sturen.

Tijdens de loop van het onderzoek werden de verwachtingen nader geconcretiseerd onder de noemers: rationele besluitvorming, integrated assessment en participatie in besluitvorming (zie 1.1).

2. METHODOLOGIE

De milieugebruiksruimte is een concept waarmee men 'het vermogen om aan de behoeften te voldoen' en de belangen van toekomstige generaties een ondubbelzinnige kwantitatieve inhoud wil geven. Met dit concept wil men dus de weliswaar vage, maar anderzijds breed aanvaarde principes van duurzame ontwikkeling, (gedeeltelijk) operationaliseren. Operationalisering heeft voor het CDO een dubbele betekenis, een wetenschappelijke en een maatschappelijke. Op het wetenschappelijk niveau luiden de vragen:

Wat wordt geoperationaliseerd?
Hoe wordt het geoperationaliseerd?

Het onderzoek richt zich hierbij vooral op de **methodologie** – de stappen van operationalisering, waarbij het proces van operationalisering ook vanuit kennistheoretische hoek (metaniveau) wordt bekeken.

Op het maatschappelijk niveau luidt de vraag:

In welke mate beantwoordt het concept aan de maatschappelijke noden met betrekking tot duurzame ontwikkeling?

Konkreter:

- In welke mate is het concept bruikbaar in de **besluitvorming** gericht op duurzame ontwikkeling?
- Is het concept voor een breed publiek toegankelijk? Deze vraag stelt zich omwille van het belang van **participatie** van alle maatschappelijke geledingen in het proces ' duurzame ontwikkeling')

Dit onderzoek eindigde in een drieluik:

- Besluitvorming: dit eindrapport richt zich tot 'decisionmakers' (beleidsvoerders en vertegenwoordigers van het middenveld), die zich verder kunnen verdiepen in de materie middels bijlagen I tot V.
- Methodologie: De bijlagen VI en VII zijn technische documenten die zich richten tot de experts inzake systemen voor ondersteuning van besluitvorming (decision support systems, integrated assessment, backcasting).
- Participatie en educatie: Participatief integrated assessment (PIA) vraagt om een goede omkadering, die het assessment toegankelijk maakt voor een relatief breed publiek. Het onderzoek van het CDO terzake geeft alvast aan dat PIA niet kan zonder 'inwijding' van de stakeholders in de materie: duurzame ontwikkeling, indicatoren en normen. Enerzijds vereist PIA een goede facilitator die bekwaam moet zijn om de meningen van de stakeholders aan bod te laten komen, wat dan weer veronderstelt dat begrijpbare vragen worden gesteld. Facilitating wordt gemakkelijker naarmate de stakeholders meer ingewijd zijn in de materie en bekwaam zijn om hun preferenties en standpunten terzake uit te drukken. Facilitating wint dan ook bij betere educatie op het gebied van duurzame ontwikkeling. Maar het gaat dan wel om educatie die niet zozeer de mensen moet overtuigen van de noodzaak dat er 'iets' moet gebeuren, maar educatie die mensen voorbereid op deelname in besluitvorming, wat niet alleen een verbreding van feitelijke kennis vraagt, maar ook van een aantal vaardigheden. De experts educatie, zullen zich

voorlopig moeten behelpen met de rapportage die gericht is op decisionmakers. De hoop is vooral dat specialisten agogiek, pedagogie en didactiek hier een uitdaging vinden om te gaan werken aan de voorbereiding van stakeholders op participatieve besluitvorming. In elk geval menen de onderzoekers nu wel een beeld te hebben van de kennis die nodig is om te kunnen participeren in een discussie over de milieugebruiksruimte ('duurzame stofstromen'). Het CDO hoopt op korte termijn meer educatief geïoriënteerd materiaal via internet te kunnen verspreiden (<http://cdonet.rug.ac.be>). Het algemeen plan van een website is klaar en wordt verder kort toegelicht.

2.1 Literatuurstudie milieugebruiksruimte

Het theoretisch onderzoek is gestart met een lezing van publikaties waarin het begrip milieugebruiksruimte centraal staat. Vervolgens werd dit concept geplaatst binnen verschillende onderzoekstradities: de onderzoekstraditie van het ecosysteem, de technologische onderzoekstraditie, de economische onderzoekstraditie en de constructivistische onderzoekstraditie.

In het rapport 'Wetenschappelijk onderzoek en Duurzame ontwikkeling' van Berloznik R. e.a. (VITO-FTU), gebruiken de onderzoekers het concept 'onderzoekstraditie' om de verschillende manieren te beschrijven waarop duurzame ontwikkeling in de wetenschapsbeoefening kan worden ingepast.

Berloznik e.a. haalden dit concept bij de Amerikaanse epistemoloog Larry Laudan en citeren hem als volgt:

“Een onderzoekstraditie is een geheel van theorieën die helpen om een bepaald domein van zowel empirische als conceptuele problemen op te lossen. Een onderzoekstraditie onderscheidt zich van de rest door haar ethische en metafysische keuzes en door haar methodologische voorschriften. Een onderzoekstraditie is niet 'goed' of 'slecht', zij is vruchtbaar of steriel. In tegenstelling tot Kuhns paradigma's kunnen in de schoot van een zelfde onderzoekstraditie rivaliserende onderzoekstradities en verschillende scholen naast elkaar bestaan. Zij zijn een voorbeeld van het 'pluralisme' in de wetenschap en brengen elk hun kijk in op de problemen die zij trachten op te lossen”.

Geïnspireerd door Laudan en anderen komen de onderzoekers van VITO en FTU met betrekking tot duurzame ontwikkeling tot vier onderscheiden onderzoekstradities:

- de onderzoekstraditie van het “ecosysteem”
- de onderzoekstraditie van de groei-economie
- de onderzoekstraditie van de ecologische innovatie
- de constructivistische onderzoekstraditie

Binnen deze tradities wordt gedemonstreerd hoe men op verschillende manieren het probleem (armoede en milieudegradatie) en de mogelijke oplossingen (duurzame ontwikkeling) definieert, analyseert en tot welke rol en taken van de verschillende disciplines in het wetenschappelijk onderzoek deze analyse leidt.

De benadering van de onderzoekers van VITO-FTU heeft het CDO geïnspireerd om een relatief jong concept - de milieugebruiksruimte - te analyseren binnen verschillende onderzoekstradities.

De onderzoekstradities die min of meer sterk gekoppeld zijn aan bepaalde wetenschappelijke disciplines, werden door het CDO beschouwd als actoren die elk op hun manier een wetenschappelijke bijdrage kunnen leveren bij de zoektocht naar duurzame allocatie en

distributie van schaarse middelen. De vraag die men zich kan stellen is dan: hoe kan het concept milieugebruiksruimte geplaatst worden binnen het denkkader van de verschillende wetenschappelijke disciplines (die in dit onderzoek onderscheiden werden als ecologische, technologische, economische en constructivistische onderzoekstraditie). Konkreet zou men kunnen stellen: hoe leg ik het concept milieugebruiksruimte uit aan een ecooloog, ingenieur, econoom, socioloog, filosoof....., welke rol kunnen zij spelen bij de berekening van de milieugebruiksruimte.

Het concept milieugebruiksruimte is een constructie van milieukundigen die weer andere concepten gebruiken als bouwstenen van deze constructie (functies van het milieu, natuurlijke hulpbronnen, milieukwaliteit, etc.). Het concept is ook verwant aan klassieke begrippen als draagkracht, eco-capacity, e.a. De literatuurstudie leidde tot het uiteenrafelen van de constructie 'milieugebruiksruimte'. De relaties tussen de bouwstenen en verwante begrippen uit verschillende disciplines werden onderzocht.

Er werden volgende clusters van begrippen geïdentificeerd die kunnen gerelateerd worden aan het concept milieugebruiksruimte:

- Ecosysteem: draagkracht, metabolisme, milieukwaliteit, voorraad (populatie), functies van het milieu...
- Economie: ontkoppeling, behoeften, schaarste, welvaart/welzijn, kapitaal, produktiviteit, nutsfunctie,...
- Technologie: functie van technologie, efficiëntie, exergie, innovatie, risico,...
- Constructivisme: perceptie, constructie, model, wereldbeeld, mensbeeld, natuurbeeld, waardepatronen, leefstijl...

Raadpleging van experts uit verschillende disciplines gaf echter als resultaat dat de clusters zich verder bleven uitbreiden. Het hoeft niet te verbazen: over schaarste, rechtvaardige distributie en behoeftebevrediging kan vanuit elke discipline veel worden gezegd en bijgedragen.

Na verloop van tijd hebben de onderzoekers beslist om te gaan zoeken naar een denkkader met beperkt 'vakjargon' waarmee de doorsnee 'stakeholder' kan worden aangesproken. De vraag was dan: kan men een reeks begrippen selecteren om vertrekend bij de kennis en ervaringen van Jan-Met-De-Pet, een voor hem/haar toegankelijke constructie van het concept milieugebruiksruimte te maken.

Daarbij werd beslist te vertrekken bij de begrippen behoefte en behoeftebevrediger. Deze kunnen dan gerelateerd worden aan andere concepten die zich net als behoefte en behoeftebevrediger verhouden als vraag en aanbod.

Vraag	Aanbod
Behoefte	Behoeftebevrediger
Functie van het milieu (milieukwaliteit)	Voorraden/hulpbronnen
Welzijn	Productie- en consumptiemiddelen
Dienst	Technologie/produkt
Materiële noden en rechtvaardigheid	Milieugebruiksruimte

De aandacht verschoof van het theoretisch graafwerk naar het ontwikkelen van een praktisch toegankelijk denkkader, waarmee men een breed publiek kan aanspreken.

Uit de literatuurstudie die op de epistemologische aspecten focuste (constructivisme) werden volgende begrippen geselecteerd: 'bepaalde rationaliteit' en de 'objectieve, subjectieve en intersubjectieve criteria' voor beoordeling van kennis. In verband hiermee werd ook meer aandacht besteed aan risk-assessment en het voorzorgsprincipe.

Uit deze literatuurstudie werd dus finaal een voor de stakeholders toegankelijke denkkader weerhouden dat moest dienen als verpakking van de participatieve berekeningsmethode van de milieugebruiksruimte. Bij deze berekeningsmethode moeten aan de stakeholder immers nogal wat vragen worden gesteld omtrent de aanvaardbaarheid van risico's, preferenties inzake behoeftebevrediging en rechtvaardigheid en dat vereist vanzelfsprekend een verklaring waarom die vragen worden gesteld. Het denkkader levert die verklaring en legt daarbij het verband tussen duurzame ontwikkeling en de milieugebruiksruimte.

De onderzoekers zijn overigens van mening dat het denkkader zich uitstekend leent voor participatief Duurzaam Technologisch Onderzoek. Daarbij kan het concept milieugebruiksruimte worden gebruikt binnen een breder integrated assesment van innovatie waarbij zowel de sociale, economische als ecologische aspecten van duurzame technologische ontwikkeling tegelijk en in hun onderling verband worden belicht.

valorisatie

De resultaten van de theoretische beschouwingen zijn de afgelopen jaren meermaals gepresenteerd bij een breder publiek.

- **28 april 1998, Brussel: studiedag DWTC** over 'Indicatoren voor Duurzame Ontwikkeling':
o.a. lezing van W. De Jonge W. en J. Van Assche : '*Milieugebruiksruimte en indicatoren voor duurzame ontwikkeling*'

- **28 oktober 1998, Gent: Informatie- en debatavond** (georganiseerd door CDO):
Milieugebruiksruimte en Energie-efficiëntie: een factor 4?

B. Mazijn: '*Milieugebruiksruimte: stand van zaken van het onderzoek*'

W. De Jonge: '*Milieugebruiksruimte binnen de technologische onderzoekstraditie*'

P. Hennie (Vice-voorzitter Wuppertal Instituut, Duitsland): '*Factor 4: technical and economical savings potentialities in the energy use*'.

Debat met B. Geeraert (Electrabel) en J. vande Putte (Greenpeace)

R. Weiler (TI-Genootschap Wetenschap, Techniek en Maatschappij): conclusies en aanbevelingen

- **Januari-april 2000, Gent: Voordrachtencyclus**: Duurzame ontwikkeling, milieugebruiksruimte en behoeftebevrediging (georganiseerd door CDO)

Het opzet van deze voordrachtencyclus was om wetenschappers van de Gentse Universiteit vanuit hun discipline een licht te laten schijnen op vraagstukken die refereren naar behoeften, behoeftebevrediging en milieugebruiksruimte (of draagkracht).

Volgende lezingen werden gegeven:

26 januari: W. De Jonge, J. van Assche en B. Mazijn: '*Milieugebruiksruimte: operationalisering van een vaag concept*'

- 2 februari: R. Doom (vakgroep Studies van de Derde Wereld): '*Basisbehoeften en armoede*'
P. Gimeno (filosofie): '*Onzekerheid en risicobeleid*'
- 16 februari: L. Lavrijsen/F. Maes (milieurecht / internationaal publiekrecht) en M. De Clerq (algemene economie): '*Juridische en economische grondslagen voor het internationaal verdelen of beheren*'
- 15 maart: N. De Pauw (landbouw), M. Antrop (geografie) en J. Van Assche: '*Afweneteling van socio-ecologische problemen: biodiversiteit, ruimte en energie*'.
- 5 april: P. Van Damme (vakgroep Plantaardige Productie): '*Voedselzekerheid / voedselveiligheid*'
R. Cliquet (bevolkingswetenschappen): '*Bevolkingsgroei*'

- **21 Februari 2001, Brussel: studienamiddag DWTC** (Indicatoren voor Duurzame ontwikkeling: meten is weten?): o.a.lezing van W. De Jongen en Jo Van Assche: '*De milieugebruiksruimte, een vage norm*'

- Twee keer werd met studenten van de Gentse Universiteit (in het kader van de cursus Duurzame Ontwikkeling een oefening georganiseerd rond de operationalisering van het concept milieugebruiksruimte.

De lezingen en oefeningen met de studenten dienden telkens als 'test' om uit te maken hoe men het concept milieugebruiksruimte en een aantal cruciale vraagstukken met betrekking tot duurzame ontwikkeling best presenteert bij een breder publiek.

Finaal was de analyse dat er best een verhaal wordt opgebouwd dat focust op behoeften, behoefteverdigers, schaarste, rechtvaardigheid en nut van de allocatie van de schaarse middelen.

Tevens werd vastgesteld dat men de toehoorders kan teleurstellen wanneer er slechts gewezen wordt op de vele onzekerheden, het gebrek aan kennis en de subjectieve percepties, waarden en preferenties die een rol spelen bij de berekening van de milieugebruiksruimte. Dat werkt deprimerend, wanneer het publiek dan geen methode krijgt aangerijkt die het mogelijk maakt toch tot een oplossing te komen in deze omstandigheden. Er wordt dan wel een serieus probleem aangekaart, maar geen concrete oplossing.

De vaststelling dat het publiek een oplossing verwacht, gaf het onderzoek een belangrijke wending. Naast het aanpakken van de knelpunten die optreden bij de berekening van de milieugebruiksruimte zou een methode worden ontwikkeld om het vraagstuk op een toegankelijke manier op te lossen. Een ambitie die de vraag deed rijzen naar een gepast instrument om vat te krijgen op deze materie. Dit instrument werd gevonden in de vage verzamelingentheorie (zie 2.2).

Om deze wijziging in de uitkomst van het onderzoek te duiden volstaat het allicht twee definities van de milieugebruiksruimte naast mekaar te plaatsen. De eerste is ouder dan deze studie en geeft goed weer hoe het concept werd geïnterpreteerd door anderen:

"Onder milieugebruiksruimte (MGR) wordt zo ongeveer verstaan: de mogelijkheden die natuur en milieu aan de maatschappij bieden voor benutting nu, zonder afbreuk te doen aan

toekomstige gebruiksmogelijkheden. De 'basis' voor dat milieugebruik moet dan dus intact blijven; die basis wordt gevormd door onder andere:

- a) het zelfreinigend vermogen van het milieu,*
- b) het vermogen om hulpbronnen voort te brengen en*
- c) de draagkracht voor menselijke activiteiten.*

Menselijke activiteiten leiden tot beslag op de milieugebruiksruimte. Het milieu heeft tot op zekere hoogte het vermogen tot herstel dankzij een aantal buffers, waaronder de genoemde, die samen de veerkracht of opvangcapaciteit van het milieu bepalen. Met andere woorden: de milieugebruiksruimte geeft aan hoeveel mensen aan materialen uit het milieu kunnen halen en er aan vuil en afval weer in kunnen dumpen, zonder dat de duurzaamheid van dat milieugebruik in gevaar komt, zodat het milieu zich kan herstellen van de claims die de mensen erop leggen".(Opschoor H., 1995)¹

Indien het CDO vandaag een definitie moet geven, dan zou die anders beginnen...

"De milieugebruiksruimte geeft aan hoe belanghebbenden de omvang van de natuurlijke rijkdommen inschatten, welke risico's zij aanvaarden wanneer druk wordt uitgeoefend op het milieu, wat zij verstaan onder een rechtvaardige verdeling van schaarse middelen en welke preferenties zij hebben met betrekking tot het bevredigen van (voornamelijk materiële) behoeften".

Het verschil ligt hem in de overtuiging dat de milieugebruiksruimte geen gegeven is dat men alleen door steeds betere observaties van het milieu kan kennen, maar in eerste instantie een constructie die men grotendeels bij de maatschappelijke belanghebbenden – gebruikers van het milieu- moet zoeken.

Weliswaar spelen natuurwetenschappelijke of empirische feiten omtrent het milieu nog steeds een belangrijke rol, maar even belangrijk is de aandacht voor de manier waarop de mens schaarste en risico's percipieert, het voorzorgsprincipe toepast, rechtvaardigheid kwantitatief beoordeeld en preferenties uitspreekt met betrekking tot de behoeftebevrediging.

De milieugebruiksruimte is niet 'out there', maar 'in ons'. Het is een menselijke constructie. In eerste instantie kan dit het teleurstellende vermoeden wekken dat het dus allemaal subjectief is en derhalve minder waardevol voor de beleidsvoerder die toch 'harde' feiten vraagt.

De milieugebruiksruimte is inderdaad subjectief wanneer zij gebaseerd is op de waarden, risicopercepties en/of preferenties van één individu of belangengroep (stakeholder). Anders wordt het wanneer de milieugebruiksruimte aangeeft hoe de opinies terzake verdeeld zijn in de maatschappij. Met ander woorden: als men kan aangeven hoeveel mensen een bepaalde berekening bijtreden en hoe de milieugebruiksruimte evolueert in functie van verschillende percepties, waarden en preferenties, dan levert dit kennis die beleidsmatig wel degelijk waardevol wordt.

2.2. Vage Verzamelingentheorie (Fuzzy Logic)

Zoals reeds in punt 2.1 werd vermeld had de literatuurstudie omtrent de milieugebruiksruimte weliswaar geleid tot een betere definiëring van het vraagstuk en de knelpunten die daarbij optreden. De literatuur gaf evenwel geen antwoord op het probleem dat werd gesteld.

¹ Opschoor H. (1995), *Krapte aan milieugebruiksruimte*, in: *Oefeningen in duurzaamheid: Perspectieven naar 2040*, Uitgeverij Jan van Arkel, Utrecht, p. 12

Het was duidelijk dat er moest omgegaan worden met onzekerheden, gebrek aan kennis en subjectieve percepties of preferenties. Via een paar omzwervingen (literatuur over beslissingstheorie, meer specifiek over het beslissen in onzekerheid, speltheorie, Baysiaanse statistiek e.d.) kwamen de onderzoekers terecht bij de vage verzamelingentheorie (vage logica of fuzzy logic). Op de Gentse Universiteit zijn er terzake een aantal experts die de onderzoekers er konden van overtuigen hun oplossing in deze tak van de wiskunde te zoeken. Nadat was nagegaan wat de vage verzamelingenleer zoal te bieden heeft, werd beslist om op dit pad voort te gaan. Daarbij dient opgemerkt dat de onderzoekers daarmee geen kwalitatief oordeel vellen over de vage logica versus andere wiskundige technieken zoals Baysiaanse statistiek. De onderzoekers van het CDO voelen zich niet geroepen om daarover uitspraken te doen en willen beklemtonen dat de problemen mogelijks ook op een andere manier kunnen worden aangepakt. De vage logica bleek evenwel bevredigend en heeft overigens het voordeel dat de basisconcepten van deze theorie ook gemakkelijk uitgelegd kunnen worden aan een vrij breed publiek.

De onderzoekers hebben trouwens moeten vaststellen dat men met het concept verzameling eigenlijk de kern van het het concept indicator vat (beide viseren eigenschappen en dienen als middel om zaken te katalogeren). De vage verzameling formaliseert niet alleen waarschijnlijkheden maar ook 'mogelijkheden' –m.a.w. de mogelijkheid dat een bepaalde entiteit aan een bepaalde eigenschap voldoet. Daarmee blijkt dit concept ook de kern van het voorzorgsprincipe te raken. Wie voorzichtig is houdt rekening met wat mogelijk is, zelfs als is de waarschijnlijkheid onbekend.

De onderzoekers kwamen tot de conclusie dat de grenzen van de milieugebruiksruimte kunnen gewantificeerd worden als vage verzamelingen en dat dit zelfs aangewezen is wanneer men de grenzen wil afbakenen met participatie van de stakeholders. Wanneer men niet zozeer één of andere hypothetische berekening van de grenzen beoogt, maar een overzicht wil maken van de mogelijke hypothetische grenzen dan kan op basis van consultatie van stakeholders een mogelijksdistributie van de grenzen worden opgemaakt en dat is dan een vage verzameling.

Consultatie van de literatuur over risk-assessment en milieunormering, vestigde de aandacht op de concepten **grens-, richt en streefwaarden**. De onderzoekers legden het verband tussen streefwaarde en milieugebruiksruimte en definieerden een 'uitgebreide milieugebruiksruimte' waarin de drie waarden als vage verzamelingen worden afgebeeld.

Daarnaast werd een aanzet gegeven tot de constructie van een **multidimensionale milieugebruiksruimte** en haar applicatie bij de beoordeling van de (evolutie van) de milieudruk.

Deze benadering heeft dan tot gevolg dat de berekening van de milieugebruiksruimte moet worden voorafgegaan met een onderzoek (enquête) naar risicopercepties, waarden en preferenties in de maatschappij. Dit onderzoek was niet voorzien in dit project.

De onderzoekers hebben zich overigens eerst moeten bezinnen over de vraag hoe men de resultaten van dergelijk onderzoek zou moeten verwerken in de berekening van de milieugebruiksruimte (wat resulteerde in het gebruik van **vage verzamelingen**). Tevens werd snel duidelijk dat dergelijke bevragingen bij de stakeholders moet ondersteund worden met informatie die hen toelaten zicht te krijgen op soms complexe materie waarin zij stelling moeten nemen, waarbij **backcasting** –normatief toekomstonderzoek- een nuttig instrument bleek te zijn (zie 2.3).

Het oorspronkelijk doel dat – weliswaar impliciet - de berekeningen van de milieugebruiksruimte inhield, is gewijzigd naar het ontwikkelen van een participatieve methode voor de berekening van de milieugebruiksruimte. Toch blijft het eindresultaat tegemoet komen aan de voornaamste –strategische- bedoelingen die oorspronkelijk werden gesteld.

Overigens zijn de onderzoekers ervan overtuigd dat de gewijzigde operationalisering van het concept beter bestand is tegen de kritiek die wordt opgeroepen wanneer men een hypothetische milieugebruiksruimte als ecologische randvoorwaarde naar voor schuift. Bovendien moet worden beklemtoond dat een participatieve berekening van de milieugebruiksruimte voor de doelgroepen wellicht veel leerrijker en overtuigender is, dan de confrontatie met één of enkele hypothetische resultaten.

De implementatie van nieuwe methoden –inclusief nieuwe wiskundige concepten – is niet eenvoudig. Diegenen die vrij nauw betrokken zijn bij het milieubeleid of het beleid gericht op duurzame ontwikkeling, hebben wel kennis van het domein op zich, en de meesten pleiten voor een geïntegreerde benadering met participatie van de stakeholders. Evenwel zijn slechts weinigen vertrouwd met de problemen die snel opduiken wanneer men deze ambitie tracht waar te maken: problemen die van epistemologische of kennistheoretische aard zijn, problemen die tenslotte een filosofische 'visie' vereisen. Komt daar nog eens bij dat men voor het ontwikkelen van modellen (systemen) die de besluitvorming moet ondersteunen moet uitpakken met wiskundige technieken die voor velen onbekend zijn. Men kan niemand het gebrek aan kennis terzake verwijten. Overigens, vele experts inzake Integrated Assessment, zijn nu bezig om voor henzelf de kennistheoretische knelpunten uit te klaren. Zo is de koppeling van risk-assesment en stakeholdertheorie nog maar vrij recent voor de eerste keer gemaakt.

Hoewel tijdens de loop van het onderzoek de finale doelstellingen nooit zijn gewijzigd, werd wel steeds duidelijker dat er een aantal tussenstappen moeten worden gezet, die overigens niet alleen noodzakelijk zijn bij de beleidsmatige implementatie van het concept milieugebruiksruimte, maar bij participatief Integrated Assessment in het algemeen. Waar oorspronkelijk gedacht werd dat beleidsvoerders en andere doelgroepen moeten geconfronteerd worden met berekeningen van de milieugebruiksruimte, blijkt nu dat ze moeten betrokken worden in een participatief proces dat de berekening moet ondersteunen. De stakeholders moeten dan ook worden voorbereid op participatie in normstelling. Daarbij mag het belang van expertsise op het vlak van didactiek, pedagogie en agogiek niet worden onderschat, aspecten die binnen het kader van dit onderzoek niet ten gronde konden worden belicht. Men zou kunnen stellen dat dit onderzoek een taak heeft klaargelegd voor experts didactiek, pedagogie en agogiek.

2.3. Gevalstudie klimaatsverandering

Hoewel met het concept milieugebruiksruimte allerlei vormen van milieudruk kunnen worden belicht (verschillende emissies en grondstofontginningen) werd in de oorspronkelijk projectbeschrijving als casestudie klimaatverandering geselecteerd.

De milieugebruiksruimte vestigt de aandacht op de schaarste van het milieukapitaal, waarbij het milieu grosso modo kan beschouwd worden als bron (leverancier van grondstoffen, land,...) en put (opvangcapaciteit voor emissies). In die zin kan het milieu ook erkend worden als een reservoir waarin broeikasgassen kunnen worden geëmitteerd, weliswaar in beperkte mate omdat men een versterkt broeikas effect riskeert. De vraag hoeveel broeikasgassen men mag emitteren wanneer men duurzame ontwikkeling beoogt is zeer ingewikkeld?

Men moet weten welke de **aanvaardbare risico's** zijn die de emissies met zich meebrengen. Als men wil weten hoeveel koolstofdioxide mag geëmitteerd worden moet men dit in verhouding plaatsen tot andere broeikasgassen. Bovendien kunnen de gassen in de atmosfeer accumuleren over een **lange tijdshorizon** en de effecten (klimaatsverandering) kunnen veel later optreden dan de emissies. Er moet dus ook een verdeling van de toegestane emissies in de tijd gebeuren (over huidige en toekomstige generaties). Binnen één generatie kan men ook een herverdeling van de emissies beogen (tegenkomen aan rechtvaardigheidseisen) en tenslotte kan de toegestane emissie ook worden verdeeld over verschillende behoeften of sectoren.

Het geheel wordt nog ingewikkelder wanneer men rekening wil houden met de mogelijkheid dat koolstofdioxide ondergronds of op de zeebodem wordt opgeslagen, wanneer men wil rekening houden met het tempo waarin alternatieve energiebronnen kunnen worden ontwikkeld, etcetera.

Hoe kan men dergelijke vraagstukken behandelen in een participatorisch proces? De participatie van de stakeholders blijft immers noodzakelijk aangezien men tot uitspraken moet komen over wat als een rechtvaardige verdeling wordt gezien, over welke risico's aanvaardbaar zijn of niet en over welke behoeften meer of minder energie (en de daaraan gekoppelde emissies) opeisen.

Het probleem dat zich stelt is dat de stakeholders weliswaar moeten worden geconsulteerd, maar daarbij ook geholpen moeten worden om beter inzicht te krijgen in de gevolgen van de keuzen die ze maken. Anders komt men tot vrijblijvende antwoorden: iedereen wil meer rechtvaardigheid, minder risico's en een zo hoog mogelijke welvaart. Probleem is echter dat men een compromis moet vinden, en bijvoorbeeld welvaart moet afwegen tegen risico's. De onderzoekers vonden in een Nederlands backcasting-model een gepast instrument om de participatie terzake te begeleiden. Het model is enerzijds relatief eenvoudig, maar kwantificeert anderzijds toch de belangrijkste parameters waarover men de stakeholders moet consulteren.

Overigens blijkt dat backcasting toepasbaar is bij een breder assortiment van stofstromen en het bovendien vrij toegankelijk is voor een relatief breed publiek.

Bij backcasting worden eerst de wensen voor de toekomst gekwantificeerd (in casu wensen met betrekking tot stofstromen), waarna vervolgens gezocht wordt naar een bevredigend transitiepad dat de huidige situatie met die gewenste toekomst verbindt.

Het onderzoek naar de case klimaatsverandering leverde dus een instrument op dat geschikt is voor het ondersteunen van participatieve besluitvormingsprocessen. Backcasting laat een overzichtelijke evaluatie toe van belangrijke aspecten van duurzame ontwikkeling, zoals respect voor de draagkracht van het milieu en rechtvaardige en effectieve allocatie van schaarse middelen. Derhalve ondersteunt het perfect de berekening van de milieugebruiksruimte.

Het probleem dat zich bij backcasting stelt is het ontelbaar aantal mogelijke scenario's (een oneindig aantal gewenste toekomstige situaties en een oneindig aantal transitiepaden). In dit onderzoek werd vastgesteld dat men backcasting zou moeten combineren met een degelijk instrument dat toelaat de scenario's te beoordelen op basis van hun duurzaamheid of daarvan afgeleide criteria. De grote krachtlijnen voor een methode terzake worden in dit rapport (3.2) toegelicht.

Het backcastingmodel wordt gecombineerd met een participatieve 'multicriteria-evaluatie'. De methodologie is weliswaar in grote lijnen uitgetekend, maar is zeker nog niet operationeel. Niet alleen is daarvoor een grondiger onderzoek van verschillende wiskundige opties nodig, maar bovendien stellen zich ook praktische knelpunten met betrekking tot de interactie met

experten die gegevens moeten aanvoeren inzake climate change, energie-technologie, demografische ontwikkelingen e.d.

Finaal komen de onderzoekers tot de conclusie dat backcasting een instrument is met enorme slagkracht, omdat het toelaat kennis van experts te combineren met kennis/standpunten van de stakeholders. Maar een goeie backcast, vraagt een serieuze inspanning waarbij experts uit verschillende disciplines hun rol zullen moeten spelen.

Het resultaat is dus een voorlopige methode, voorlopig voor wat betreft de berekeningstechnieken, evenwel niet voorlopig voor wat betreft de grote lijnen van de methodologie: dat is het gebruik van backcastingmodellen waarin de scenario's geëvalueerd worden (bijvoorbeeld middels multicriteria analyse of een expertsysteem). Tevens staat vast dat de output van de berekening een vage verzameling (possibiliteitsdistributie) mag zijn die als input kan dienen voor de constructie van een milieugebruiksruimte of toegepast kan worden in andere instrumenten van de Operations Research (lineair programmeren e.d.). De methode is dus wel voldoende rijp om te propageren bij beleidsvoerders en een breder publiek dat kan betrokken worden in de besluitvorming, maar men mag niet de illusie wekken dat het om een eenvoudige techniek gaat. Een multidisciplinaire aanpak is nodig, maar – gelukkig – ook mogelijk.

De onderzoekers beslisten daarnaast om voorlopig een snellere procedure voor de berekening van de milieugebruiksruimte voor broeikasgasemissies naar voor te schuiven, waarbij dan beroep kan worden gedaan op beschikbare kennis.

In elk geval is er voor gezorgd dat de berekeningsmethoden niet blokkeren op het gemis aan gedetailleerde data. Men kan zich dus altijd uit de slag trekken met 'vermoedens' of schattingen. Kortom, het feit dat de berekeningen op termijn beter kunnen, hoeft geen aanleiding te geven tot besluiteloosheid.

valorisatie

Een eerste aanzet tot valorisatie van het onderzoek naar climate change (focus op backcasting) gebeurde via publicatie van het boek 'Duurzame ontwikkeling meervoudig bekeken' (Gent, Academia Press, 2000) waarvan een van de onderzoekers (B. Mazijn) de redactie op zich nam.

Twee artikels in dit boek waren van de hand van de onderzoekers:

W. De Jonge, B. Mazijn en J. van Assche: '*Milieugebruiksruimte: operationalisering van een vaag concept*', p. 1 - 67

J. Van Assche: '*Afwenteling van socio-ecologische problemen, partim energie*', p. 261-283

Dit boek werd gepresenteerd op een academische zitting naar aanleiding van het vijfjarig betsaan van het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling, een zitting waarop prof. A.

Verbruggen, de kabinetchef van de Vlaamse minister voor Leefmilieu en G. Verhofstadt, de eerste minister van België een lezing hielden, naast B. Mazijn (CDO) en prof. J. Rotmans van de Universiteit van Maastricht (expert Integrated Assessment).

Ook in haar bijdrage tot het MIRA-S rapport (scenario-onderzoek van de Vlaamse milieu-administratie) heeft het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling het gebruik van backcastingmodellen vooropgesteld.

2.4. Educatie

Het belang van educatie is reeds eerder toegelicht. Er zijn ook concrete stappen gezet naar de educatieve sector (onderwijs, milieu-educatie, modiale vorming), waarbij het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling niet alleen zijn visie op Duurzame Ontwikkeling en het gebruik van het concept milieugebruiksruimte aan de man brengt. Het uitgangspunt daarbij was wel dat de onderzoekers van het centrum deskundig kunnen zijn inzake duurzame ontwikkeling, maar daarom nog niet deskundige zijn in educatie (didactiek, pedagogie). Het centrum heeft dan ook de bescheiden houding aangenomen dat ze enkel kan melden wat volgens haar relevante materie is die middels educatie naar een breed publiek kan worden gebracht. Daarbij bleef de manier waarop men dit overbrengt min of meer een open vraag.

Een vraag die daarbij bijzondere aandacht verdient is deze: in hoeverre dient het brede publiek vertrouwd te worden gemaakt met het feit dat men vaak moet beslissen in onzekerheid. Is het noodzakelijk dat men ze confronteert met begrippen als 'beperkte rationaliteit', 'constructie', 'bevredigende versus optimale oplossingen', 'waarschijnlijkheden en mogelijkheden', 'objectieve, subjectieve en intersubjectieve criteria...'. Beslissen in onzekerheid is geen typisch probleem dat opduikt bij duurzame ontwikkeling.

Het is een probleem dat men vrijwel dagelijks tegenkomt. De vraag is dan wat onder 'algemene vorming' wordt gekatalogeerd en wat er specifiek onder de noemer 'educatie duurzame ontwikkeling valt'. De onderzoekers hebben terzake het debat met mensen uit de educatieve wereld geopend en hopen alvast dat dit in de toekomst vruchten kan afwerpen.

15 december 2000, Gent: Seminarie educatie: 'Milieugebruiksruimte en andere indicatoren voor duurzame ontwikkeling'

B. Mazijn: *'Het CDO, haar onderzoek en de verwachtingen inzake educatie'*

W. De Jonge: *'De milieugebruiksruimte, een constructie'*

J. Van Assche: *'Een duurzaamheidsbarometer voor een stad, co-design met stakeholders'*

Eerder werd reeds gewezen op de clusters van relevante begrippen die het literatuuronderzoek in de verschillende onderzoekstradities opleverde. Duidelijk is nu dat men de educatieve wereld niet mag confronteren met een lijst van relevante concepten, maar dat ze een meer samenhangend verhaal zoeken, waarin verschillende concepten aan mekaar worden gelieerd. Voorlopig resulteerde dat in een ontwerp van een educatieve website die in hoofdzaak volgende concepten aan mekaar moet verbinden:

- Behoeften, behoeftebevredigers, goederen en diensten, kapitaal (sociaal- ecologisch, economisch), voorraden, stromen
- Fysische relatie met het milieu, versus sociale relatie met het milieu (constructivisme)
- Functies van het milieu, impactcategoriën (thematische benadering): verstoringsketen, normeringsketen (DPSIR-frame).
- Milieudruk is functie van demografische ontwikkelingen, welvaartsniveau en technologische efficiëntie
- Risico-perceptie met stakeholders: grens-, richt en streefwaarden.
- Nut, rechtvaardigheid en schaal
- Beperkte rationaliteit (onzekerheden, gebrek aan kennis), het voorzorgsprincipe, en learning organisations
- Indicatoren, normen, milieugebruiksruimte
- Normatief toekomstonderzoek, backcasting

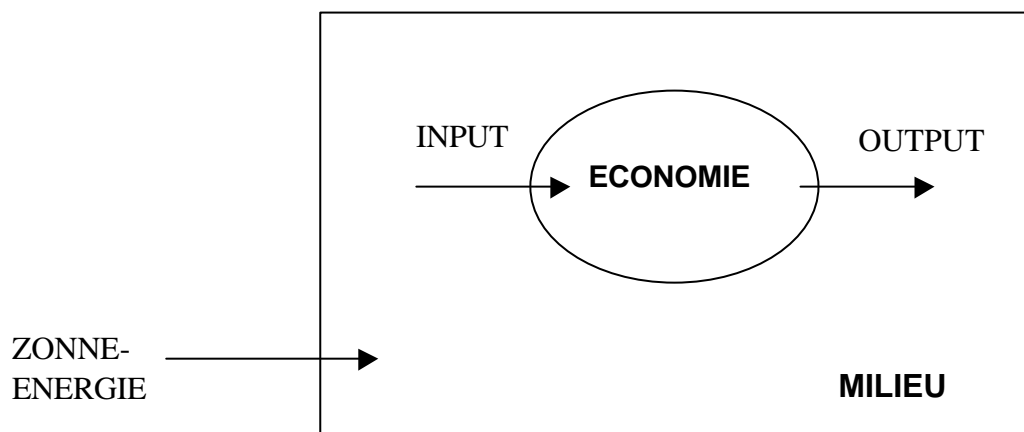
Bedoeling moet zijn dat de website participatief integrated assessment (PIA) ondersteund, waarbij de bepaling van de milieugebruiksruimte slechts een concreet voorbeeld is van PIA.

3. RESULTATEN

3.1. De milieugebruiksruimte, een vage norm

3.1.1. Milieugebruik, metabolisme

Het milieu wordt gebruikt als bron (grondstoffenleverancier) en put (opvang van emissies).¹ Het milieugebruik leidt vaak tot vervuiling, aantasting en uitputting van het milieu, reden waarom men ook vaker spreekt van milieudruk (met negatieve connotatie) in plaats van milieugebruik. Met het concept milieugebruiksruimte wordt gefocust op de 'duurzaamheid' van het milieugebruik of de milieudruk. De milieugebruiksruimte moet dan aangeven hoeveel grondstoffen men mag onttrekken of oogsten en/of hoeveel afvalstoffen men mag lozen in het milieu, gesteld dat men het milieu op een duurzame manier wil gebruiken. De relatie tussen mens (maatschappij, economie) en milieu wordt vaak bondig geïllustreerd met onderstaande figuur:



Figuur 1: Mens, maatschappij of economie gebruikt milieu als grondstoffenleverancier en als dumpplaats voor emissies (afval, lozingen).

In figuur 1 wordt de stofwisseling of het metabolisme tussen de economie (maatschappij, mens) en zijn omgeving geëxpliciteerd. De economie ligt ingebed in een omgeving (milieu), onttrekt grondstoffen aan die omgeving (input van de economie), gebruikt deze stoffen, transformeert ze, en dumpt ze in een gedegradeerde vorm weer in het milieu (output).

Stofwisseling (metabolisme) is een begrip uit de ecologie (biologie, biochemie) en de economie wordt hier ook beschouwd als een organisme dat zichzelf in stand houdt ten koste van zijn omgeving. De economie is dus een open systeem en de actuele constellatie van dat systeem maakt dat het niet kan leven of overleven zonder toevoer van energie en materialen uit zijn omgeving. Zonder die toevoer zou het economisch systeem snel aftakelen. De economische activiteiten leiden tot de productie van afval (hetzij in gasvorm, vloeibare vorm of vaste vorm) en deze moeten worden afgevoerd omdat de accumulatie daarvan binnen de economie niet mogelijk of ongewenst is.

De handhaving van het economisch systeem zou onheroepelijk gepaard gaan met een afbraak van het milieu, ware het niet dat dit milieu op zijn beurt weer een open systeem is dat voortdurend gevoed wordt door zonne-energie. De zon is een krachtige motor die wind

genereert, een watercyclus in stand houdt, en de planten in staat stelt om uit water, koolstofdioxide en eenvoudige nutriënten levensnoodzakelijke weefsels op te bouwen. Wind, water en planten (en micro-organismen) worden op hun beurt weer aangesproken door 'hogere' organismen, waaronder de mens. De mens gebruikt wind en water vooral als verdunnings- en afvoermedium voor tal van afval-emissies en in mindere mate als mechanische energiebron. Overigens wordt ook de zonne-energie rechtsreeks aangesproken (serres, zonneboilers, fotovoltaïsche cellen). Daarnaast maakt de mens ook gebruik van een aantal voorraden van abiotisch materiaal (mineralen, ertsen) en gefossiliseerde planten (gas, olie, steenkool) die zich de voorbije miljoenen jaren hebben opgestapeld.

Hoewel het milieu over een stevige externe motor beschikt (de zon), blijft de capaciteit om biomassa te produceren beperkt. Niet alleen is de oppervlakte waar planten kunnen groeien beperkt, maar ook het vermogen van planten om te groeien wordt beperkt, hetzij door externe factoren zoals beschikbaarheid van water en/of nutriënten, hetzij door de 'kwaliteiten' van de plant zelf.

Rivieren verdunnen niet alleen lozingen. Dank zij de aanwezige micro-organismen worden nogal wat stoffen afgebroken zodat ze weer als nutriënt (voedingsstof) kunnen dienen voor planten (en micro-organismen). Sommige lozingen zijn evenwel ronduit toxisch en een kritische dosis of concentratie kan al dan niet onherstelbare schade toebrengen aan het leven in het water. De concentratie aan toxische stoffen moet dus binnen bepaalde grenzen blijven en ook het reinigend vermogen van de micro-organismen mag niet worden overschat. Kortom, de natuur stelt grenzen aan de input van materialen en energie en aan de output van emissies, ten minste wanneer men ook de toekomstige generaties nog wat overlevingskansen wil bieden. Of men die grenzen wil respecteren of niet, is een louter ethische kwestie, maar dat die grenzen bestaan valt niet te ontkennen.

Waar liggen die grenzen? Hoe kan men ze bepalen of meten? Deze vragen zijn onderwerp van het onderzoek naar de milieugebruiksruimte.

3.1.2. Duurzaam milieugebruik

Om het begrip duurzaamheid te duiden wordt meestal verwezen naar de definitie van de Brundtland-commissie. Deze commissie die, middels haar bekend rapport 'Our Common Future' de Verenigde Naties adviseerde, definieerde duurzame ontwikkeling als een ontwikkeling *"that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs"*².

De behoeften van de huidige generaties moeten dus bevredigd worden, maar daarbij dienen de belangen van de toekomstige generaties te worden gerespecteerd. De middelen waarmee zij hun behoeften moeten bevredigen mogen niet ondermijnd worden.

Hiermee vestigt de commissie in eerste instantie de aandacht op het feit dat de huidige generatie zichzelf grenzen zal moeten opleggen. Men mag het milieu gebruiken, maar niet zodanig aantasten, vervuilen en uitputten dat er voor de nakomelingen (bijna) niets meer rest. Kortom de milieudruk mag bepaalde fatsoensgrenzen niet overschrijden. Daarmee is met betrekking tot duurzame ontwikkeling een '**schaal-factor**' geïntroduceerd. De totale milieudruk van de huidige generatie als groep wordt gelimiteerd.

Voorts stelt de Brundtland-commissie: *"Zelfs in de meest enge zin beschouwd, veronderstelt duurzame ontwikkeling een bekommernis om de sociale billijkheid tussen de generaties, die zich logische wijze ook binnen een zelfde generatie moet voordoen"*³. Daarmee wordt een

'**rechtvaardigheids-factor**' (billijkheids-factor) ingevoerd. Men moet een billijke verdeling van de middelen nastreven, zowel inter- als intragenerationeel.

De Brundtland-commissie vestigt specifiek de aandacht op het concept behoeften, "*en meer bepaald de essentiële behoeften van de armsten, aan wie de allergrootste prioriteit moet worden toegekend*".

Hiermee wordt met de termen 'essentiël' en 'prioriteit' de aandacht gevestigd op de '**nuts-factor**'. Men kan het milieu omwille van allerlei behoeften onder druk zetten, maar er zijn vanuit het nuts-perspectief toch wel prioriteiten te stellen.

Men zal overigens steeds ervaren dat nuts-vragen en rechtvaardigheids-vragen mekaar doorkruisen. Het concept nut zet de focus op preferenties en wensen van de behoeftige en deze kunnen vanzelfsprekend ook min of meer billijk zijn. Overigens zal ook de schaal-factor mee bepaald worden door nuts- en rechtvaardigheids-overwegingen. Hoewel verder in deze tekst de drie factoren steeds naast mekaar worden opgesomd, dient men steeds voor ogen te houden dat het geen strikt gescheiden aspecten zijn van duurzame ontwikkeling. Meer nog: er moet geen strikte eenduidige scheiding worden nagestreefd, maar juist een aggregatie van deze drie factoren. **De milieugebruiksruimte is nu juist een concept waar bij operationalisering zo'n aggregatie van nut-, rechtvaardigheids- en schaal-overwegingen tot stand komt.**

Vaak wordt met betrekking tot duurzame ontwikkeling de driedeling gemaakt tussen ecologische, economische en sociale aspecten (soms wordt het institutionele aspect als een vierde categorie onderscheiden). Het mag gezegd dat men effectief een integrale benadering moet nastreven en bovendien, dat men moet opletten met het toewijzen van bepaalde vraagstukken aan bepaalde disciplines. Het is onverstandig om de schaalfactor toe te wijzen aan 'ecologisch' onderzoek, de rechtvaardigheidsfactor aan 'sociaal' onderzoek en de 'nutsfactor' aan economisch onderzoek. Weliswaar kan men vaststellen dat de mainstream van een discipline focust op één bepaalde factor (economische wetenschappen bijvoorbeeld focussen vooral op allocatie), en mogelijks over het ene meer kennis kan inbrengen dan over het andere, maar de scheiding is niet absoluut en ze mag zeker niet worden gecultiveerd. Integendeel, de drie of meer partijen (ook bestuurskundigen en juristen kunnen een rol spelen) dienen zich samen over de drie factoren te buigen.

De milieugebruiksruimte moet gezien worden als een produkt van **Integrated Assessment**, een interdisciplinaire analyse van het milieugebruik. Interdisciplinariteit komt niet tot stand in een opsomming van meerdere gespecialiseerde analyses, meer enkel in de synthese⁴.

3.1.3. Het concept milieugebruiksruimte

De Nederlandse milieu-econoom Opschoor die als één van de eersten het concept milieugebruiksruimte hanteerde in het discours over duurzame ontwikkeling, defineert het concept onder andere als volgt:

"Onder milieugebruiksruimte wordt zo ongeveer verstaan: de mogelijkheden die natuur en milieu aan de maatschappij bieden voor benutting nu, zonder afbreuk te doen aan toekomstige gebruiksmogelijkheden. De 'basis' voor dat milieugebruik moet dan dus intact blijven; die basis wordt gevormd door onder andere:

- a) het zelfreinigend vermogen van het milieu,*
- b) het vermogen om hulpbronnen voort te brengen en*
- c) de draagkracht voor menselijke activiteiten.*

Menselijke activiteiten leiden tot beslag op de milieugebruiksruimte. Het milieu heeft tot op zekere hoogte het vermogen tot herstel dankzij een aantal buffers, waaronder de genoemde, die samen de veerkracht of opvangcapaciteit van het milieu bepalen. Met andere woorden: de

milieugebruiksruimte geeft aan hoeveel mensen aan materialen uit het milieu kunnen halen en er aan vuil en afval weer in kunnen dumpen, zonder dat de duurzaamheid van dat milieugebruik in gevaar komt, zodat het milieu zich kan herstellen van de claims die de mensen erop leggen”⁵

De algemene definitie van duurzame ontwikkeling wordt dus in feite geconcretiseerd in termen van stofstromen tussen economie en milieu. Het gegeven is dan dat de economie als open systeem zou moeten rekening houden met beperkingen inzake input vanuit en output naar het milieu, tenminste wanneer dit systeem als 'duurzaam milieugebruiker' wil gecatalogeerd worden.

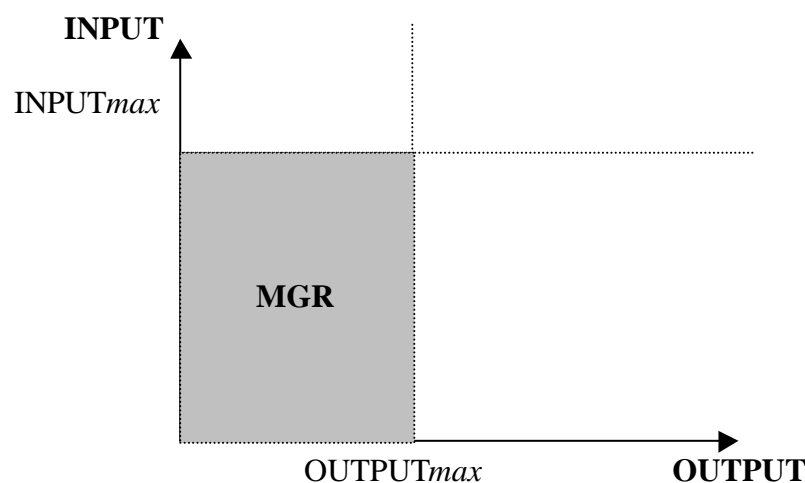
Aangezien ons hier de input en output van de economie interesseren kan men de toestand van de economie op elk moment bondig beschrijven als een object met twee attributen, INPUT en OUTPUT, die op iedere moment een bepaalde waarde hebben.

Indien men de grenzen kent - dat is $INPUT_{max}$ en $OUTPUT_{max}$ - dan zou het systeem (het beschouwde object) dus vanuit milieuoogpunt duurzaam zijn wanneer de waarden van de attributen INPUT en OUTPUT kleiner zijn dan deze gegeven maxima⁶.

Duurzaam milieugebruik veronderstelt dus dat aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

$INPUT < INPUT_{max}$, en
 $OUTPUT < OUTPUT_{max}$

De milieugebruiksruimte dekt dan alle combinaties van INPUT- en OUTPUT-waarden die aan deze ongelijkheden voldoen. In onderstaande figuur wordt dit gevisualiseerd. De grijze zone, waar de combinatie (INPUT, OUTPUT) binnen de maximale waarden ligt, is dan een '**milieugebruiksruimte**': binnen deze zone zijn de stofstromen duurzaam.



Figuur 2: Milieugebruiksruimte (MGR) wordt begrensd door maximale input en maximale output.

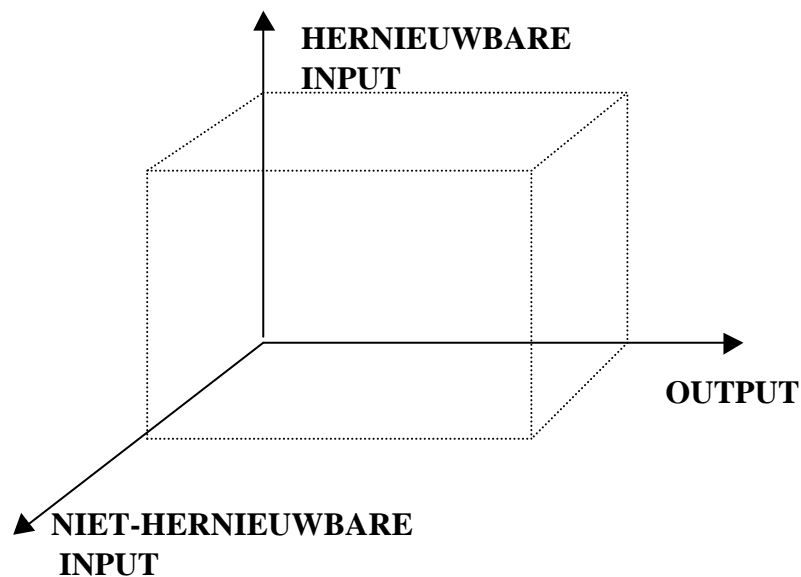
Vaak laat men zich leiden door de stelregels van Daly, die reeds geruime tijd terug duurzame stofstromen preciseerde en velen inspireerde zoals Meadows e.a. die het aldus samenvatten:

“Hiermee kunnen de lange-termijn-grenzen of uiterste grenzen van duurzaamheid aan de doorstroom worden gedefinieerd:

- Voor een vernieuwbare grondstof -grond, water, bos, vis - kan het duurzaam gebruiksniveau niet hoger zijn dan de natuurlijke herstelsnelheid. (Visvangst kan bijvoorbeeld duurzaam zijn wanneer de hoeveelheid gevangen vis gelijk is aan de aanwas die de overblijvende hoeveelheid vis kan voortbrengen).
- Voor een niet-vernieuwbare grondstof -fossiele brandstoffen, hoogwaardige minerale ertsen kan het duurzaam gebruiksniveau niet hoger zijn dan het tempo waarin een vernieuwbare en duurzaam benutte grondstof daarvoor beschikbaar komt. (Een olievoorraad kan duurzaam worden gebruikt wanneer een deel van de winst systematisch zou worden geïnvesteerd in zonnecollectoren of in de aanplant van bomen, zodat wanneer de olie op is, een even grote stroom van vervangbare energie beschikbaar blijft.)
- Voor een vervuilende stof kan het duurzame niveau waarop geloosd wordt niet hoger zijn dan het tempo waarin de schadelijke stof kan worden teruggewonnen, geabsorbeerd of onschadelijk gemaakt door het milieu. (Een rioering kan bijvoorbeeld in een rivier of in een meer duurzaam lozen zolang de organismen in het water de geloosde voedingsstoffen kunnen opnemen).⁷

Daly noemt dit ‘operational principles of sustainable development’. Duurzame ontwikkeling wordt dus deels vertaald in een aantal principes met betrekking tot het metabolisme tussen maatschappij en milieu.

Indien we deze principes grafisch afbeelden dan krijgt de milieugebruiksruimte drie dimensies. De OUTPUT blijft gehandhaafd, maar de input wordt verder opgedeeld in de dimensies HERNIEUWBAAR en NIET-HERNIEUWBAAR.



Figuur 3: Een milieugebruiksruimte, geïnspireerd door de stelregels van Daly.

Duurzaam metabolisme impliceert dus dat:

$OUTPUT < OUTPUT_{max}$;
 $INPUT_{HERNIEUWBAAR} < INPUT_{HERNIEUWBAAR_{max}}$; en
 $NIET-HERNIEUWBARE INPUT < NIET_{HERNIEUWBARE_INPUT_{max}}$

In dit geval worden dus drie **impact-categoriën** van stofstromen bepaald: deze die niet-hernieuwbare hulpbronnen uitputten, deze die hernieuwbare bronnen aanspreken en deze die de opvangcapaciteit van het milieu belasten⁸.

Het is belangrijk te wijzen op een belangrijke bron van begripsverwarring. Er cirkuleren definities van het begrip milieugebruiksruimte die suggereren dat de milieugebruiksruimte staat voor het geheel aan grondstofvoorraden en opvangcapaciteiten van het milieu. Kortom men koppelt de term aan wat ook wel genoemd wordt: het milieukapitaal. Evenwel wordt in de praktijk de **milieugebruiksruimte gekwantificeerd in termen van stofstromen**, t.t.z. de mate of het tempo waarin men het kapitaal exploiteert. Hoewel kennis van het kapitaal (voorraden, opvangcapaciteiten) wel degelijk nodig is om te kunnen bepalen in hoeverre men er gebruik kan van maken, moet men dus goed inzien dat men zoekt naar een duurzaam gebruik van het kapitaal. Om bij economische metaforen te blijven: men zoekt naar een duurzaam rentenierschap.

Omdat het concept milieugebruiksruimte een rol moet gaan spelen als indicator, heeft de aandacht voor de stofstromen het bijkomend voordeel dat men zich beleidsmatig laat leiden door parameters die vrij snel reageren op nieuwe economische tendenzen. Wijzigingen in de activiteiten leiden sneller tot wijzigingen in de stofstromen, terwijl wijzigingen in het milieukapitaal vaak fors najlen op de wijzigingen in de activiteiten. Het kapitaal kan ook onderhevig zijn aan plotse veranderingen die gevolg zijn van langdurige accumulatie. Daarmee is niet gezegd dat indicatoren die een beeld geven van het kapitaal niet interessant zijn, maar ze zijn onvoldoende. In verband hiermee kan men het gebruik van het DPSIR-frame alleen maar aanmoedigen. De zogenaamde state-indicatoren (toestand) focussen dan effectief op de kwaliteit en kwantiteit van het milieukapitaal, terwijl de **pressure-indicatoren** (druk) focussen op het gebruik van dit kapitaal⁹.

3.1.4. Sociaal, ecologisch, economisch

Met betrekking tot de relatie tussen het begrip duurzaamheid en het concept milieugebruiksruimte moet evenwel een en ander worden uitgeklaard. Tot hier werd behoedzaam gesproken over duurzaamheid van het metabolisme, om aan te geven dat slechts een beperkt aantal 'attributen' of kenmerken van de economie wordt beschouwd. Men mag niet stellen dat daarmee de economie (de maatschappij) voldoende is belicht om ze te beoordelen op duurzaamheid.

Men zou kunnen stellen dat duurzaamheid impliceert dat men zich binnen de milieugebruiksruimte bevindt (of zich daar binnen een redelijke periode naar begeeft), maar de omgekeerde implicatie mag men niet maken.

Konkreet staat er dan:

ALS 'economie is duurzaam' DAN 'economie zit binnen MGR'

Maar deze redenering mag zeker niet worden omgekeerd. Volgende uitspraak is dus fout.

ALS 'economie zit binnen MGR' DAN 'economie is duurzaam'.

Bij dat laatste wordt het concept duurzaamheid fors mishandeld. Het suggereert immers dat de toestand van de stofwisseling tussen economie en milieu het enige criterium is, op basis waarvan men kan oordelen of de economie duurzaam is of niet. Een suggestie die niet verzoenbaar is met de algemeen aanvaarde opinie dat duurzame ontwikkeling een breed assortiment van sociale, economische en ecologische aspecten omsluit. Er moet dan ook zeer omzichtig omgesprongen worden met de betekenis die men aan de norm

milieugebruiksruimte geeft. Zeer zeker dient deze als referentiepunt voor duurzame ontwikkeling, maar het is onverantwoord deze als enig referentiepunt te gebruiken. In sommige publicaties over milieugebruiksruimte ziet men die foute omkering van de implicatie wel eens maken, maar men mag allicht aannemen dat het een 'slip-of-the-tongue' is. Het gebeurt trouwens vaker bij gebruik van indicatoren. Men mag het dan wel eens zijn dat duurzame ontwikkeling kan waargenomen worden aan de hand van bepaalde parameters (indicatoren), maar daarmee is nog niet gezegd dat die parameters volstaan om conclusies te kunnen trekken met betrekking tot duurzaamheid.

Kortom: de milieugebruiksruimte is **onvolledig** (niet compleet, zo heet het soms in besluitvormingstheorie) om de eigenschap 'duurzaamheid' te dekken.

Evenwel is het moeilijk om in algemene termen te vatten welke aspecten van duurzame ontwikkeling al dan niet gedekt worden door de milieugebruiksruimte. Het is zeker niet zo dat het een louter ecologische aangelegenheid is. De normen worden ook bepaald door sociale en economische overwegingen.

Stel bijvoorbeeld dat men de milieugebruiksruimte van een bepaalde economische sector of een bevolkingsgroep beschouwt. Dan is de draagkracht van de natuur weliswaar één aspect (het ecologisch criterium), maar er spelen ook sociaal-economische criteria: hoeveel allocceert men naar die gegeven sector, of hoeveel 'krijgt' die bevolkingsgroep. Deze allocaties of distributies kan men bezwaarlijk ecologische problemen noemen.

Indien men de milieugebruiksruimte – als indicator – enigszins wil duiden, dan is het mogelijks best om aan te geven dat deze vooral de **materiele aspecten van duurzame ontwikkeling** viseert. Het immateriële blijft grotendeels buiten schot. Met de milieugebruiksruimte focust men op stofstromen (materie en energie). Het was geen onderwerp van deze studie, maar het valt misschien te overwegen om te zoeken naar compleetheid middels complementaire indicatoren inzake geldstromen en informatiestromen.

Voorts moet men opletten met het begrip 'randvoorwaarde'. Operationaliseert men met de milieugebruiksruimte randvoorwaarden waaraan de economie zich hoe dan ook moet verbinden, wil er sprake zijn van duurzaamheid?

Hier stelt zich de vraag naar het gewicht van verschillende criteria bij de beoordeling van de economie op zijn duurzaamheid. Zijn de ecologische of materiële criteria belangrijker dan de andere? Geldt het primaat van de milieugebruiksruimte en moet al de rest zich daar inpassen? Eén belangrijk argument om aan de milieugebruiksruimte als beslissingcriterium een zwaar gewicht toe te kennen ligt in het feit dat dit criterium de belangen van de toekomstige generaties expliciteert. De toekomstige generaties zijn hoe dan ook in de meerderheid, maar ze kunnen zich vandaag niet verdedigen.

Omtrent het gewicht van de milieugebruiksruimte als beslissingcriterium wordt in dit rapport geen standpunt ingenomen. Uitgangspunt is dat de berekening van de milieugebruiksruimte niet automatisch hoeft te betekenen dat men ze respecteert.

Hier wordt dus een loskoppeling beoogt van de milieugebruiksruimte als resultaat van een onderzoek naar de duurzaamheid van stofstromen enerzijds en een beleidsmatige of politiek bedongen norm (meerderheidsstandpunt) anderzijds.

Overigens zal verder in dit rapport nog blijken dat de grenzen die de milieugebruiksruimte afbakenen alles behalve scherp zijn. Beleidsmatig kan men de lat hoger of lager leggen, met dit verschil dat met kennis van de milieugebruiksruimte de keuze tussen hoger of lager niet meer met de natte vinger wordt gemaakt. Verder wordt dit nog nader toegelicht .

Bedoeling moet zijn met behulp van de milieugebruiksruimte de beleidsdoelstellingen te toetsen aan **de belangen van de toekomstige generaties** en in het verlengde daarvan ook te kijken naar de billijkheid van de verdeling van schaarse middelen (natuurlijke hulpbronnen) tussen Noord en Zuid (rijk en arm), én de toerekenbaarheid (nut) van de allocatie van middelen. De milieugebruiksruimte is dan één bron van kennis die de bepaling van beleidsnormen kan ondersteunen, maar het spreekt vanzelf dat terzake ook nog andere kennis – met name sociaal-economische en institutionele kennis - een rol kan spelen.

In dit onderzoek werd dan ook een methode ontwikkeld die mikt op een efficiënte productie van kennis inzake de milieugebruiksruimte, waarbij een volledige maar ruwe verkenning wordt verkozen boven het uitspitten van een detail. Deze kennis levert dus alsnog geen beleidsnorm, hoogstens een inspiratiebron terzake.

3.1.5. Milieuthema's of impactcategoriën

De milieudruk bestaat uit een complex stelsel van stofstromen tussen het milieu en het economisch systeem (de stofwisseling of het metabolisme van de maatschappij). Sinds geruime tijd worden de talrijke stofstromen gerangschikt volgens zogenaamde impactcategoriën of milieuthema's. Zo kent men het milieuthema klimaatsverandering waaronder alle emissies worden geïdentificeerd die het broeikas-effect versterken: koolstofdioxide, methaan, stikstofdioxide, CFK's, ... De impactcategorie (milieuthema) verzuring focust op emissies die het milieu verzuren: stikstof- en zwavelverbindingen.

Meestal kan men de druk van de verschillende stoffen binnen een bepaalde categorie aggregeren. De verzuringsdruk die stikstof- en zwavelverbindingen veroorzaken kan men aggregeren (optellen) onder de noemer zuurequivalenten, terwijl de druk van verschillende broeikasgassen kan opgeteld worden onder de noemer CO₂-equivalenten. In dat laatste geval komt het hierop neer: een bepaalde hoeveelheid methaan wordt omgerekend in een equivalente hoeveelheid CO₂ die hetzelfde broeikas-effect heeft als de gegeven hoeveelheid methaan. M.a.w. men vraagt zich af hoeveel CO₂ men zou moeten emitteren om hetzelfde effect te hebben als de gegeven hoeveelheid methaan en dat levert dus een hoeveelheid CO₂-equivalenten. Is deze omrekening gebeurd voor alle broeikasgassen, dan kan men finaal alle CO₂-equivalenten optellen.

Binnen elke impactcategorie is dus een aggregatie mogelijk. Veel moeilijker is het om tot een aggregatie te komen van bijvoorbeeld verzurende emissies en broeikasgassen. Het probleem is in feite dat men dan appels en peren moet optellen, stofstromen die totaal verschillende milieueffecten veroorzaken. Soms moet men die 'som' wel maken om tot een besluit te kunnen komen. Stel bijvoorbeeld dat een bepaald productieproces A meer broeikasgas-emissies veroorzaakt dan proces B, maar A is minder verzurend dan B. Wat is dan het beste productieproces? Men zal meestal een oplossing zoeken door het toekennen van gewichten aan verzurende emissies en broeikasgasemissies. Zie levenscyclus-evaluatie (Life Cycle Assessment of LCA, ecobalansen) en milieu-effecten rapportage (MER). Merk op dat het bij deze beoordelingsprocedures in het algemeen gaat over de vraag of het ene alternatief (produkt, proces) al dan niet beter is dan het andere alternatief. Men stelt zich dus tevreden met een relatieve beoordeling (rangschikking van alternatieven), en dat is heel wat anders dan een absolute beoordeling waarbij gevraagd zou worden of het ene of andere alternatief goed (duurzaam) is of slecht. Met de milieugebruiksruimte zal men zich juist op dat soort vragen richten.

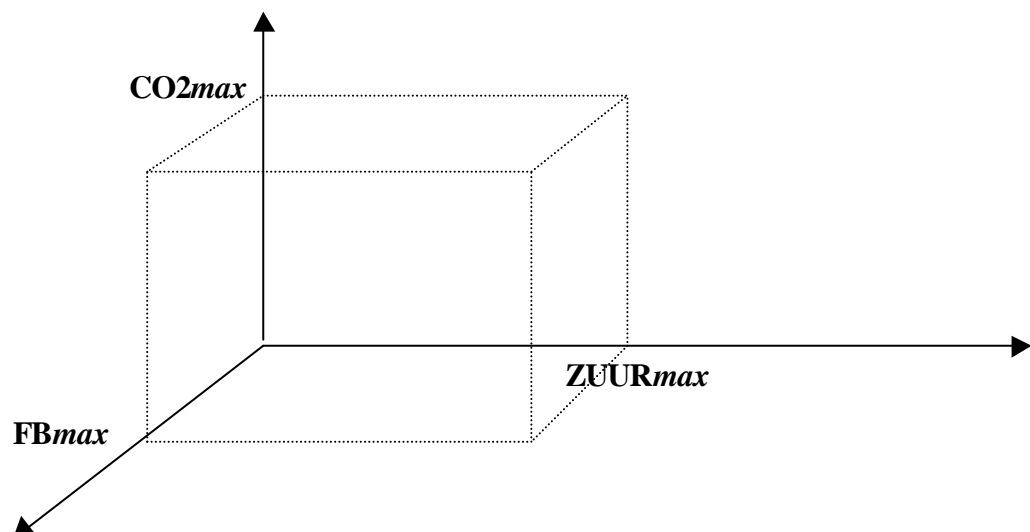
Stel bijvoorbeeld dat men zich afvraagt of het Belgische elektriciteitsvoorziening goed is (duurzaam) of slecht is (niet duurzaam), althans voor wat betreft haar impacts op het milieu.

Dan zal men die stromen viseren die terzake relevant zijn. Bijvoorbeeld: het gebruik van brandstoffen (fossiele en nucleaire brandstoffen), de emissies van broeikasgassen, de emissies van verzurende stoffen, de emissie van radio-actief afval. Men kan daarin nog verder gaan en bijvoorbeeld ook aandacht schenken aan de vorming van ozon in de leefomgeving, of de verspreiding van toxische emissies (roetdeeltjes). Gaat men de ontwikkeling van het energiesysteem op langere termijn beschouwen, waarbij bijvoorbeeld ook de optie biomassa wordt ontwikkeld, dan kan het relevant zijn om de impact 'landgebruik' toe te voegen.

In elke geval zal men voor al deze impactcategoriën de 'grens' moeten bepalen, m.a.w. de maximale milieudruk die afgeleid wordt van het streefdoel 'duurzaamheid'. Konkreet gaat het dus om normen voor verschillende stromen, normen die afgeleid zijn van een hoger doel: duurzaam milieugebruik.

Om een en ander grafisch te kunnen illustreren zullen we het gestelde probleem (elektriciteitsvoorziening) nader toespitsen op het gebruik van fossiele brandstoffen, waarbij dan drie impactcategoriën worden geselecteerd: de uitputting van fossiele brandstoffen, de broeikasgasemissies en de verzurende emissies.

Stel dat de respectieve normen voor deze drie impactcategoriën gekend zijn: de maximale emissie van broeikasgassen (uitgedrukt in CO₂-equivalenten) is $CO2_{max}$, die van verzurende emissie (zuurequivalenten) is $ZUUR_{max}$ en die van fossiel brandstofgebruik is FB_{max} . De milieugebruiksruimte voor de Belgische elektriciteitsvoorziening op basis van fossiele brandstoffen, levert dan volgend grafisch beeld:



Figuur 4: de milieugebruiksruimte van elektriciteitsproductie met fossiele brandstoffen

Vraag is nu: hoe stelt men die normen ($CO2_{max}$, $ZUUR_{max}$, FB_{max}) vast?

Neem bijvoorbeeld de uitputting van de reserves fossiele brandstoffen. Wat zou een aanvaardbaar verbruik zijn, als men zich om deze impact bekommert? Bij dit vraagstuk zullen verschillende zaken in overweging worden genomen:

1. Wat is de wereld voorraad (reserves) aan fossiele brandstoffen?
2. Hoe verdeelt men die voorraad over huidige en toekomstige generaties?
3. Welk deel van de huidige generaties gaat naar België?

4. Welk deel van de Belgische koek gaat naar de elektriciteitsvoorziening?

Het eerste aspect, de voorraad aan fossiele brandstoffen is al op zich een bron van onzekerheden. Gaat men enkele die reserves in rekening brengen die vandaag gekend zijn of mag men vertrekken van de meer speculatieve voorraden die volgens de geologen mogelijk aanwezig zijn? Mag men enkel die voorraden in rekening brengen die winbaar zijn tegen een redelijk prijs en met beschikbare technische middelen, of mag het op termijn ook meer kosten?

Terzake zijn nogal wat objectieve gegevens beschikbaar, maar de keuze blijft subjectief. Ze zal grotendeels bepaald worden door 'voorzichtigheid' of 'optimisme' inzake de speculaties van geologen, technische ontwikkelingen e.d.

Het tweede aspect is de verdeling onder huidige en toekomstige generaties; mogelijk een nog grotere bron van meningsverschillen. Zoekt men houvast bij de stelregels van Daly, waarbij de uitputting van niet hernieuwbare bronnen enkel verantwoord kan worden middels de ontwikkeling van alternatieve hulpbronnen? In feite wordt dan de vraag gesteld naar het potentieel van hernieuwbare energiebronnen (hoeveel energie zal men er op termijn kunnen mee produceren), en de tijd die men nodig heeft om dat potentiëel te ontplooiën.

Heel vaak worden daarbij zeer brute berekeningen gemaakt. Zo gaat men er bijvoorbeeld van uit dat in elk geval een voldoende potentieel aan hernieuwbare bronnen bestaat en dat het vijftig tot honderd jaar zal duren om dat potentieel te ontwikkelen. M.a.w. als men het met de fossiele brandstoffen nog vijftig tot honderd jaar kan rekken, zitten we goed.

Vervolgens wordt dan de voorraad brandstoffen verdeeld over de wereldbevolking die de eerste vijftig tot honderd jaar op deze planeet zal rondlopen. Ook dat levert weer een knelpunt: welke demografische prognoses worden in rekening gebracht? Gaan we ervan uit dat de wereldbevolking groeit naar 16 miljard of nemen we aan dat ze stabiliseert op 12 miljard. Merk op: dat zijn geen kleine verschillen.

Komt dan het derde punt, de verdeling binnen de huidige generatie. Moet daar niet een en ander snel rechtgezet worden met betrekking tot de verhoudingen tussen Noord en Zuid, rijk en arm. Wellicht zullen velen een pleidooi voor herverdeling bijtreden, maar hoe snel moet deze herverdeling plaats vinden. Wil men iedereen een gelijk deel geven tegen 2025, of tegen 2050. Moet iedereen precies evenveel hebben, of volstaat het in eerste instantie dat iedereen zijn basisbehoeften kan dekken. Wat zijn dan basisbehoeften?

Tenslotte –punt 4- vestigt de aandacht op de allocatie van de middelen over verschillende diensten (sectoren). Hoeveel brandstof mag er naar elektriciteitsvoorziening gaan, hoeveel naar transport, verwarming, etc...Men kan weliswaar objectieve gegevens vinden over de behoefte aan verwarming, maar stopt men alle Belgen in woningen van maximaal honderd vierkante meter, of mag het iets ruimer? Mogen we er vanuit gaan dat de woningen op korte termijn goed geïsoleerd zullen zijn, of vraagt dat zijn tijd. De behoefte aan transport – mobiliteit- is nog moeilijker in te schatten. In de maatschappij zijn er terzake heel uiteenlopende wensen en/of preferenties. Mag iedereen jaarlijks een vliegtuigreis naar Spanje boeken of niet?

Het hoeft allicht niet cijfermatig te worden geïllustreerd dat men afhankelijk van de standpunten die men over deze vier punten inneemt tot heel uiteenlopende waarden (normen) zal komen voor duurzaam fossiel brandstofgebruik in de elektriciteitsproductie.

Men kan hetzelfde illustreren voor wat betreft de norm voor broeikasgasemissies. Daar moeten de volgende vragen worden behandeld:

- Wat zijn de aanvaardbare impacts ten gevolge van klimaatsverandering, m.a.w. hoeveel mag de zeespiegel stijgen, hoeveel meer extreme weersomstandigheden wil de maatschappij verteren, in welke mate mag men rekenen op het aanpassingsvermogen van ecosystemen?
- Gegeven de aanvaardbare impacts, hoe vertaalt zich dat in een temperatuurvenster: hoeveel mag de gemiddelde wereldtemperatuur stijgen en hoe snel?
- Gegeven dit temperatuurvenster, hoe vertaalt zich dat in broeikasgasemissies?
- Wat mag de bijdrage zijn van emissies tengevolge van fossiel brandstofgebruik?
- Hoe verdeelt men de 'koek' over huidige en toekomstige generaties?
- Hoe herverdeelt men het budget over Zuid en Noord?
- Hoeveel emissies mag men op rekening van elektriciteitsproductie schrijven?

De impactcategorie klimaatsverandering is knap lastig. De vraag naar de aanvaardbaarheid van de verschillende impacts (zeespiegelstijging, extreme weersomstandigheden, gevolgen voor landbouw, watervoorziening, ecosystemen ..) is onderwerp van complexe risk-assessments. Belangrijk knelpunt is vooral dat men moet rekening houden met het feit dat de mens zich (deels) kan aanpassen of beschermen tegen bepaalde impacts. Een periode van droogte in een rijk land is niet even erg als een gelijkaardige periode van droogte in een arm land. Om de impact te kunnen inschatten moet men dus niet alleen weten aan wat men wordt blootgesteld (droogte bijvoorbeeld), maar ook wie daaraan wordt blootgesteld. De relatie tussen emissies van broeikasgassen, temperatuurswijziging en finale impacts wordt onderzocht met ingewikkelde klimaatmodellen, die wellicht nooit de perfectie zullen bereiken. Er bestaan meerdere modellen en deze geven ook niet altijd hetzelfde resultaat.

Verzuring is wellicht nog het gemakkelijkste thema van de drie die hier worden beschouwd. Alhoewel. Ook hier stelt zich de vraag naar aanvaardbaarheid van de impacts en daarover zal niet iedereen dezelfde mening hebben. Wil men de meest zuurgevoelige ecosystemen allemaal in stand houden?

Het thema verzuring heeft alvast het voordeel dat men geen verdeling van de toegestane emissies over huidige en toekomstige generaties moeten maken. Het komt erop neer de stroom van emissies naar een aanvaardbaar peil te brengen en eens dat bereikt, is het enkel een kwestie dit te handhaven.

3.1.6. Schaal, allocatie, distributie

In elk geval dringen zich steeds drie soorten vragen op:

1. De **schaal**-vraag: wat is de maximale totale druk, gegeven de maximale aanvaardbare impacts
2. De **distributie**-vraag: hoe verdeelt men de koek onder huidige en toekomstige generaties en hoe (snel) herverdeelt men onder rijk en arm
3. De **allocatie**-vraag: hoe verdeelt men de schaarse middelen over verschillende diensten en of goederen die onze behoefte bevredigen¹⁰.

De scheiding tussen de drie vragen is –zoals reeds eerder werd gesteld- niet strict. Het antwoord op de ene vraag, kan mee bepalend zijn voor het antwoord op de andere vraag.

Elke vraag kan gekoppeld worden aan een type antwoord of analyse:

1. De schaalvraag vereist een degelijke **risico**-inschatting (risk assessment)
2. De distributievraag vereist een operationalisering van **rechtvaardigheid** (billijkheid)
3. De allocatievraag dwingt ons na te denken over het **nut** van goederen en diensten

Risico, rechtvaardigheid en nut zijn alle drie onderwerp van **subjectieve percepties** (menselijk waardering).

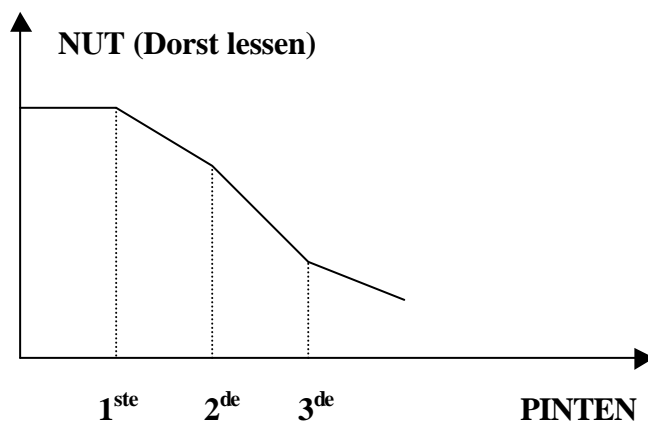
De bepaling van de normen met betrekking tot stofstromen is dan ook een vraagstuk dat ons dwingt om te gaan met subjectiviteit.

Het concept milieugebruiksruimte is vaak gebruikt door milieu-organisaties. Zij slagen er in tot een norm voor stofstromen te komen omdat ze effectief voor de drie vragen (schaal, distributie en allocatie) één standpunt kunnen innemen, m.a.w. een knoop kunnen doorhakken. Zo kan elke belangengroep of elk individu zijn/haar standpunten bepalen en op basis daarvan zijn/haar norm (milieugebruiksruimte) vaststellen.

De wetenschappers die zich over het concept milieugebruiksruimte bogen hebben vooral gedemonstreerd dat er verschillende uitkomsten zijn, naargelang de standpunten (vooronderstellingen) die men hanteert en hebben daarbij vooral moeten vaststellen dat de resultaten ver uit mekaar kunnen liggen.

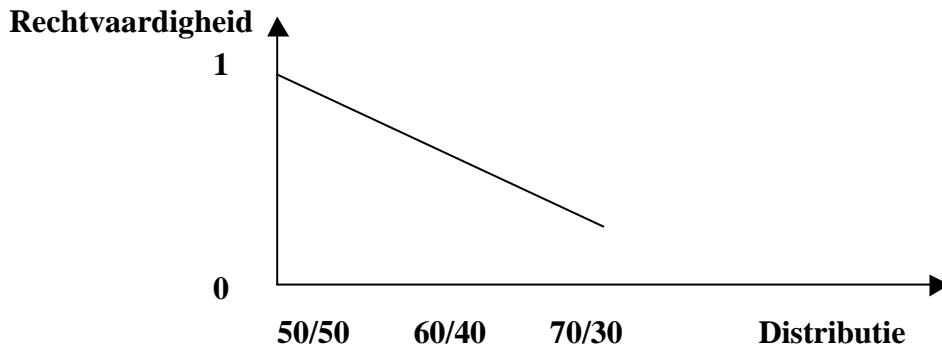
Dit was het gegeven waar het onderzoek van het CDO mee startte. De reden waarom de resultaten zo sterk kunnen verschillen is in kaart gebracht en hierboven reeds toegelicht: men buigt zich over risico-, rechtvaardigheids- en nutskwesties en die genereren een breed interval van waarschijnlijkheden, etische opinies en wensen.

Risico, rechtvaardigheid en nut zijn parameters die zich niet formeel laten vatten door een punt of op een lijn of vlak. Neem bijvoorbeeld 'nut' en het klassieke voorbeeld van de glazen bier die tijdens een hete zomer onze dorst moeten lessen. De eerste pint heeft allicht veel nut, de tweede mogelijks ook, de derde misschien al wat minder, etcetera...Het nut neemt dus geleidelijk af.



Figuur 5: nut daalt geleidelijk en kent geen scherpe overgang van nuttig naar niet-nuttig

Hetzelfde geldt voor rechtvaardigheid. Ook omtrent de distributie van middelen onder mensen zal men zelden een scherpe grens kunnen bepalen waar de distributie plots omslaat van 'geheel rechtvaardig' naar 'totaal onrechtvaardig'. Stel bijvoorbeeld dat men het eens is over het feit dat iedereen recht heeft op een even groot deel van de koek. Stel dat daarbij de middelen, zijnde honderd eenheden, moeten verdeeld worden over twee partijen. Wil dat dan zeggen dat een 50/50 verdeling geheel rechtvaardig is en een 49/51 verdeling totaal niet? Het plaatje is allicht genuanceerder:

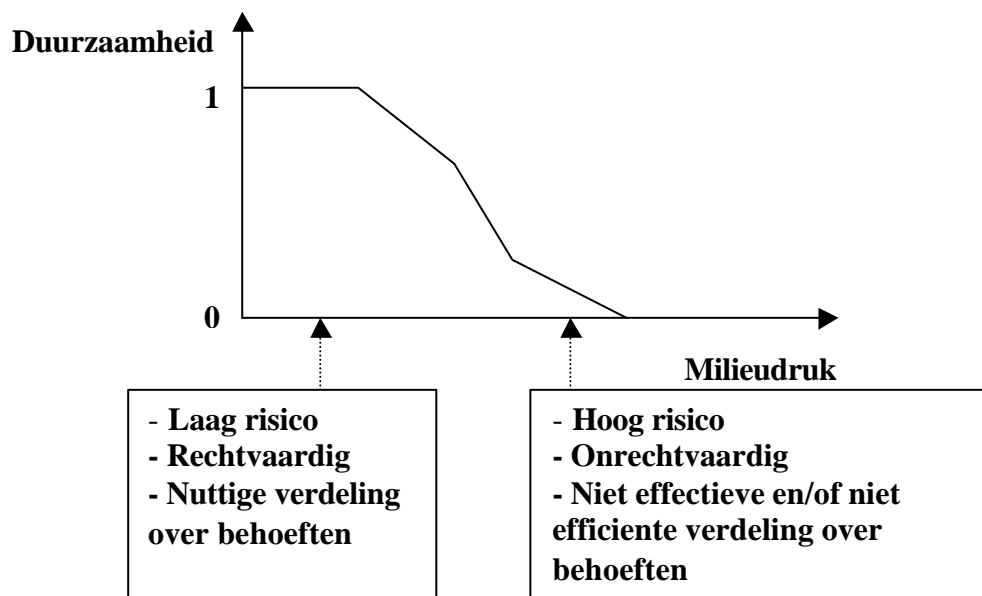


Figuur 6: Rechtvaardigheid daalt geleidelijk

Tenslotte is er de risico-inschatting, ook daar bestaat er geen scherpe grens tussen 'risico' en 'geen risico', maar wordt men geconfronteerd met een geleidelijke overgang van groot naar klein risicogehalte.

Indien een norm als de milieugebruiksruimte de aggregatie is van drie variabelen (risico, rechtvaardigheid en nut) die alle drie een verloop kennen zoals hierboven geschets, dan kan het niet anders dan dat die norm ook zo'n verloop moet hebben.

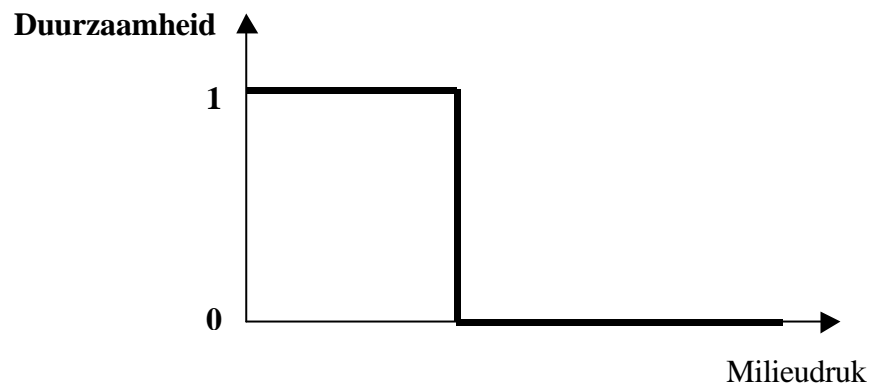
Als men de grenzen (duurzaamheidsnormen) voor emissies of gebruik van grondstoffen wil vaststellen dan worden we geconfronteerd met een gegeven van de volgende vorm:



Figuur 7. Duurzaamheid stofstromen kent geen scherp omslagpunt

3.1.7. Vage normen, vage verzamelingen

We zullen de norm (milieugebruiksruimte) 'vaag' noemen om het te onderscheiden van een 'scherpe' norm die er zou uitzien zoals in onderstaande figuur:



Figuur 8: Een scherpe norm

Het begrip vaag moet dan wel juist geïnterpreteerd worden. Een vage norm kan wel degelijk het produkt zijn van 'nauwgezet' of 'diepgaand' onderzoek.

Vergelijk het met een waarschijnlijkheidsdistributie, die ook een 'vaag' beeld geeft van de waarde die men meet middels statistisch onderzoek. Men kan daaruit een scherpe waarde zoals gemiddelde of mediaan afleiden, maar deze waarde is niet nauwkeuriger of preciezer dan de waarschijnlijkheidsdistributie op zich. Eerder het tegendeel is waar.

Beleidsmakers stellen zich dan snel de vraag wat ze kunnen doen met zo'n vage norm. Vaak is deze vraag geïnspireerd door de vaststelling dat men soms scherpe normen nodig heeft, bijvoorbeeld bij het toekennen van vergunningen aan bedrijven. Het spreekt vanzelf dat men daar knopen moet doorhakken, en scherp moet maken wat in wezen vaag is. Uit vage normen kan men evenwel steeds scherpe normen afleiden, en dat is overigens ook de algemene praktijk bij vergunningen: men zet de opinies op een rijtje (wat een soort distributie oplevert) om vervolgens een knoop door te hakken. Jammer genoeg gebeurt dat niet altijd expliciet en zijn de scherpe normen vaak het resultaat van krachtmetingen tussen belangengroepen. Los van de juridische bekommernissen is de belangrijkste vraag of men met dergelijke gegevens (vage normen) besluitvorming kan ondersteunen. Heel concreet is dan de vraag of dit soort gegevens kan gebruikt worden bij multicriteria-evaluaties, lineaire programma's of andere Decision Support Systems (DSS), waar men zoekt naar de betere, optimale of bevredigende oplossing voor een bepaald probleem.

Het antwoord is: ja. Wiskundigen zijn trouwens al langer dan vandaag bezig met het ontwikkelen van DSS die met dat soort gegevens oplossingen genereren. Meer nog, de vage norm heeft vaak meer voor- dan nadelen.

Stel bijvoorbeeld dat men voor CO₂-emissies een scherpe norm vastlegt. Een dag later moet een optimalisatievraagstuk worden opgelost waarbij bevoorbeeld moet gezocht worden naar een bevredigende allocatie van het CO₂-budget over sectoren binnen de gestelde scherpe norm. Stel nu dat een maatschappelijk aanvaardbare allocatie wordt gevonden die net buiten de norm ligt, dus net boven het scherp afgebakend budget. Wordt die oplossing dan verworpen? Verklaart men de norm dan onaantastbaar, zelfs al kunnen er dan enkel oplossingen worden gevonden die maatschappelijk (om sociale en/of economische redenen) moeilijk verteerd worden. Wie niet van gisteren is, weet dat men de norm zal rekken. In feite

kan men dan alleen betreuren dat men geen breder –meer genuanceerd (vaag)- beeld had van norm voor CO₂-emissies. Nu riskeert de rek-operatie opnieuw onderwerp te worden van politieke krachtmetingen.

De milieubeweging zal er naar streven om de milieugebruiksruimte zo sterk mogelijk te profileren als randvoorwaarde waar de economie zich moet inpassen. Dat is een logische gevolg van haar rol als 'verdediger' van het milieu. In paragraaf 3.1.4 werd reeds vermeld dat de milieugebruiksruimte als gegeven niet automatisch de politieke norm moet zijn. Toch mag worden vermeld dat bijvoorbeeld het Europees beleid en het Vlaamse beleid een groot gewicht toekent aan het milieu.

Het begrip 'hoog beschermingsniveau' werd voor het eerst door de Europese Akte (1986) vermeld. In het verdrag van Maastricht werd dit principe opgenomen in de artikelen over het milieubeleid van de EU. Dit begrip verplicht de Europese Commissie om als basis een hoog niveau van milieubescherming te nemen wanneer ze voorstellen doet inzake maatregelen die de werking van de interne markt beïnvloeden (produktnormen bijvoorbeeld).

Het streven naar een hoog beschermingsniveau werd overgenomen in het het Vlaamse Ontwerpdecreet Milieubeleid, naast het voorzorgsbeginsel, het beginsel van preventief handelen, het beginsel van brongerichte maatregelen en het beginsel dat de vervuiler betaalt. Daarnaast vermeldt het decreet het stand-still beginsel, een tegemoetkoming aan een advies van de MINA-Raad betreffende het voorontwerp decreet milieubeleid (1994).

In Artikel 1.2.1. §3 introduceren de ontwerpers van het Milieudecreet het integratiebeginsel:

"De hiervoor bedoelde doelstellingen en beginselen vormen een essentieel bestanddeel van het beleid van de besturen. Bij alle facetten van het beleid wordt er rekening mee gehouden".

Het integratiebeginsel houdt onder meer in dat de doelstellingen en beginselen van het milieubeleid ook in andere beleidsdomeinen een essentiële rol moeten krijgen. De Commissie Bocken die het decreet ontwierp heeft ook de omgekeerde integratie voorzien in haar voorontwerp: het milieubeleid moet rekening houden met de sociaal-economische gevolgen van haar acties.

Hoe de gewichten in de besluitvorming moeten worden verdeeld over de ecologische, sociale en economische criteria wordt niet juridisch vastgelegd.

"De Vlaamse regering is van oordeel dat uitdrukkelijk moet bepaald worden dat aan het milieuvraagstuk een belangrijke plaats moet toekomen, ook in andere beleidsdomeinen. Hiermee wordt onderstreept dat een groot gewicht moet worden toegekend aan de milieubelangen. Waar precies deze milieubelangen moeten geplaatst worden op de schaal van beleidsprioriteiten wordt niet gezegd. In bepaalde gevallen zullen ze moeten wijken voor andere, meer essentieel geachte beleidsprioriteiten" (Memorie van Toelichting bij het Decreet houdende Algemene Bepalingen Milieubeleid, BS 3/6/1995)

Met de introductie van vage normen wordt overigens voorzien in een referentiekader dat aangeeft in welke mate de stofstromen duurzaam zijn. Bedoeling is dan vooral een geïntegreerd beleid te ondersteunen.

Een wiskundige discipline die zich specialiseert in het werken met vage gegevens is de zogenaamde vage verzamelingenleer of vage logica (fuzzy logic). Het basisconcept is heel eenvoudig. Waar de 'klassieke' verzamelingenleer stelt dat bepaalde objecten wel of niet lid zijn van een verzameling, wordt in de vage verzamelingenleer een genuanceerder lidmaatschap toegelaten.

Een verzameling is steeds een collectie van objecten die aan een bepaalde eigenschap voldoen. Soms zijn die eigenschappen scherp en dat resulteert in een scherpe verzameling. Bijvoorbeeld de verzameling van getallen die groter zijn dan drie. Vier, vijf en zes zijn lid van die verzameling, alsook het getal 3,000001. Nul, één, twee en drie zijn dat niet.

Dit kan formeel als volgt worden gevat:

.....(2, **0**), (3, **0**), (3.00001, **1**), (4, **1**), (5, **1**), (6, **1**), ...

Elk geheel getal wordt dus gekoppeld aan de waarde nul (geen lid van de verzameling) of één (wel lid van de verzameling).

Deze koppels vormen een scherpe lidmaatschapsfunctie μ .

$\mu: \mathbb{R} \rightarrow \{0,1\}$, met

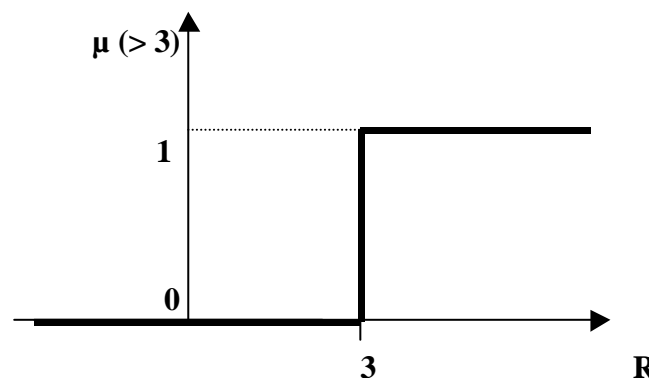
$\mu = 0$ voor $r \leq 3$ (kleiner of gelijk aan drie), en

$\mu = 1$ voor $r > 3$ (groter dan drie)

\mathbb{R} is de verzameling van reële getallen, r is een geheel getal

μ symboliseert het begrip lidmaatschap (membership, greekse letter 'mu')

De grafiek geeft de scherpste duidelijk aan:



Figuur 9. Een scherpe verzameling: lidmaatschapsfunctie maakt scherpe sprong

Heeft men vage eigenschappen zoals 'groot', 'komfortabel', 'rechtvaardig', 'duurzaam' dan krijgt men navenant vage verzamelingen. Stel dat we de verzameling 'grote mannen' willen definiëren, dan kan deze volgende lidmaatschapsfunctie hebben:

...(1.50m, **0**), (1.60m, **0.1**), (1.70m, **0.3**), (1.80m, **0.6**), (1.90m, **0.8**), (2m, **1.0**), (2.10m, **1.0**),...

Een man van 1.50 meter is dus geen lid van die verzameling grote mannen (lidmaatschap $\mu = 0$), iemand van 1.60m heeft lidmaatschap $\mu = 0,1$ (voldoet een beetje aan de eigenschap

groot)...iemand van 2 meter of meer heeft lidmaatschap 1.0 (voldoet geheel aan de eigenschap groot).

De lidmaatschapsfunctie koppelt de lengte van mannen aan waarden in het interval nul tot en met één.

$\mu(\text{groot})$: lengte van mannen $\rightarrow [0,1]$

Zadeh, grondlegger van de vage logica, heeft midden jaren '60 als eerste specifiek voor vage verzamelingen operaties gedefinieerd zoals negatie, doorsnede, unie, inclusie (deelverzameling)...

Stel dat Jan bijvoorbeeld 0.6 lid is van de verzameling grote mannen, en 0.4 lid van de verzameling dikke mannen. Wat is dan het lidmaatschap van Jan in de doorsnede van deze twee verzamelingen (de verzameling van 'grote én dikke mannen'). Zadeh nam eenvoudigweg het minimum van de twee lidmaatschappen, dus:

$$\mu(\text{groot_en_dik}) = \min(\mu(\text{groot}), \mu(\text{dik})) = \min(0.6, 0.4) = 0.4.$$

Voor de unie van de twee verzamelingen (groot_of_dik) werd juist het maximum weerhouden. Dus Jan is 0,6 lid van de unie groot_of_dik.

De negatie van groot is niet_groot (eventueel gelijk te stellen aan klein). Het lidmaatschap van Jan in de verzameling niet_grote (kleine) mannen is dan:

$$\mu(\text{niet_groot}) = 1 - \mu(\text{groot}) = 1 - 0.6 = 0.4$$

Nadien zijn vele varianten op deze operatoren (doorsnede, unie, ...) bedacht, m.a.w. men hoeft niet noodzakelijk het minimum te nemen als waarde voor de doorsnede.

Als het lidmaatschap in de verzameling grote mannen nul is, dan maakt het met de min-operator niet uit hoe dik men is; het lidmaatschap in de doorsnede groot_en_dik blijft nul. Er is dus geen compenserend effect. Indien men evenwel zo een compenserend effect wenst kan men vandaag een doorsnede-operator kiezen die dergelijk effect wel resorteert.

Het toepassen van vage logica bestaat dan ook niet uit het afwerken van voorgekauwde algemene procedures. Men moet voortdurend de gepaste operatoren kiezen die aansluiten bij de bedoeling van de berekeningen. In de vakliteratuur vindt men dan wel allerlei hints, maar geen strikte menu's die zeggen wanneer men wat moet doen. Een situatie die vergelijkbaar is met het construeren van simulatiemodellen (systeemtheorie), waarvan ook wel gezegd wordt dat het meer een kunst is dan een wetenschap. Daarmee is het hoge woord gezegd: modellen. Vage verzamelingenleer of vage logica heeft te maken met het mathematisch modelleren (formaliseren) van vage kennis, vage feiten, vage verbanden, e.d.

Fuzzy modeling, fuzzy expert systems of approximate reasoning (benaderend redeneren), is een tak van de vage logica die voornamelijk werkt met kennis van het volgende type:

feiten als:

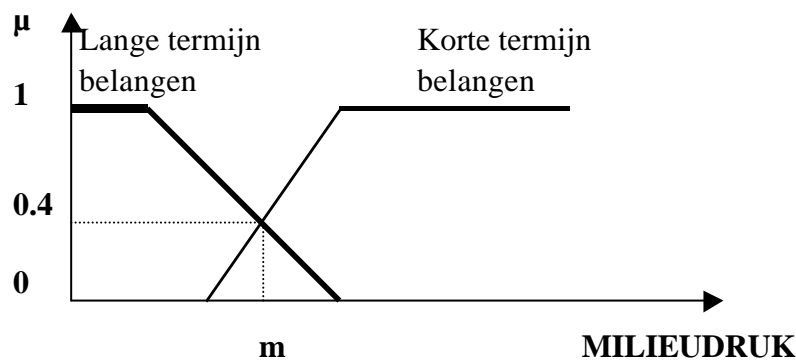
x is groot, y is groot én dik

implicaties (causale verbanden) als:

ALS x is groot én y is dik **DAN** z = blij en q = niet_blij

Volgend abstract voorbeeld kan illustreren hoe vage verzamelingen (of vage normen zoals de milieugebruiksruimte) een geïntegreerd beleid kunnen ondersteunen:

Stel dat men voor een bepaalde stofstroom de milieugebruiksruimte (vage norm) heeft bepaald. Deze norm verschaft dus informatie over de stofstroom vanuit een lange termijn perspectief. Daartegenover staan vaak de 'belangen' op korte termijn die een beleidsvoerder niet kan negeren. Ook deze kunnen mogelijk met een vage verzameling in kaart worden gebracht. Dit wordt dan een verzameling die aangeeft dat naarmate de stofstroom wordt gereduceerd, een aantal belangen op korte termijn meer in het gedrang komen.



Figuur 10: geïntegreerd beleid moet korte en lange termijnbelangen verzoenen.

Er is een milieudruk 'm' waar de doorsnede van de twee vage verzamelingen het maximum bereikt. In het voorbeeld blijkt dat met milieudruk m de bevrediging van korte termijn belangen **én** lange termijnbelangen (doorsnede) niet groter is dan 0.4.

Dit punt geeft mogelijk aan waar er in de gegeven omstandigheden een compromis kan gevonden worden, maar geïntegreerd beleid is meer dan het zoeken van een compromis in de gegeven omstandigheden. Een geïntegreerd beleid hoeft zich immers niet zomaar bij de gegeven omstandigheden neer te leggen, en mogelijk kan men zoeken hoe men de korte termijnbelangen meer kan verzoenen met de lange termijn belangen. Met ander woorden: de vraag kan worden gesteld naar wat nodig is om de vage verzameling die de korte termijnbelangen afbeeldt te laten opschuiven naar links.

Zadeh heeft overigens aangegeven dat een beslissing vaak in de doorsnede ligt van twee vage verzamelingen, waarbij de ene het doel duidt en de andere de beperkingen. In het voorbeeld dat hier werd gesteld spelen de korte termijn belangen de rol van de 'beperking' en dat suggereert dan dan niet alleen het milieu, maar evengoed de actuele maatschappij en haar korte termijn doelstellingen de beslissingsvrijheid beperkt.

3.1.8. Objectief, subjectief, intersubjectief

De milieugebruiksruimte kan beschouwd worden als een vage verzameling. De verzameling van duurzame verzurende emissies wordt dus weerspiegeld in een lidmaatschapsfunctie die aangeeft in welke mate een bepaald emissieniveau duurzaam is.

Hoe worden die lidmaatschappen dan juist bepaald? Men kan daar geen voorgekauwde procedure op plakken. Een en ander zal afhangen van het probleem (de impactcategorie die men beschouwd), de data waarover men beschikt, de stakeholders en de informatie die men er kan uit halen. In elk geval zal men voor alle thema's in eerste instantie zoveel mogelijk de objectieve gegevens op een rijtje moeten hebben. Met betrekking tot het gebruik van fossiele

brandstoffen is dat bijvoorbeeld kennis over beschikbare voorraden, demografische prognoses, informatie omtrent het potentiële van hernieuwbare energiebronnen enzovoort. Voorts is het noodzakelijk dat men een overzicht heeft van de mogelijke vraag naar fossiele brandstoffen, bijvoorbeeld informatie die aangeeft wat nodig is om een aantal elementaire diensten te verzekeren (voedselproductie, watervoorziening, onderwijs,...). Er zal ook moeten gekeken worden naar de mogelijkheden inzake rationeel energiegebruik enzovoort. Deze objectieve input kan heel omvangrijk zijn.

Vervolgens is er de subjectieve input: wat vinden de stakeholders rechtvaardig en/of nuttig. Welke risico's willen wij nemen.

Met een simpel voorbeeld kan een en ander worden gedemonstreerd. Stel dat men zoekt naar een norm voor de emissie van vast rest-afval voor gezinnen. De wetenschapper kan dit maatschappelijk debat voorbereiden. Zo kan hij de volgende gegevens presenteren (het gaat hier om een fictief voorbeeld):

Optie 1: 80 kg/capita: minderwaardige verbrandingsovens kunnen dicht

Optie 2: 100 kg/capita: huidige verbrandingscapaciteit volstaat

Optie 3: 120 kg/capita: huidige ovens moeten uitgebreid worden

Optie 4: 150 kg/capita: er moet één nieuwe verbrandingsoven bijkomen op een andere locatie

Mogelijks zal iedereen met plezier de eerste optie bijtreden, tot misschien verduidelijkt wordt hoeveel bijsturingen van zijn/haar gedrag dit vraagt. Laten we nu aannemen dat na de nadere toelichting de opinies uit mekaar doet gaan:

20 % vindt optie 1 duurzaam,

50 % legt de lat bij optie 2,

20 % kiest optie 3,

10 % kiest optie 4,

Dat levert cumulatief volgende waarden:

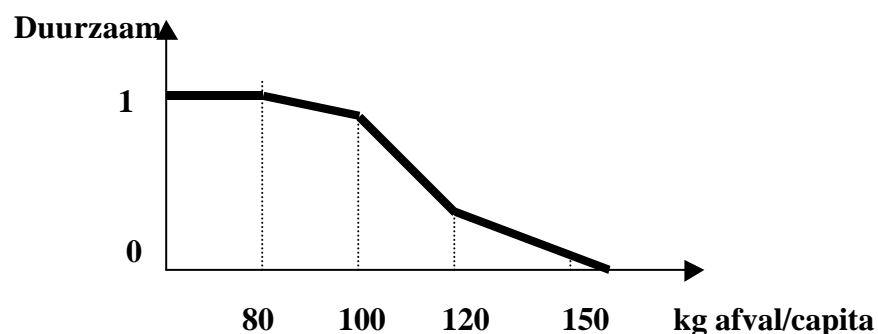
optie 4 stelt slechts 10 % tevreden: deze emissie is 0,1 duurzaam ($\mu = 0.1$)

optie 3 stelt 10 % + 20 % tevreden (30 %): deze emissie is 0,3 duurzaam ($\mu = 0.3$)

optie 2 stelt 10 % + 20 % + 50 % tevreden (80 %): deze emissie is 0,8 duurzaam ($\mu = 0.8$)

optie 1 stelt iedereen tevreden: deze emissie is 1 duurzaam ($\mu = 1$)

Grafisch ziet de lidmaatschapsfunctie er als volgt uit:



Figuur 11: Duurzaamheid van vaste afval-emissie

De manier waarop de stakeholders werden bevraagd kan in dit geval allicht beter. Zo kan men overwegen om te vragen welke afval-emissie men 'niet-duurzaam' vindt. Men construeert dan de vage verzameling 'niet-duurzaam', die achteraf met een negatie-operator geconverteerd wordt in een vage verzameling duurzaam.

Soms gebeurt het dan de respondenten moeilijk in absolute termen kunnen oordelen (duurzaam of niet), meer beter in relatieve termen (duurzamer, veel duurzamer).

Dergelijke informatie vraagt dan wat meer rekenwerk, maar ze vormt geen belemmering bij de constructie van vage verzamelingen. Wat betreft het bevragen van de stakeholders heeft men overigens meestal te maken met problemen die niet kenmerkend zijn voor vage verzamelingen, maar eigenlijk klassiek zijn in alle situaties waar men peilt naar het oordeel van mensen.

Om een extreem voorbeeld te geven: in de vage logica wordt door sommigen ingewijden gewerkt met uitspraken van het type: 'de meeste belangrijke stakeholders vinden dat emissie x ver boven het wenselijke ligt', waarbij de verschillende termen (meeste, belangrijke, ver en wenselijk) door vage verzamelingen worden geformaliseerd.

Herhaaldelijk werd in de literatuur gefocust op de vraag of de milieugebruiksruimte een objectief of subjectief gegeven is. Deze vraag werd hierboven voldoende beantwoord. Belangrijker is evenwel welke houding men aanneemt ten opzichte van objectieve en subjectieve kennis. Vaak wordt subjectieve kennis minder gewaardeerd dan objectieve kennis, met alle gevolgen vandien: men probeert subjectieve kennis te verkopen als objectieve kennis. Daarmee negeert men meer dan tweeduizend jaar filosofisch onderzoek, meer bepaald epistemologisch of kennistheoretisch onderzoek naar de betekenis van objectieve en subjectieve kennis. Het CDO liet zich inspireren door de zogenaamde constructivisten die onder andere aangeven dat **de kwaliteit van kennis een combinatie is van objectieve, subjectieve en intersubjectieve kwaliteiten**.

Om het bij de milieugebruiksruimte te houden kunnen we dan stellen dat de kwaliteit van een norm – als kennis- bepaald wordt door objectieve criteria (controleerbaarheid, eenduidigheid), door subjectieve criteria (individuele bruikbaarheid, eenvoud, coherentie met bestaande kennis) en door intersubjectieve criteria (collectieve bruikbaarheid, expressiviteit, conformiteit)¹¹. Simpel gesteld: een expert mag dan over veel objectieve gegevens beschikken, als hij het niet kan uitleggen aan de stakeholders, dan zal deze kennis mogelijks geen invloed hebben op de norm¹².

3.1.9. Uitgebreide milieugebruiksruimte: grens-, richt- en streefwaarde

Met het vaststellen van een norm voor duurzame stofwisseling beschikt men in vele gevallen over onvoldoende informatie om het beleid te kunnen beoordelen. Immers zit men vaak (ver) onder de norm en dan is het enige dat men kan zeggen dat de stofstroom niet duurzaam is ($\mu = 0$). Het vage model maakt op zich geen onderscheid tussen een punt dat dicht of ver van de vage norm ligt.

In dit onderzoek is de milieugebruiksruimte dan ook 'uitgebreid', t.t.z. er werden vage verzamelingen gedefinieerd die toelaten een veel gedifferentieerder oordeel te vellen over stofstromen die buiten de 'norm' liggen.

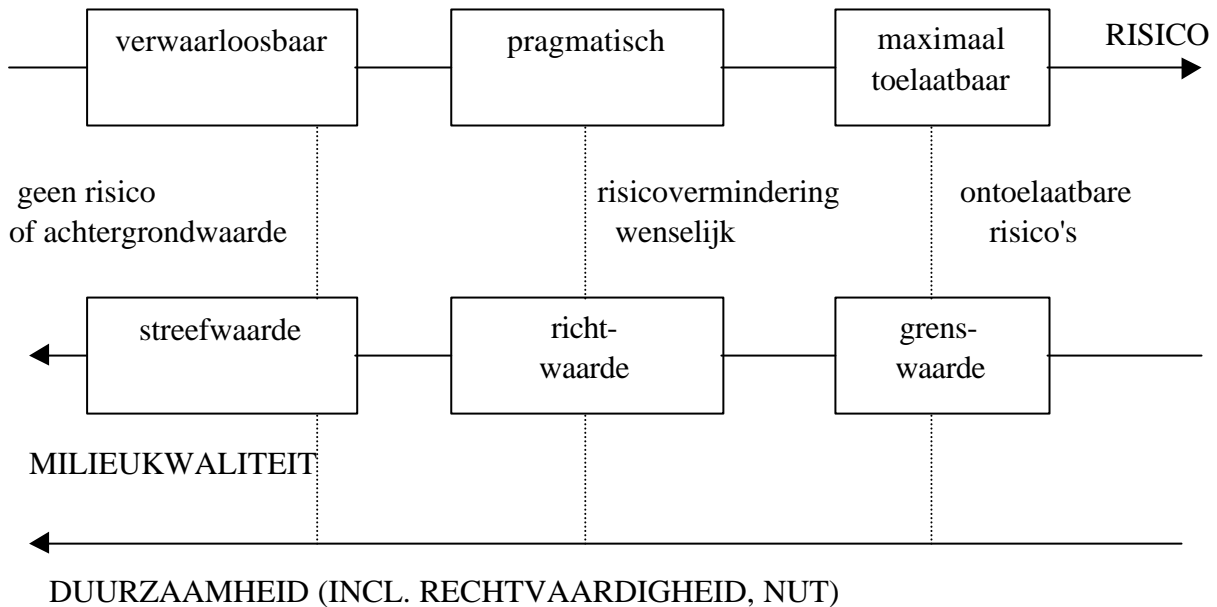
Daarbij werden de concepten streef-, richt- en grenswaarde uit risk-assessment geïmplementeerd, met volgende definties:

Grenswaarden: geven de ondergrens aan waaronder we niet mogen zakken vanwege de grote risico's hieraan verbonden

Richtwaarden: zijn de praktische waarden waarop het beleid zich richt. In een planmatig beleid verschuiven de richtwaarden weg van de grenswaarden in de richting van de streefwaarden.

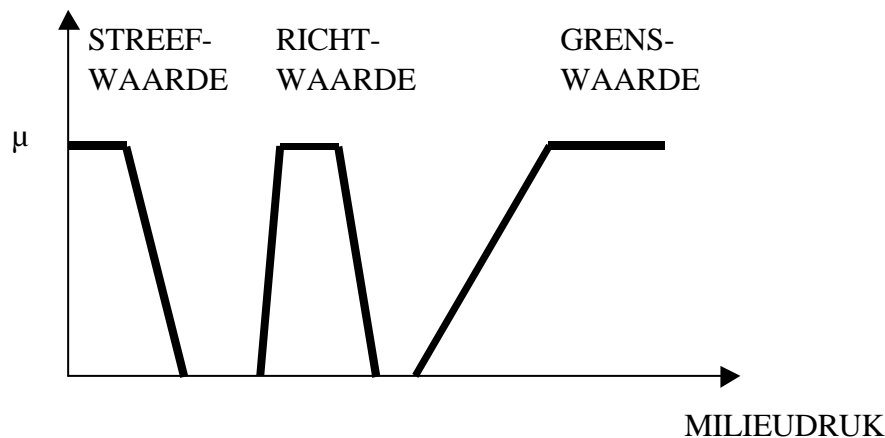
Streefwaarden: is wat we moeten bereiken om een duurzame ontwikkeling in te stellen¹³

Deze definities koppelen de waarden of normen aan het concept duurzame ontwikkeling. De relatie tussen risico en duurzaamheid wordt in onderstaande figuur geïllustreerd:



Figuur 12: Duurzaamheid en risico opgedeeld in intervallen: streef-, richt- en grenswaarde

Voor elke stofstroom die als dimensie van een milieugebruiksruimte wordt geselecteerd, kunnen grens-, richt- en streefwaarden als vage verzamelingen worden geoperationaliseerd: De vage richtwaarden kunnen dan gebaseerd zijn op het uitgangspunt dat het een doelstelling voor de kortere termijn betreft (bijvoorbeeld een planperiode van 5 jaar) terwijl de streefwaarde een doelstelling – eventueel een finaliteit- op langere termijn (bv. 20 jaar) aangeeft.



Figuur 13: Uitgebreide vage milieugebruiksruimte

De richtwaarden kunnen het resultaat zijn van benchmarking (best available technologies), en deels geïnspireerd zijn door pragmatische overwegingen (wat is haalbaar?).

De grenswaarde geeft aan wat onaanvaardbaar is en als men zich in dat gebied bevindt dat mag men aannemen dat er zich een prioritair probleem stelt.

De uitgebreide milieugebruiksruimte is een referentiekader waarin **korte- en lange termijn doelstellingen naast mekaar** wordt geduid.

Op die manier wordt ook een oplossing gegeven aan een moeilijkheid die zich steeds stelt met een norm zoals de milieugebruiksruimte die een finaliteit aangeeft. De milieugebruiksruimte – die door de streefwaarde wordt afgebakend - geeft aan waar men binnen een gegeven periode naar toe moet. De transitie van een toestand buiten de milieugebruiksruimte naar een toestand binnen de milieugebruiksruimte kan evenwel ook beoordeeld worden op duurzaamheid (de duurzaamheid van de ontwikkeling versus de duurzaamheid van de toestand). De richtwaarde moet gezien worden als een norm waarmee men de ontwikkeling beoordeeld en het is een norm die in de loop der jaren steeds meer moet samenvallen met de streefwaarde. De uitgebreide milieugebruiksruimte is dus geen statisch gegeven. Minstens de richtwaarde moet regelmatig worden hertekend.

Finaal komt het hierop neer dat men de posities in de uitgebreide milieugebruiksruimte moet koppelen aan een waardering en deze kan als volgt luiden:

Als men binnen de streefwaarde zit **dan** is de situatie zeer goed

Als men binnen de richtwaarde zit **dan** is de situatie (redelijk) goed

Als men binnen de grenswaarde zit **dan** is de situatie slecht.

Deze beoordeling kan ook gebeuren met cijfers waarbij men bijvoorbeeld de streefwaarde koppelt aan de score 10/10, de richtwaarde aan de score 6/10 en de grenswaarde aan de score 0/10.

Hoe men de scores berekend voor alle punten over de hele dimensie, wordt toegelicht in bijlage 6.

3.1.10. Meerdere dimensies: fuzzy model

Het model van een een meerdimensionale uitgebreide milieugebruiksruimte wordt uitvoerig behandeld in bijlage 6. Om een idee te geven van de aanpak wordt hier heel kort de 'tactiek' geduid aan de hand van een tweedimensionale ruimte.

Stel dat men voor twee stofstromen (twee dimensies INPUT en OUTPUT) de grens-, richt- en streefwaarden heeft bepaald (Gi, Si, Ri en Go, So, Ro). Dan kan er een opnieuw een score gekoppeld worden aan de negen mogelijke combinaties:

ALS INPUT = Gi **EN** OUTPUT = Go **DAN** situatie is zeer slecht

ALS INPUT = Gi **EN** OUTPUT = Ro **DAN** situatie is slecht

ALS INPUT = Gi **EN** OUTPUT = So **DAN** situatie is teleurstellend

ALS INPUT = Ri **EN** OUTPUT = Go **DAN** situatie is slecht

ALS INPUT = Ri **EN** OUTPUT = Ro **DAN** situatie is bevredigend

ALS INPUT = Ri **EN** OUTPUT = So **DAN** situatie is goed

ALS INPUT = Si **EN** OUTPUT = Go **DAN** situatie is teleurstellend

ALS INPUT = Si **EN** OUTPUT = Ro **DAN** situatie is goed

ALS INPUT = Si **EN** OUTPUT = So **DAN** situatie is zeer goed

INPUT				
Gi	Teleur- stellend	Slecht	Zeer slecht	
Ri	Goed	Bevredigend	Slecht	
Si	Zeer goed	Goed	Teleur- stellend	
	So	Ro	Go	OUTPUT

Figuur 14: Beoordeling van posities in verschillende zones met linguïstische categoriën.

Men kan de verschillende zones ook cijfermatige scores geven, bijvoorbeeld in een interval van 0 tot 10 of van 0 tot 100.

INPUT				
Gi	5	3	0	
Ri	8	6	2	
Si	10	7	4	
	So	Ro	Go	OUTPUT

Figuur 15: Beoordeling van verschillende posities met punten op een schaal van 0 tot 10

De bevraging van de stakeholders moet dus ook een beoordeling van de verschillende combinaties inhouden. Daarbij kan een groot aantal combinaties ontstaan als men drie vier, vijf of meer dimensies viseert. Evenwel kan men de bevraging beperken tot een aantal combinaties:

- deze waar alle stofstromen tegelijk in de grenswaarden liggen, of tegelijk in de richtwaarden of tegelijk in de streefwaarden. Dat zijn dus de combinaties die op de hoofddiagonaal van de milieugebruiksruimte liggen.
- daarnaast kan men nog focussen op de hoekpunten van de milieugebruiksruimte, t.t.z. de combinaties waar één of meerdere stofstromen een grenswaarde hebben en de andere een

streefwaarde. Merk op dat men daarbij niet zozeer moet peilen naar een 'gewicht' van één of andere stofstroom maar dat men peilt naar de mate waarin een zeer slechte score op één of meerdere dimensies gecompenseerd wordt door zeer goede scores op andere dimensies.

De scores voor alle andere combinaties kunnen dan eventueel automatisch (met behulp van een computer) worden afgeleid van de gekende combinaties, overigens steeds met de optie dat de stakeholders de computerberekeningen bijsturen. In bijlage 6 worden de mathematische aspecten voor de berekening van de scores nader toegelicht.

3.1.11. Voorzorgsprincipe: mogelijkheid versus waarschijnlijkheid

Beginsel 15 van de verklaring van Rio luidt als volgt:

*"Teneinde het milieu te beschermen zullen staten naar hun vermogen op grote schaal de voorzorgsbenadering moeten toepassen. Daar waar ernstige of onomkeerbare schade dreigt, dient het ontbreken van volledige wetenschappelijke zekerheid niet als argument te worden gebruikt voor het uitstellen van kosten-effectieve maatregelen om milieuaantasting te voorkomen"*¹⁴

Het voorzorgsprincipe is ontwikkeld in Duitsland, waar het in 1976 door de federale overheid werd vooropgesteld. De laatste tien jaar is het principe een steeds belangrijker rol gaan spelen in het milieubeleid en in het discours rond duurzame ontwikkeling.

In Vlaanderen werd het expliciet gelanceerd in het voorontwerp decreet Milieubeleid van de Interuniversitaire Commissie tot Herziening van het Milieurecht in het Vlaamse Gewest (ICHM, ook gekend als 'Commissie Bocken').

Het voorzorgsprincipe betekent, aldus de ICHM, dat men niet moet wachten op een wetenschappelijke consensus om bepaalde potentiële gevaren voor het milieu aan te pakken: ernstige aanwijzingen zijn voldoende.

Het principe is luidens de ICHM verduidelijkt in enkele recente waterverdragen, zoals het Verdrag van Helsinki betreffende de bescherming van het mariene milieu van de Baltische Zee (1992), het Verdrag van Parijs betreffende de bescherming van het mariene milieu van de Noord-Oostatlantische Oceaan (1992) en het Verdrag van Helsinki betreffende de bescherming van grensoverschrijdende waterlopen en meren en hun gebruik (1992). Dat laatste verdrag bijvoorbeeld introduceert het voorzorgsprincipe als volgt:

*"...the precautionary principle, by virtue of which action to avoid the **potential** transboundary **impact** of the release of hazardous substances shall not be postponed on the ground that scientific research has not fully proved a causal link between those substances, on the one hand, and the potential transboundary impact, on the other hand"*.

Het voorzorgsprincipe heeft ook een plaats gekregen in het World Charter for Nature (1982):

*"(...), and where **potential** adverse effects (...) are not fully understood, the activities (which are likely to pose a significant risk to nature) should not proceed."*

Het bekendste verdrag is allicht de Verklaring van Rio de Janeiro inzake milieu en ontwikkeling van 1992 waarin eveneens het voorzorgsprincipe werd opgenomen (zie hierboven).

Het voorzorgsprincipe wordt vaak genoemd naast een reeks andere beginselen van milieubeleid. In het voorontwerp decreet milieubeleid poneert Art .1.2.1. § 2

"Het milieubeleid streeft naar een hoog beschermingsniveau, zonder evenwel de sociaal-economische gevolgen uit het oog te verliezen, en berust op:

- *het voorzorgsbeginsel;*
- *het beginsel van het preventief handelen;*
- *het beginsel van de voorkeur voor brongerichte maatregelen;*
- *het beginsel dat de vervuiler betaalt;*
- *het stand-still beginsel."* (ICHM 1995)

In dit hoofdstuk gaat de aandacht vooral naar het voorzorgsbeginsel. De andere beginselen zijn meer op de praktijk gericht en kunnen overigens geïnterpreteerd worden als een meer concrete invulling van het voorzorgsprincipe. Een korte toelichting:

"Het beginsel van preventief handelen betekent dat men moet optreden om milieuschade te voorkomen, eerder dan schade achteraf te moeten herstellen.

Het beginsel dat de vervuiler betaalt is gebaseerd op de overweging dat de bescherming van het milieu slechts op doeltreffende wijze kan worden gewaarborgd wanneer de kosten van de milieuverontreiniging worden toegerekend aan en gedragen door de vervuiler. Ook in de Verklaring van Rio inzake Milieu en Ontwikkeling is dit beginsel ingeschreven.

Het beginsel van de voorkeur voor brongerichte maatregelen houdt in dat het beleid erop moet gericht zijn de verontreiniging aan te pakken daar waar ze ontstaat, eerder dan beschermingsmaatregelen te nemen op de plaats waar de milieuschade zich manifesteert".

In de Europese richtlijnen wordt frequent gebruik gemaakt van het stand-still beginsel. Dit principe moet worden gezien in het licht van de huidige toestand van het milieu. Gezien het feit dat de huidige toestand slecht is, moet alleszins minstens een verdere achteruitgang worden tegengegaan"(ICHM)

Deze beginselen worden ook vermeld in de hoofdlijnen van het Vlaamse Milieubeleidsplan 1997-2001 van het Vlaamse Gewest (Mina-plan 2), nadat het Vlaams Parlement in het Decreet houdende Algemene Bepalingen Milieubeleid (DABM, 1995) had bepaald dat het milieubeleid op deze beginselen zou berusten. Dat decreet geeft aan op welke wijze de milieubeleidsplanning in Vlaanderen tot stand moet komen.

In het Milieubeleidsplan 1997-2001 wordt het voorzorgsbeginsel als volgt geïnterpreteerd:

*"Het houdt in dat men niet wacht op een wetenschappelijke consensus over het oorzakelijke verband tussen verontreiniging en effecten om een **mogelijk** probleem aan te pakken, ernstige aanwijzingen zijn voldoende. Op die manier kan dikwijls veel ernstigere of onomkeerbare schade worden voorkomen. Wachten om maatregelen te nemen tot het 100% eenduidig wetenschappelijk vaststaat dat er effectief een verdunning van de ozonlaag of een broeikas effect bestaat, kan tot veel ernstigere schade leiden. Het voorzorgsbeginsel betekent eigenlijk dat het milieu niet onnodig belast wordt."* ¹⁵

Overigens worden de beginselen ook overgenomen bij specifieke toepassingen van integraal voorraadbeheer, zo bijvoorbeeld in het het integraal waterbeheer dat het Vlaams Integraal

Wateroverleg Comité (VIWC) ontwikkelde (met ondersteuning van het Instituut voor Milieukunde van de Universiteit van Antwerpen).¹⁶

Het voorzorgsprincipe is geen dode letter en heeft in de praktijk wel degelijk het beleid gestuurd. Het Montreal Protocol betreffende de stoffen die de ozonlaag kunnen aantasten is in 1987 aangenomen terwijl er nog een zeer grote wetenschappelijke onzekerheid bestond.

"The ozone depleting effect of CFC's, which is accepted today, was then still disputed. The ozonehole had been detected, but its cause was unknown. Nevertheless, governments decided that it would be prudent to limit the production and use of CFC's and halons on the basis of the available evidence rather than to wait for the 'smoking gun' to be found".¹⁷

Het voorzorgsprincipe is in essentie een antwoord op de vraag: hoe gaan we om met onzekerheid? Het gaat dan om de onzekerheid die inherent verbonden is aan de omgang met complexe systemen zoals 'het milieu'. Clayton en Radcliffe zeggen hierover o.a. het volgende:

"It is rarely possible to say with any degree of certainty what the effects of various actions on the global ecology will be. The systems involved are too complex, too interconnected and too highly non-linear for high degrees of confidence [...]

Critical systems should be presumed vulnerable, rather than the more typical presumption that they are resilient or invulnerable. This is the essence of the precautionary principle. Adoption of the precautionary principle results in an increased emphasis on the need to demonstrate the safety of any proposed new product or process, for example, before it is released into the wider environment [...]

*Rather than assuming that chemicals used to kill pests on crops are otherwise environmentally harmless or neutral, for example, the precautionary principle might suggest that we should consider the **possibility** that a chemical harmful to one pest might cause a range of other ecological consequences. Similarly, where the theory of substitution in neoclassical economics indicates that the scarcity of one resource will lead a rise in its price and so to the timely development of substitutes, the precautionary principle might lead one to consider the **possibility** that resources are not always commensurate and substitutable."¹⁸*

Clayton en Radcliffe verwijzen hier vooral naar de risico's die verbonden zijn aan bepaalde vooronderstellingen betreffende het gedrag van het beschouwde systeem. Zo raden zij aan te vooronderstellen dat belangrijke ecosystemen gevoelig zijn, zelfs al heeft de natuur in het verleden herhaaldelijk bewezen te kunnen recupereren van grote impacts.

Het voorzorgsprincipe staat voor hen ook gelijk met een argwanende houding ten opzichte van theoriën, of vermeende wetmatigheden (neoklassieke economie).

In de vorige paragrafen werden herhaaldelijk de termen 'mogelijk' (possible) en 'potentieel' (potential) in vette letters aangeduid. Het voorzorgsprincipe beoogt het voorkomen van mogelijke negatieve gebeurtenissen (effecten). De mogelijkheid dat er negatieve gebeurtenissen zouden kunnen optreden is niet hetzelfde als de waarschijnlijkheid, althans niet de klassieke frequentistische waarschijnlijkheid die afgeleid wordt uit een reeks ervaringen of waarnemingen (steekproef).

Hier kan geen volledige analyse worden gemaakt van het concept waarschijnlijkheid en de wiskundige formalismen die terzake zijn ontwikkeld (naast de frequentistische waarschijnlijkheid is vooral de Bayesiaanse variant gebruikelijk).

Het punt waar hier wordt op gewezen is het verschil dat men kan onderkennen tussen **waarschijnlijkheid en mogelijkheid**. Om dat verschil enigszins te duiden kan volgend voorbeeld helpen:

Aan de kant van een drukke weg stelt men voorbijgangers twee vragen:

Wat is de waarschijnlijkheid dat er in de volgende personenauto die langskomt 4 mensen zitten?

Wat is de mogelijkheid dat er in de volgende personenauto die langskomt 4 mensen zitten?

Op de eerste vraag zullen de meeste respondenten allicht een lage score plakken, omdat ze – uit ervaring – weten dat in de meest auto's slechts één persoon zit, soms twee en slechts bij uitzondering vier. Men maakt dus een schatting van een frequentistische waarschijnlijkheid. Op een schaal van 0 tot 1 komt de gevraagde waarschijnlijkheid wellicht in de buurt van 0.05.

Op de tweede vraag evenwel zullen de meesten antwoorden dat bijna alle auto's plaats geven aan een viertal personen. Op een schaal van 0 tot 1 komt de gevraagde mogelijkheid wellicht in de buurt van 1.

Men kan een verband leggen tussen waarschijnlijkheden en mogelijkheden: wat onmogelijk is is ook onwaarschijnlijk, maar het omgekeerde geldt niet. De mogelijkheid is dus steeds groter dan de waarschijnlijkheid.

Als men een waarschijnlijkheidsdistributie zou maken omtrend de het aantal passagiers in personenwagens dan is de som van alle waarschijnlijkheden (voor één, twee, drie, vier en meer passagiers) gelijk aan één.

Een mogelijksdistributie, waarbij de mogelijkheid van één, twee, drie, vier en meer passagiers op een rijtje wordt gezet is niet gebonden aan dergelijk vaste som.

De vage normen die hierboven werden neergezet zijn mogelijksdistributies.

Operationalisering van het voorzorgsprincipe, t.t.z. toepassing van het voorzorgsprincipe in formele (wiskundige) instrumenten die de besluitvorming moeten ondersteunen (Decision Support Instruments zoals multicriteria-evaluatie), vereist de formele uitdrukking van mogelijkheden. Die mogelijkheden kunnen geïnspireerd zijn door waarschijnlijkheden (frequentistisch en/of Baysiaans), maar dat is niet noodzakelijk zo.

Het is overigens sterk de vraag of men vragen omtrent rechtvaardigheid en nut kan beantwoorden met 'waarschijnlijkheden'. Het is niet omdat men op een bevraging van stakeholders (steekproef) statistische operaties kan uitvoeren dat men effectief de waarschijnlijkheid meet dat een bepaalde distributie rechtvaardig is of een bepaalde allocatie nuttig is. Men meet opinies die vandaag overigens heel anders kunnen luiden, dan morgen. Wanneer men de respondenten vraagt het voorzorgsprincipe te hanteren in hun beoordeling, wordt juist aangestuurd rekening te houden met 'mogelijkheden'.

Experten in simulatiemodellen maken vaak een onderscheid tussen verschillende types van onzekerheden. Rotmans en De Vries bijvoorbeeld verwijzen naar de categoriën technische onzekerheden (betreffende observaties en metingen), methodologische onzekerheden (betreffende de keuze van de gepaste analytische instrumenten, modellen) en epistemologische onzekerheden (betreffende de conceptualisering van fenomenen).

Ze merken daarbij op dat bij integrated assessment weliswaar onzekerheidsanalyses worden toegepast (Monte Carlo methode, waarschijnlijkheidsdistributies) maar dat deze dan vrijwel alleen de technische onzekerheden in beeld brengen. De methodologische en epistemologische onzekerheden zijn van een andere orde en spruiten voort uit subjectieve beoordelingen. De methodologische en epistemologische onzekerheden vinden hun oorsprong bijvoorbeeld in het gebrek aan eenduidigheid in taal (Wat is 'duurzaam?'), gebrek aan eensgezindheid, verschillen in perspectief (subjectiviteit) e.d.¹⁹

Integrated Assessment genereert dus kennis die onzekerheden van heel uiteenlopende types inhoudt, waaronder onzekerheden die met een waarschijnlijkheid kunnen worden beschreven. Maar het geaggreerde resultaat van alle onzekerheden is dus een mogelijksdistributie, geen waarschijnlijkheidsdistributie.

De output van een simulatie-model kan een waarschijnlijkheids-distributie zijn, maar deze waarschijnlijkheden zijn dan wel gekoppeld aan de vooronderstellingen waarop het model is gebaseerd. Bij een juiste interpretatie van de output moet men dus spreken over "de waarschijnlijkheden, gegeven bepaalde vooronderstellingen". Aangezien andere vooronderstellingen tot andere waarschijnlijkheden kunnen leiden is de uitkomst dus een mogelijke uitkomst.

Hetzelfde geldt bij onderzoek op basis van enquêtes. Ook bij deze waarnemingen construeert men vaak waarschijnlijkheidsdistributies, maar deze zijn dan wel het produkt van een bepaalde onderzoeksmethode. Andere methoden kunnen mogelijks andere waarschijnlijkheden opleveren. Vooral kosten-baten analyses demonstren de grote verschillen die kunnen voortkomen uit de methodologische varianten.

Ter afronding kan de volgende vraag gesteld worden: wat is de waarschijnlijkheid dat de definitie van duurzame ontwikkeling, zoals gesteld door de Brundtlandt-commissie, juist is. Of vraagt men beter naar de mogelijkheid?

¹ Zie: 'Functies van het milieu' in bijlage 2 van het eindrapport.

² World Commission on Environment and Development, WCED, alias Brundtland-Commissie (1987), *Our Common Future*, Oxford University Press.

³ Vertaling VITO-FTU: Berloznik R., Vancolen D., Van Rensbergen J., Valenduc G., Vendramin P. en Marion J-Y. (1996), *Wetenschappelijk onderzoek en duurzame ontwikkeling*, DWTC, Brussel

⁴ J. Rotmans defineert Integrated Assessment als volgt: "*Integrated assessment is een interdisciplinair proces van combineren, interpreteren en communiceren van kenniselementen uit verschillende wetenschappelijke disciplines op zodanige wijze, dat zoveel mogelijk relevante aspecten van een maatschappelijk probleem in hun onderlinge samenhang kunnen worden beschouwd ten behoeve van beleidsondersteuning*".
Rotmans J. (1998), *Geïntegreerd denken en handelen: een noodzakelijk Goed*, ICIS, Universiteit Maastricht

⁵ Opschoor H. (1995), *Krapte aan milieugebruiksruimte*, in: *Oefeningen in duurzaamheid: Perspectieven naar 2040*, Uitgeverij Jan van Arkel, Utrecht, p. 12

⁶ Dit is vanzelfsprekend een heel simpel model (beschrijving) van de economie, en een econoom die geïnteresseerd is in de evolutie van de economische groei, de werkgelegenheid en/of het concurrentievermogen wordt er allicht niet door aangesproken. Dat is ook niet de bedoeling. Hier worden vraagstukken behandeld betreffende de stofwisseling tussen mens (economie) en milieu en in de modellen worden dan ook slechts die variabelen (attributen) opgenomen die relevant zijn met betrekking tot de gestelde vragen. Dit is overigens de normale gang van zaken wanneer men complexe systemen wil onderzoeken. Vooreerst dient men zich een duidelijk beeld te vormen van de vraagstukken die men wil behandelen en terzake worden dan die aspecten van de werkelijkheid belicht die relevant zijn met betrekking tot de gestelde vragen.

De hoofdvraag die hier gesteld wordt is: Wat zijn de grenzen met betrekking tot milieugebruik, als men het milieu op een duurzame manier wil gebruiken?

Een vraag die hier niet aan bod komt is bijvoorbeeld: Wat is het effect heffingen op het milieugebruik?

Deze laatste is wel een interessante vraag, maar moet met andere modellen worden belicht. Overigens kunnen de modellen die hier worden ontwikkeld gekoppeld worden aan econometrische modellen, zodat men bijvoorbeeld een vraag kan behandelen als: Zijn bepaalde heffingen voldoende om het milieugebruik binnen gegeven grenzen te brengen?

Voorts dient opgemerkt dat elk model een simplificatie van de werkelijkheid inhoudt. Een model dat de werkelijkheid perfect weergeeft zou overigens zo complex worden dat men er nauwelijks iets kan uit leren. "*Het beste model van een kat is een andere kat*", zo grappen sommige systeemtheoretici, om aan te geven dat de perfecte weergave van de werkelijkheid... de werkelijkheid zelf is. Modellen zijn dan weliswaar afspiegelingen van de werkelijkheid, maar worden wel opgebouwd in functie van bepaalde vraagstukken en daarbij propageren vele deskundigen het KISS-principe ("*Keep It Simple Stupid*"). Iets eerbiediger: "*Wees bescheiden en maak het uzelf niet de moeite*".

⁷ Meadows D.H., Meadows D.L en Randers (1992), *De grenzen voorbij: een wereldwijde catastrofe of een duurzame wereld*, Spectrum/Aula, Utrecht. p. 66.

Hier worden Meadows e.a. geciteerd om ondermeer aan te geven dat Daly's stelregels wel vaker gebruikt worden bij het nader bepalen van 'duurzame stofstromen'. Meestal vindt men varianten op deze stelregels die in het algemeen grotendeels hetzelfde zeggen maar in andere bewoordingen. Dat is zeker het geval in de literatuur over de milieugebruiksruimte (Zie bijlage 1 van het eindrapport).

⁸ De term 'impact-categorie' wordt gebruikt in Life Cycle Analysis en men categoriseert daarmee stofstromen die een bepaalde impact op het milieu gemeen hebben. Zo erkent men stofstromen die verzuring veroorzaken, andere die het klimaat beïnvloeden, andere die toxisch zijn voor mensen, etc... Sommige stofstromen vallen onder meerdere impactcategoriën. In Het Vlaamse en Nederlandse milieubeleid wordt vaak de term 'milieuthema' gebruikt waarbij men dan meestal hetzelfde bedoeld als impactcategorie.

⁹ Het DPSIR-frame is een kader waarbij een causaal verband wordt gelegd tussen respectievelijk Driving Forces, Pressure, State, Impact en Response.

Binnen dit kader wordt onderzocht waar de oorsprong (Driving Force) ligt van het probleem (welke activiteiten veroorzaken de stofstromen), hoeveel grondstoffen deze activiteiten aan het milieu onttrekken of erin lozen (Pressure of Druk), wat dit voor gevolgen heeft met betrekking tot de kwaliteit van het milieu (State of Toestand), en wat de gevolgen zijn (Impact) voor mens, natuur en economie. Men spreekt terzake ook van de 'verstoringketen'. Het geheel kan worden afgerond met een beschrijving van de (mogelijke) response op de problematiek, waarbij dan onderscheidt wordt gemaakt tussen brongerichte maatregelen (ingrijpen op de activiteiten) en effectgerichte maatregelen (onderscheppen van emissies, sanering, e.d.).

Als men de verstoringketen in omgekeerde richting gebruikt: I – S – P – R spreekt men van de normeringsketen: uit aanvaardbare impacts wordt een gewenste toestand afgeleid en daaruit een toelaatbare druk en vervolgens toelaatbare activiteiten.

¹⁰ Vermeldenswaard is het standpunt van Daly, met betrekking tot de doelstellingen van de economie: "The three basic goals of an economic system must be efficient allocation, equitable distribution, and sustainable scale. The first two have a long history in economic theory, and specific independent policy instruments have been developed for their realisation. However, scale has not been formally recognised in economic theory, and no corresponding policy instrument has been developed..."

The basic definitions of the three goals and their policy mechanism are as follows:

1. **Allocation:** This entails the channeling of society's scarce resources to their alternative productive uses. An allocation is considered efficient when resource distribution satisfies material needs in conformity with individual preferences, as weighted by the ability to pay. The policy instrument that produces this outcome is the price mechanism of competitive markets.
2. **Distribution:** This is the division of final goods and services. A good distribution is one that is considered just or fair, i.e., one in which the degree of inequality is confined within an acceptable range. The policy instruments used to achieve this goal are transfers, such as taxes and welfare payments.
3. **Scale:** Scale is the 'physical volume of the throughput, the flow of matter-energy from the environment as low-entropy raw materials, and back to the environment as high-entropy wastes...It is measured in absolute physical units, but its significance is relative to the natural capacities of the ecosystem to regenerate the inputs and absorb the waste outputs on a sustainable basis.' Though scale is usually measured in monetary terms (e.g., per capita resource use), throughput might better be measured in terms of embodied energy, and the economy viewed as an open subsystem of the larger, but finite, closed, nongrowing ecosystem. Thus the scale of an economy becomes significant relative to the fixed size of the ecosystem, and it can be considered sustainable if it is not eroding the carrying capacity of the ecosystem. Sustainability is an important characteristic of the optimal scale. We may very generally define the optimal scale as that sustainable scale at which the combined services of both human-made and natural capital are as great as possible.

Deze paragraaf komt uit een samenvatting van een artikel: *Allocation, Distribution, and Scale: Towards an Economics That is Efficient, Just and Sustainable*, van Herman E. Daly (*Ecological Economics* 6 (December 1992): 185-193, Elsevier BV, The Netherlands).

De samenvatting is gepubliceerd in: Krishnan R., Harris J.M. en Goodwin N.R.(eds.)(1995), *A survey of Ecological Economics*, Island Press, Washington D.C.

¹¹ Zie bijlage 5.

¹² Een en ander worder verder toegelicht in bijlage 5

¹³ Dit zijn definities, overgenomen uit de beleidsnota van Vlaams milieuminister Vera Dua (2000). Er circuleren verschillende definities van grens-, richt- en streefwaarde en de verschillen liggen in de context waar ze worden gebruikt. Focust men op milieukwaliteit dan kan men volgende definities noteren:

Grenswaarde: waarde (vaak concentratiecijfers van immissies) die niet overschreden mag worden. Een overschrijding van deze waarde moet aanleiding geven tot het treffen van maatregelen.

Richtwaarden: beleidsmatig na te streven milieukwaliteitsdoelstellingen met opgave van tijdstippen voor hun realisatie.

Streefwaarde: milieukwaliteitsniveau waarbij geen nadelige effecten te verwachten zijn.

¹⁴ Uit de Nederlandse vertaling van Agenda 21, waarin ook aan aantal verklaringen zijn opgenomen (1993).

¹⁵ AMINAL (1997), Minaplan 2: 1997-2001, Brussel.

¹⁶ VIWC/IVM-UA (1999), Vlaams Integraal Wateroverleg Comité/Instituut voor Milieukunde – Universiteit Antwerpen , *Integraal Waterbeheer in Vlaanderen: concept, methodologie en structuren, eindrapport*, VIWC, Brussel.

¹⁷ Oberthür en Ott (1996), Wuppertal Institute

¹⁸ Clayton A.M.H. en Radcliffe N.J. (1996), *Sustainability: A Systems Approach*, Earthscan Publications Ltd., London

¹⁹ Rotmans J. en De Vries B. (1997) , *Perspectives on Global Change, The Targets Approach*, Cambridge University Press.

Met betrekking tot onzekerheids-categoriën citeren zij overigens Funtowics en Ravetz (Funtowicz S.O. en Ravetz (1989), *Managing uncertainty in policy-related research*, Arc. et Sanas, France).

Er bestaan vele verschillende classificatiesystemen van onzekerheid.

3.2. Case: klimaatsverandering

3.2.1. De vaagheid van het klimaatsverdrag

Naast een algemene analyse van het concept milieugebruiksruimte, werd in dit onderzoek ook specifiek aandacht besteed aan het **thema klimaatsverandering**. Dit thema heeft tijdens de afgelopen tien jaar een belangrijke plaats ingenomen op de milieu-agenda. Het is overigens een bijzonder thema: het gaat om een mondiaal probleem en bovendien vraagt de beleidsontwikkeling terzake een visie over een zeer lange tijdshorizon. De broeikasgassen worden niet alleen overal ter wereld geëmitteerd; de versterking van het broeikaseffect kan ook overal ter wereld ongewenste effecten veroorzaken. De belangrijkste vervuilers zijn daarbij niet noodzakelijk de belangrijkste potentiële slachtoffers. Meer nog, zij behoren niet noodzakelijk tot dezelfde generatie, aangezien er tientallen jaren kunnen liggen tussen de emissies en hun effecten –die overigens het gevolg zijn van de accumulatie van broeikasgassen in de atmosfeer.

In die zin berust elk beleid terzake op het etisch uitgangspunt dat men moet rekening houden met de andere, hetzij de andere die aan de ander kant van de planeet woont, hetzij de andere die nog moet geboren worden.

Het moet worden beklemtoond dat dit onderzoek geen bijdrage wil leveren bij het onderzoek naar klimaatsverandering op zich. Wel is gezocht naar een methode die toelaat de **resultaten van het onderzoek naar klimaatsverandering op een toegankelijke manier te gebruiken in participatieve besluitvorming**, t.t.z. besluitvorming die rekening houdt met de opinies van verschillende belanghebbenden. De participatie van de stakeholders is belangrijk omdat het beleid nu eenmaal moet bouwen op de solidariteit tussen de verschillende bewoners van deze planeet, tussen huidige en toekomstige generaties. Mocht het onderzoek naar klimaatsverandering conclusies kunnen maken waarin met grote zekerheid wordt gesteld wat oorzaken en gevolgen zijn van broeikasgasemissies, en wat er moet gebeuren om het ongewenste te voorkomen, dan zou het allicht gemakkelijk zijn om een maatschappelijk draagvlak te vinden voor stringente maatregelen. Het zou dan een kwestie zijn iedereen – of een meerderheid- te overtuigen van de feiten.

Evenwel levert het klimaatonderzoek geen zekerheden en men mag die overigens ook niet verwachten¹. Alles heeft te maken met de complexiteit van het probleem: de complexiteit van het fenomeen klimaat en de **complexiteit** van de interactie tussen mens en klimaat.

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) vestigt herhaaldelijk de aandacht op de complexiteit van het probleem en de onzekerheden omtrent hun bevindingen.

"Climate change presents the decisionmaker with a set of formidable complications: a considerable number of remaining uncertainties (which are inherent in the complexity of the problem), the potential for irreversible damages and costs, a very long planning horizon, long time lags between emissions and effects, wide regional variation in causes and effects, an irreducibly global scope of the problem and the need to consider multiple greenhouse gases and aerosols. Yet another complication arises from the fact that effective protection of the climate system requires global cooperation".²

In het IPCC-rapport van 1995 werd een pleidooi gevoerd voor een **"no regret policy"**, t.t.z; voor een beleid dat doet wat mogelijk is om de weliswaar onzekere gevolgen van klimaatsverandering te vermijden en/of op te vangen. Immers, zo stellen de experts vast, zelfs wanneer men rekening houdt met de sociaal-economische korte termijn belangen, dan nog is er er heel veel mogelijk om de door mensen veroorzaakte emissies van broeikasgassen te reduceren. Er bestaat dus een hele reeks van haalbare maatregelen en de uitvoering daarvan zal men zich niet beklagen, ook al zou achteraf blijken dat het klimaatprobleem minder ernstig zou zijn dan voorlopig werd ingeschat. Energie-experten bijvoorbeeld, die focussen op

de emissies van het broeikasgas koolstofdioxide, hebben reeds uitgebreide lijsten aangelegd van technologieën die toelaten om een zelfde levensstijl te onderhouden met minder energie. Met de huidige **best beschikbare technieken** (BBT) kan een enorme besparing worden gerealiseerd³ en deze maatregelen zijn niet noodzakelijk duur, integendeel. Zelfs wanneer later zou blijken dat de emissie van koolstofdioxide minder schadelijk is dan vermoed, dan nog zal efficiënter gebruik van fossiele brandstof er toe leiden dat langer kan geput worden uit de schaarse economisch winbare reserves brandstof en dat terzake de toekomstige generaties een billijker deel krijgen. Vele naties winnen bij een kleinere afhankelijkheid van import van deze brandstoffen. De geopolitieke strategische belangen worden ook ondersteund door de ontwikkeling van een breed gamma aan alternatieve (hernieuwbare) energiesystemen. Nu mag de implementatie van BBT ook niet gezien worden als een evidentie die zomaar vanzelf zal gebeuren. Het is nodig dit te ondersteunen met een breed assortiment van juridische, financieel/economische en sociaal/communicatieve beleidsinstrumenten die de verschillende doelgroepen helpen, aansporen en desnoods dwingen om efficiënter om te springen met energie. Dit beleids-instrumentarium zal evenwel slechts ontwikkeld kunnen worden als er een politiek draagvlak voor bestaat en dus zal de publieke opinie overtuigd moeten zijn van het belang van deze beleidsmaatregelen.

De vele onzekerheden met betrekking tot klimaatsverandering mogen niet leiden tot uitstel van beleid. In het klimaatverdrag staat dat het **voorzorgsprincipe** moet worden toegepast: *"The parties should take precautionary measures to anticipate, prevent or minimize the causes of climate change and mitigate its adverse effects. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing such measures, taking into account that policies and measures to deal with climate change should be cost-effective so as to ensure global benefits at the lowest possible cost...."*⁴

Wanneer men zoals in bovenstaand citaat termen gebruikt als 'serious' of 'cost-effective' dan is men misschien wel ondubbelzinning, maar het blijft een vaag uitgangspunt wanneer men de doelstellingen wil kwantificeren. Wanneer is schade ernstig? Wanneer is de balans tussen kosten en baten in 'ons' voordeel en wie staat voor 'ons'? Men moet dus leren leven met het feit dat de kwantificering van termen als 'ernstig' of 'effectief' geen scherpe waarden kunnen opleveren, aangezien bij elke berekening subjectieve keuzen moeten worden gemaakt, keuzen die variëren met de perceptie van wat 'ernstig' of 'effectief' is. Met het voorzorgsprincipe wordt dus aangedrongen op een beleid dat rekening houdt met mogelijke ontwikkelingen, zelfs al kent men de waarschijnlijkheid niet dat die ontwikkelingen zich zullen voordoen. In vorig hoofdstuk is reeds gewezen op het verband tussen het voorzorgsprincipe en de concepten '**mogelijkheid**' en '**vage verzameling**'. Het voorzorgsprincipe is vaag.

Overigens zijn ook de doelstelling van het klimaatverdrag in uiterst vage bewoordingen gesteld:

"The ultimate objective of this Convention and any related legal instruments that the conference of the Parties may adopt is to achieve, in accordance with the relevant provisions of the Convention, stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system. Such a level should be achieved within a time-frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner".

De vage termen zijn hier door de auteurs onderstreept. Men mag uit de vage bewoordingen niet concluderen dat het hier gaat om een lege doos. Het maakt al een groot verschil wanneer men op internationaal niveau het probleem erkent en aanstuurt op een gepast antwoord. De tekst is overigens **niet dubbelzinning**. Er staat bijvoorbeeld wel degelijk dat de voedselproductie niet in het gedrang mag komen; alleen wordt nog geen uitsluitel gegeven over de vraag wanneer een bepaalde impact dan wel bedreigend is of niet, wanneer een economische ontwikkeling duurzaam is of niet. Overigens moet worden beklemtoond dat het hier gaat om een kaderverdrag, dat vervolgens nader dient ingevuld met meer concrete afspraken (amendementen en protocols)⁵.

Dit neemt niet weg dat de basis-doelstellingen altijd vaag zullen blijven en dat het beleid dus neerkomt op het **operationaliseren van oorspronkelijk vage doelstellingen**. Het is duidelijk dat men wil anticiperen op risico's, maar zoals reeds in voorgaand hoofdstuk werd gesteld resulteert een risk-assessment steeds in een vaag grensgebied tussen een gevaarlijk en een veilig gebied. Vooral met betrekking tot klimaatsverandering moet men aanvaarden dat er geen scherp omslagpunt bestaat dat aangeeft tot waar de emissies van broeikasgassen veilig (aanvaardbaar) zijn en waarboven de emissies onveilig (onaanvaardbaar) zijn.

Risk-assessments met betrekking tot klimaatsverandering zijn overigens heel ingewikkelde vraagstukken. Parry en Carter⁶ wijzen op de complexiteit die het gevolg is van het feit dat men niet moet oordelen over een eenvoudig causaal verband, maar wel over een zogenaamde "interactie".

Vaak zijn risk-assessments gebaseerd op een analyse van zo'n eenvoudig causaal verband. Bijvoorbeeld bij toxische emissies is dat dikwijls het geval. Daarbij gaat het dan om een blootgestelde factor (mens, dier, plant,..) die bedreigd wordt door een toxische emissie. Men kan dan een verband leggen tussen dosis en effect en daaruit een 'drempelwaarde' afleiden. De blootgestelde factor kan zich doorgaans niet aanpassen aan de bedreiging en is dus in zekere zin een vaststaand gegeven, wat het bepalen van de drempelwaarde vergemakkelijkt. Wanneer de blootgestelde factor onder druk staat van meerdere stressfactoren wordt het assessment trouwens een stuk ingewikkelder, omdat men dan kan kampen met synergetische effecten. Bij klimaatsverandering kan men in het algemeen geen eenvoudig causaal verband leggen tussen 'dosis' (klimaatsverandering) en effect (maatschappelijke gevolgen). Een droogte of een stijging van de zeespiegel kan sterk verschillende maatschappelijke effecten hebben, omwille van de grote verschillen in weerbaarheid van de blootgestelde factor. Terwijl een droogte in een rijk land hoogstens het inkomen van de boeren (tijdelijk) kan bedreigen (wat dan nog kan opgevangen worden door een rampenfonds), kan dezelfde droogte in een arm land een enorme economische ravage veroorzaken (hongersnood). Rijke landen kunnen de dijken verhogen, arme landen hebben daar de middelen niet voor. Kortom, de blootgestelde factor is geen vast gegeven, kan zich deels aanpassen aan het gewijzigd klimaat of anticiperen op de gevolgen, en dat maakt de inschatting van (de aanvaardbaarheid van) risico's ook moeilijk, zeker wanneer men moet speculeren over situaties die nog ver in de toekomst liggen. Men zal dan ook moeten leren leven met het feit dat de experts slechts vage gegevens kunnen produceren (meestal geduid met een foutenmarge). Maar vage gegevens zijn dus evenzeer gegevens waarmee men rekening kan houden.

Naast de onmogelijkheid om middels risk-assessments een scherpe grens voor de emissie van broeikasgassen te trekken, wordt de vaagheid nog vergroot wanneer men de beleidsmatige inspanningen terzake op een billijke manier tracht te verdelen onder de veroorzakers van het probleem. In het klimaatverdrag wordt gesteld dat de verdeling van de inspanningen over de verschillende landen in overeenstemming moet zijn met hun "*common but differentiated responsibilities and respective capabilities and their social and economic conditions*". De

rijke landen, die overigens meest hebben bijgedragen tot het probleem en er mogelijk tegelijk minst last zullen van hebben omwille van de weerstand die ze kunnen bieden tegen de mogelijke impacts, zullen volgens het verdrag de grootste inspanningen moeten leveren. Het is wellicht niet nodig om te demonstreren dat bij de kwantificering van een billijke verdeling van de lasten verschillende uitkomsten mogelijk zijn, zelfs al is iedere berekening gebaseerd op dezelfde (vage) uitgangspunten van het klimaatverdrag.

In vorig hoofdstuk (meer bepaald vanaf 3.1.5) is reeds kort toegelicht hoe de vraag naar een norm voor CO₂-emissies ons confronteert met drie knelpunten, met name:

- Wat zijn aanvaardbare risico's en -gegeven deze norm- wat zijn dan de hoeveelheden broeikasgassen die de volgende eeuw(en) mogen worden geëmitteerd? ('**scale**')
- Wat is een rechtvaardige distributie van de emissies (en/of reductielasten) onder huidige en toekomstige generaties? ('**distribution**')
- Wat is een nuttige allocatie van de schaarse CO₂-budgetten over verschillende diensten (transport, verwarming,...)? ('**allocation**')

Indien men de vragen laat beantwoorden door één individu (of organisatie) die voor al deze vragen een scherp standpunt kan innemen, dan is het mogelijk om een scherpe norm vast te stellen⁷. Laat men toe dat meerdere belanghebbenden terzake hun standpunt bepalen, dan komt men tot een distributie van mogelijke normen die kunnen worden beschreven door een vage verzameling. De vaagheid wordt niet weggenomen door internationale akkoorden zoals het klimaatverdrag. Men kan wel scherpe middellange termijndoelstellingen afleiden van specifieke internationale protocols of EU-akkoorden, maar terzake dient opgemerkt dat deze in het algemeen het resultaat zijn van een politiek (pragmatisch) compromis en slechts gedeeltelijk tegemoet komen aan de elementaire uitgangspunten (het voorzorgsprincipe, billijke behandeling van de betrokken partijen). Overigens zijn er regeringsleiders die met heel veel gemak zo'n norm wegvegen uit hun beleid.

Er valt dan ook heel wat in te brengen tegen het gebruik van politieke compromissen bij de bepaling van de milieugebruiksruimte. Het risico is vrij groot dat men dan een norm hanteert die niet in overeenstemming is met de gangbare definities van het begrip 'milieugebruiksruimte', reden waarom de onderzoekers hier willen pleiten voor een strikt **onderscheid tussen de bepaling van de milieugebruiksruimte enerzijds, en een politiek compromis anderzijds**. Weliswaar kan een berekening van een (vage) milieugebruiksruimte de politieke besluitvorming ondersteunen. M.a.w. de milieugebruiksruimte kan eventueel dienen als referentie om na te gaan in hoeverre het politiek compromis ook duurzaam is.

3.2.2. Besluitvorming

In voorgaand hoofdstuk (en bijhorende bijlage) is reeds uitvoerig beschreven hoe vage doelstellingen of normen kunnen worden gebruikt bij de beoordeling en sturing van het beleid. De toegepaste wiskunde voorziet in **Decision Support Systems (DSS)** die toelaten beslissingen te nemen in een vage of onzekere omgeving, m.a.w. op basis van vage of onzekere uitgangspunten. Vanuit mathematisch oogpunt is het dus niet noodzakelijk te gaan zoeken naar scherpe normen.

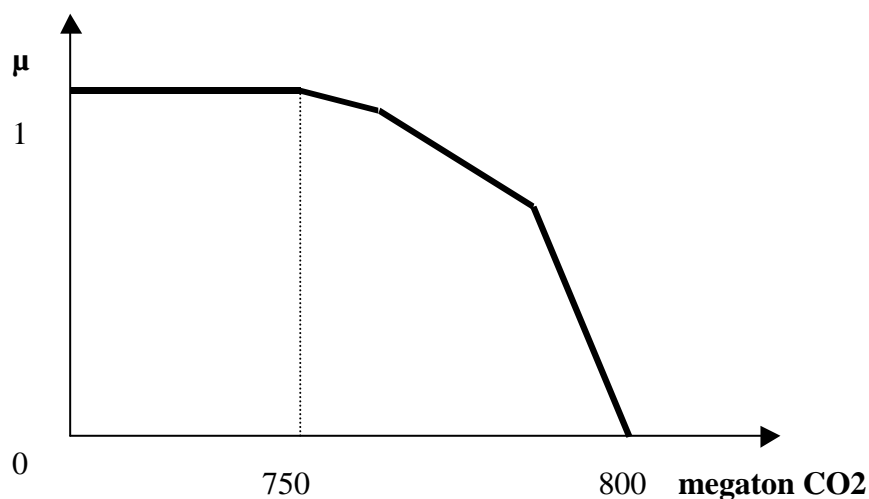
Soms is het handig wanneer één en ander kan worden samengevat in een scherp getal (zoals men uit een waarschijnlijkheidsdistributie een gemiddelde of mediaan afleidt). Maar soms is het een overbodige operatie.

Terzake geeft Canz⁸ een interessant voorbeeld. Hij verwijst naar de (toenmalige) ambitie van Duitsland om de koolstofdioxide-emissies tegen het jaar 2005 te reduceren met 25 % ten

opzichte van het niveau van 1990. Aangezien Duitsland in 1990 ongeveer 1000 megaton koolstofdioxide emiteerde ligt de emissiegrens voor 2005 dus op 750 megaton. Canz stelt dan de volgende vraag: wordt elke beleids optie die deze grens niet respecteert dan verworpen? M.a.w. zal het Duitse beleid –dat toch nog andere bekommernissen heeft dan klimaatsverandering – enkel die beleids opties weerhouden die binnen de 750 megaton-grens vallen? Stel dat er een beleids optie bestaat die sociaal-economisch aantrekkelijk is, maar de emissies op 770 megaton brengen: wordt deze optie dan verworpen en moet deze wijken voor een beleid dat sociaal-economische spanningen veroorzaakt?

Canz stelt dat de mens niet op die manier beslissingen neemt en wel degelijk oplossingen overweegt die niet geheel tegemoetkomen aan één bepaald doel, maar wel zoveel mogelijk tegemoet komen aan verschillende vooropgestelde doelstellingen of bekommernissen. Kortom men zal een beleidslijn zoeken die 'bevredigend' is op meerdere vlakken en niet kiezen voor een optie die het ene doel 'heilig' verklaart en alle andere daar compleet ondergeschikt aan maakt: **er wordt niet één objectief gemaximaliseerd ten koste van andere objectieven, maar er wordt een optimale oplossing gezocht die tegemoet komt aan meerdere objectieven tegelijk.** In het velengde daarvan stelt Canz dat een kleine daling van de emissies er niet kan toe leiden dat een beleids optie plots omslaat van totaal onaanvaardbaar naar gewenst. Men kan toch niet verwachten dat een beleids optie met een emissie van 751 megaton koolstofdioxide wordt verworpen?

De vraag is dan natuurlijk hoe rekbaar de grens inzake koolstofdioxide-emissies mag zijn? Canz stelt ter illustratie een vage emissie-doelstelling voor die aangeeft dat men onder de 750 megaton het doel geheel heeft bereikt en boven de 800 megaton het doel helemaal niet heeft bereikt. Alle tussenliggende waarden komen overeen met een gedeeltelijk bevredigende score.



Figuur 16: Vaag doel koolstofdioxide-emissies (bron: Canz T (1996), IIASA).

Canz demonstreert in een working paper van het International Institute for Applied System Analysis (IIASA), dat men met vage grenzen evengoed de besluitvorming kan ondersteunen dan met scherpe grenzen. Maar het belangrijkste is allicht te beklemtonen dat men zich in besluitvorming in het algemeen niet laat forceren binnen vooropgestelde scherpe doelstellingen en steeds een afweging maakt ten opzichte van verschillende criteria.

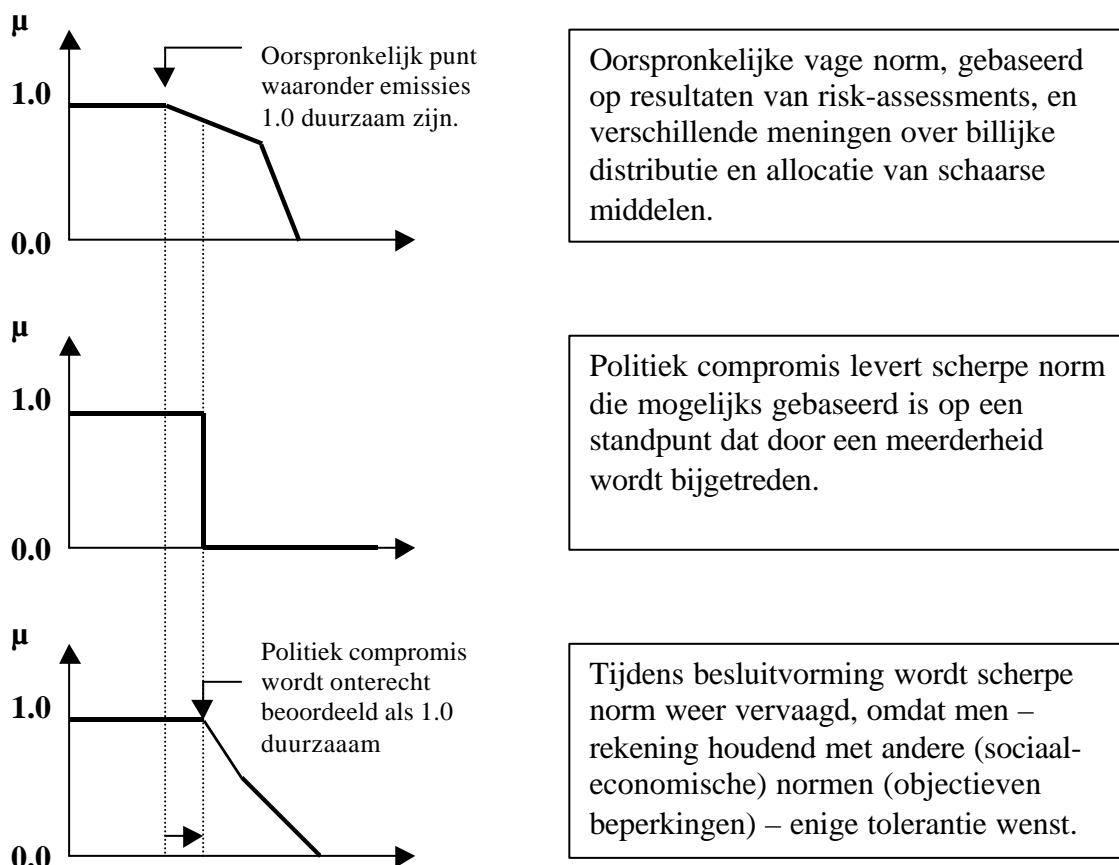
Canz wordt ons inziens evenwel iets te soepel, daar waar hij stelt dat de besluitvormer naar eigen believen vorm kan geven aan het vage doel, m.a.w. de curve zoals in bovenstaande figuur kan plooiën naar eigen inzichten. Nu is de suggestie van Canz gebaseerd op zijn

uitgangspunt dat men vertrekt bij een scherpe doelstelling, die men dan eigenlijk niet noodzakelijk wil handhaven en dus gaat rekken.

Hier mag evenwel worden opgemerkt dat de scherpe doelstelling die Duitsland zich stelde eigenlijk afgeleid is van een vage doelstelling. Er wordt dus in feite een zinloze omweg gemaakt. Op basis van risk-assessments en oordelen over wat nu een billijke Duitse bijdrage tot het klimaatprobleem moet zijn, kon men eigenlijk in eerste instantie alleen maar een vaag beeld bekomen van waar het doel ongeveer moet liggen. Nu heeft Duitsland daaruit blijkbaar een scherpe doelstelling afgeleid, waarna Canz dan meldt dat men ze wellicht weer rekbaar zal maken, gegeven het feit dat men in de besluitvorming hoedanook tot aan afweging zal komen ten opzichte van nog andere beleidscriteria.

In tegenstelling tot de suggestie van Canz om de transformatie van scherp naar vaag door de besluitvormer te laten uitvoeren, kan evenwel gesteld worden dat men beter naar het oorspronkelijke vage doel grijpt dat afgeleid werd van risk-assessments, bekommernissen over billijkheid van de lastenverdeling, etc.... Waaronder nog een vage grens maken, als er al een is?

Overigens kan men zich afvragen of Canz wel een juiste inschatting heeft gemaakt van wat zijn uitgangspunt (750 megaton) juist is. Was dat cijfer niet het resultaat van een politiek compromis? Is het niet mogelijk dat de lat nog hoger moet gelegd worden als men echt een billijke bijdrage wil leveren aan het bestrijden van ernstige broeikas effecten? Misschien ligt de vage grens wel tussen 650 megaton en 800 megaton koolstofdioxide.



Figuur 17: Omweg via scherpe norm leidt mogelijks tot verschuiving van het punt waaronder emissies lidmaatschap 1.0 in de verzameling duurzame emissies hebben.

In het kader van besluitvorming is er nog een andere reden waarom men vraagtekens kan plaatsen bij de gewoonte om scherp te maken wat vaag is. Daar kan nogal wat tijd in kruipen,

zeker wanneer men maatschappelijke groepen als milieu-organisaties, werkgevers- en werknemersorganisaties e.a. op één lijn moet krijgen. In het beste geval komt men tot een akkoord waar 'de kerk in het midden wordt geplaatst', maar is zo'n politiek 'gemiddelde' – het 'gelijk' van de meerderheid - nu beleidsmatig beter dan een vaag doel dat een duidelijk beeld geeft van de spreiding van de opinies?

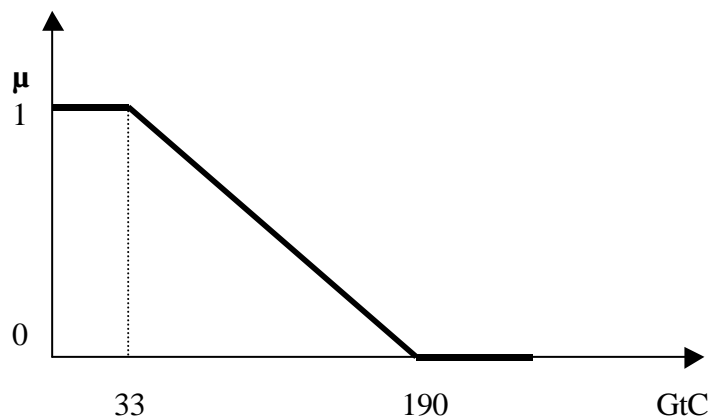
3.2.3. Eenvoudige berekeningen

In bijlage I (I.2.1.1) wordt gedemonstreerd hoe men op basis van verschillende standpunten omtrent een billijke behandeling van de rijkere en armere landen tot heel uiteenlopende CO₂-emissie-doelstellingen kan komen voor de OESO-landen. Volgens het ene standpunt zouden de OESO-landen in de periode 1985-2100 bijna 190 GtC (gigaton koolstof) mogen emitteren, volgens het andere standpunt niet meer dan 33 GtC.

De verschillende standpunten zijn steeds gelieerd aan een of andere eenvoudige formule waarmee men een rechtvaardige verdeling over verschillende generaties en rijke en arme landen berekent. Die formules zijn elk op zich vatbaar voor discussie en dat is een evident gevolg van hun eenvoud. We noemen ze 'eenvoudige berekeningen' omdat elke formule slechts een beperkt aantal uitgangspunten hanteert bij de operationalisering van het begrip 'rechtvaardige verdeling'.

In de ene formule baseert men zich op het feit dat de verdeling onder verschillende naties in verhouding moet staan met de oppervlakte van die naties. In de andere formule baseert men de verdeling op basis van het aantal bewoners van die naties (de actuele bevolking of de gecumuleerde verwachte bevolking tijdens de volgende eeuw). Sommigen zoeken een oplossing in de creatie van formules die meerdere aspecten als parameter hebben: een deel van het beschikbaar CO₂-budget kan verdeeld worden op basis van landoppervlakte en een ander deel op basis van bevolking bijvoorbeeld. Maar men kan dan wel een eindeloos aantal varianten bedenken die een zeer breed interval van mogelijke uitkomsten zullen genereren. Men kan het interval vernauwen door de meest extreme standpunten inzake rechtvaardige verdeling te elimineren., maar tegelijk zijn er weer andere punten aan te voeren die de marge kunnen verbreden. De OESO-budgetten die in bijlage I werden berekend vertrekken van het gegeven dat het mondiaal CO₂-budget voor de periode 1985-2100 niet meer dan 300 GtC is, maar ook daarover hoeft men het helemaal niet eens te zijn.

In bijlage I varieert het budget van de OESO voor de periode 1985 tot 2100 tussen 190 en 33 GtC. Men kan deze extrema lineair verbinden om er een vage norm mee te construeren.



Figuur 18: billijk CO₂-budget voor OESO-landen voor periode 1985-2100

Uit bovenstaande figuur kan men dan afleiden dat OESO-budgetten beneden 33 GtC geheel billijk of duurzaam zijn (billijkheid = 1), terwijl OESO-budgetten boven 190 GtC totaal

onbillijk zijn (billijkheid = 0). Overigens is het nog maar de vraag of 190 GtC niet meer dan lidmaatschap 0 verdient. Andere emissie-budgetten –tussen deze twee punten- hebben een billijkheidsgraad tussen 0 en 1 (hun lidmaatschap is de verzamelijke billijke CO₂-budgetten ligt tussen 0 en 1).

Laten we vervolgens aannemen dat men aanstuurt op een scherp compromis waarbij bijvoorbeeld beslist wordt om de lat op 100 GtC te leggen. Dit budget heeft in bovenstaande vage verzameling lidmaatschap 0,6. Indien men zoals bij Canz dit scherpe compromis later terug versoepelt loopt men effectief het risico dat in de nieuwe vage doelstelling aan 100 GtC een billijkheidsgraad 1.0 wordt toegekend, wat niet in overeenstemming is met de oorspronkelijke data.

Nemen we opnieuw de vijf billijkheids-standpunten die in bijlage 1 zijn geduidt:

Het eerste standpunt (BNP-criterium) resulteert in het budget 190 GtC

Het tweede standpunt (landoppervlakte-criterium) in het budget 72 GtC

Het derde standpunt (status quo) levert als budget 141 GtC

Het vierde standpunt (actuele bevolking) levert als budget 48 GtC

Het laatste standpunt (cumulatieve bevolking) levert als budget 33 GtC

Men zou nu de volgende redenering kunnen hanteren:

Minder dan 33 GtC is billijk volgens alle standpunten (100 %)

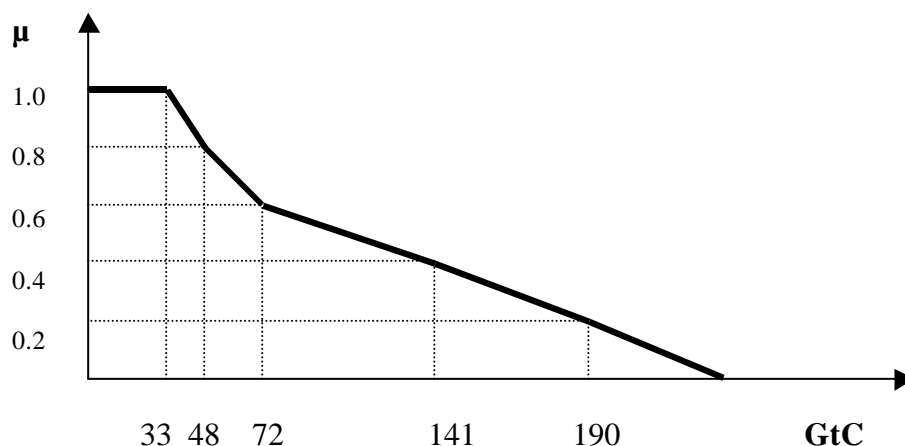
Minder dan 48 GtC is billijk volgens vier standpunten (80 %)

Minder dan 72 GtC is billijk volgens drie standpunten (60 %)

Minder dan 141 GtC is billijk volgens twee standpunten (40 %)

Minder dan 190 GtC is billijk volgens één stanpunt (20 %)

Deze (overigens aanvechtbare) rederening kan vertaald worden in onderstaande vage verzameling:



Figuur 19: Vage norm op basis van een reeks 'simplistische' standpunten

Dit is wellicht een simplistische manier om de vage grens voor het OESO-budget te bepalen. Maar deze vage grens levert al een veel genuanceerder beeld dan een willekeurige (scherpe) keuze uit één van de vijf standpunten. Een mogelijks betere optie is om het lidmaatschap van de verschillende budgetten in de vage verzameling 'billijke OESO-budgetten' af te leiden van

het oordeel van de belangrijkste stakeholders (waarbij men dan moet aannemen dat iemand de toekomstige generaties kan vertegenwoordigen). Men zou dan bijvoorbeeld kunnen stellen dat een bepaald budget lidmaatschap 0.8 krijgt als die optie 80 % van de stakeholders tevreden stelt.

De vijf opties, zoals gepresenteerd in bijlage I, bieden de stakeholders evenwel weinig houvast. Neem bijvoorbeeld de optie 'status quo' die stelt dat de verdeling tussen de OESO-landen en de rest van de wereld evenredig moet zijn met de huidige emissies. Mogelijks zullen vele belanghebbenden deze optie verwerpen, want ze handhaaft de huidige ongelijke verdeling. Maar dan moet men kiezen voor een andere optie, bijvoorbeeld een verdeling op basis van de landoppervlakte, waarbij de OESO 72 GtC krijgt toebedeeld, en mogelijks vinden ook dat vele stakeholders een absurd verdelingscriterium.

Men mag dan beide berekeningen onaanvaardbaar vinden, maar eigenlijk kan men moeilijk zeggen hoeveel de ene meer of minder aanvaardbaar is dan de andere. Er blijft dan niets anders over dan naar de andere opties te kijken: allocaties gebaseerd op het aantal inwoners van de OESO, versus het aantal inwoners in de rest van de wereld, wat het budget terugbrengt op 48 GtC of minder. Bij die laatste optie winnen die landen die de bevolkingsgroei aanmoedigen, en dat is wellicht ook niet de bedoeling. Kortom men wordt geconfronteerd met een reeks opties waarvan een belangrijk deel van de stakeholders zal opmerken dat ze eigenlijk geen keuze kunnen maken die hen aanspreekt. Men kan dus niet in absolute termen stellen welke opties men goed of slechts vindt en evenmin –of slechts heel moeilijk- kan men stellen in welke mate men de ene beter vindt dan de andere.

De confrontatie van de stakeholders met verschillende eenvoudige –zeg maar : simplistische- formules plaatst de stakeholders vaak in een situatie waarbij ze moeten kiezen tussen pest en cholera.

Een kritische stakeholder zal overigens nog vele andere vragen kunnen stellen:

- kan men geen rekening houden met de mogelijkheid om koolstofdioxide op te slaan in oude gasvelden of op de bodem van de oceaan?
- Hoe zit het met de ontwikkeling van alternatieve energiebronnen en wie zal daarover kunnen beschikken? Cruciaal is immers een billijke en toereikende energievoorziening.

Wat nog het meest stoort is het feit dat de deelnemers in het debat helemaal niet kunnen inschatten wat precies de socio-economische en ecologische gevolgen zijn van een keuze voor een of andere verdelings-formule. Men kan niet inschatten in welke mate de verschillende delen van de wereld (nu en later) in hun energiebehoeften kunnen voorzien. Kortom men weet niet of de huidige generaties hun behoeften kunnen bevredigen, zonder de middelen van de toekomstige generaties uit te putten. De formules hebben nog nauwelijks een band met 'duurzame ontwikkeling' zoals gedefinieerd door de Brundtlandcommissie.

3.2.4. Backcasting

Tijdens dit onderzoek is gezocht naar een methode die toelaat om op een degelijke manier tot een vage grens-, streef en richtwaarden te komen voor wat betreft broeikasgasemissies. Het uitgangspunt daarbij luidde als volgt:

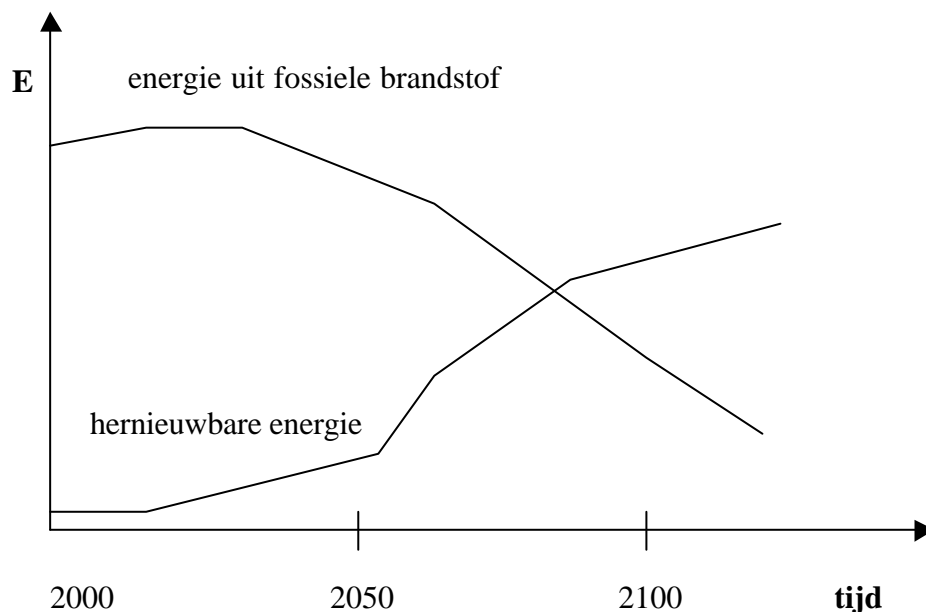
Wanneer men verschillende belangengroepen (stakeholders) betreft bij het bepalen van normen zoals de milieugebruiksruimte, dan moet aan de betrokkenen een toereikend instrument worden aangereikt, dat hen toelaat om met voldoende kennis van zaken een standpunt te vormen. De betrokkenen moeten in staat zijn om hun perceptie van duurzame

ontwikkeling te operationaliseren in een norm en wanneer deze operationalisering vereist dat men zowel risico-, rechtvaardigheid- en nutsvragen behandelt dan moet het instrument, dat de opinievorming moet ondersteunen, deze verschillende aspecten belichten.

Dit instrument menen de onderzoekers gevonden te hebben in wat bekend staat als 'backcasting'-modellen. Een eerste inspiratiebron terzake was het onderzoek van Wouter Biesiot en zijn collega's van de Universiteit van Groningen⁹. Deze produceerden een backcasting-methodiek die zeer toegankelijk is voor een breed publiek en derhalve aantrekkelijk is als men streeft naar participatieve besluitvorming. Omdat de onderzoekers van Groningen breedvoerig hebben gepubliceerd over hun methode, wordt hier slechts kort de krachtlijnen toegelicht.

Biesiot en Mulder hebben met een geavanceerd rekenblad (spreadsheet) een relatief eenvoudig model voor backcasting ontwikkeld. Juist in de eenvoud van het model ligt de grote slagkracht voor de ondersteuning van participatieve besluitvorming.

Onderstaande figuur geeft een ruwe schets van de scenario's die worden bestudeerd. Men vizeert daarbij de energievoorziening die uit twee componenten bestaat: energievoorziening middels gebruik van fossiele brandstoffen (wat op lange termijn wordt afgebouwd) en hernieuwbare energie (die op lange termijn de fossiele energievoorziening moet vervangen).



Figuur 20: Transitie scenario: omschakeling van energievoorziening met fossiele brandstof naar hernieuwbare energievoorziening.

De totale mondiale energievoorziening in een gegeven jaar is vanzelfsprekend gelijk aan de som van de energievoorziening in verschillende regio's. Biesiot en Mulder verdelen de wereld in twee delen, rijk en arm (eerste en derde wereld), maar men kan dus meerdere delen onderscheiden zo men wil.

Vervolgens zetten zij de volgende eenvoudige formule neer:

$$TED = P * SLC * ERS$$

TED = Total Energy Demand

P = Population

SLC = Service Level per Capita

ERS = Energy Requirement per Service

Men gebruikt dus een variante op de gekende formule van Erhlich, Commoner e.a. (Impact = Population * Level of Affluence * Technology) (zie bijlage I en III).

Wanneer men met twee regio's werkt (eerste en derde wereld), dan gebruikt men de vergelijking:

$$TED_{tot} = TED1 + TED3 = (P1 * SLC1 * ERS1) + (P3 * SLC3 * ERS3)$$

Waarbij de indexen 1 en 3 de eerste parameters voor respectievelijk de eerste (rijke) en derde (arme) wereld aangeven.

Met deze formule wordt voor ieder jaar van de onderzochte termijn de verhoudingen tussen rijk en arm gekwantificeerd.

Voor de bevolkingsomvang gebruiken Biesot en Mulder prognoses van de VN.

De factor SLC wordt gewantificeerd als BNP/capita, terwijl de factor ERS gekwantificeerd wordt als E/BNP. Overigens voorzien Mulder en Biesot in de optie om te werken met Purchasing Power Parities (PPP) waarbij dan rekening wordt gehouden met het feit dat men met een dollar in een arm land meestal meer kan doen dan met dezelfde dollar in een rijk land. Men kijkt dan meer naar de effectieve koopkracht van de betrokkenen.

In eerste instantie worden een aantal 'constraints' (beperkingen) bepaald waarbinnen de transitie-scenario's zullen moeten vorm krijgen. Eén van de beperkingen is vanzelfsprekend de voorraad fossiele brandstoffen. Daarnaast zal men ook rekening moeten houden met de emissie van broeikasgassen. Opmerkelijk is daarbij dat Mulder en Biesot de optie voorzien om een deel van de CO₂-emissies op te slaan, hetzij ondergronds, hetzij op de zeebodem, zodat dit CO₂ niet zal bijdragen tot klimaatsverandering.

Andere beperking is de schaarste aan hernieuwbare energie. Het potentieel is in elk geval beperkt. De ruimte om hernieuwbare energiesystemen (biomassa, fotovoltaïsche cellen,...) te installeren is schaars. Ook de grondstoffen waarmee deze systemen moeten worden gebouwd zijn schaars. Daarbij wijzen Mulder en Biesot overigens op het feit dat de hernieuwbare energiesystemen zelf energieverbruikers zijn (zowel bij constructie als onderhoud), waarbij ze dan een factor ERE (energy requirement for energy supply) invoeren.

Er is nog een andere beperking, met name de snelheid waarmee de factor ERS (de energie-intensiteit, m.a.w. de efficiëntie) kan evolueren.

Met het model van Biesot wordt het dus mogelijk te onderzoeken hoe de verdeling van energiegebruik (en de welvaart) tussen rijk en arm kan evolueren, gegeven een aantal constraints met betrekking tot CO₂-emissies, CO₂-opslag, evolutie van energie-efficiëntie, hernieuwbare energievoorziening, etc.

Daarbij moet men dus steeds een aantal parameters instellen (een bevolkingsprognose kiezen, een realistische verwachting inzake ontwikkeling van het hernieuwbare energie, etc.)

om vervolgens na te gaan hoe met deze uitgangspunten de welvaartsverhoudingen (energievoorziening) tussen rijk en arm kunnen evolueren.

Het model van Biesiot en Mulder laat zeker toe om een geanimeerd debat tussen stakeholders te ondersteunen. Op vrij eenvoudige manier wordt inzicht verschaft in de consequenties die verbonden zijn aan bepaalde standpunten met betrekking tot aanvaardbare CO₂-emissies, verwachtingen inzake het hernieuwbare energiepotentieel en koolstofopslag, e.d.

Daarbij kan men in eerste instantie focussen op de analyse van een aantal extreme situaties. Dan bekijkt men bijvoorbeeld eerst het 'optimistische' geval waarbij een lage bevolkingsgroei wordt gecombineerd met een snelle verbetering van de energie-efficiëntie, een relatief groot hernieuwbaar energiepotentieel en een groot CO₂-emissiebudget (en/of optimistische verwachtingen inzake CO₂-opslag). Vervolgens bekijkt men de andere 'pessimistische' extreme zijde (grote bevolkingsgroei, laag CO₂-emissiebudget, weinig CO₂-opslag, laag hernieuwbaar energiepotentieel,...).

Zo kan men een '**corridor**' schetsen waarbinnen de transitie zal moeten plaatsvinden. Met het Nederlandse model kan men dus wel een redelijke inschatting maken van de corridor waarbinnen de transitie moet gestalte krijgen, maar over de verschillende posities binnen het de corridor kan men hoogstens verbale oordelen geven en kan geen kwantitatief oordeel worden geveld over de mate waarin het ene transitiepad technisch optimistischer en/of rechtvaardiger en/of voorzichter is dan het andere.

Nochtans is dergelijk kwantitatief oordeel nodig indien men de (vage) grens-, streef- en richtwaarden van een milieugebruiksruimte wil bepalen. Dit neemt niet weg dat het model van Biesiot en Mulder methodologische een interessante basis is om zo'n kwantitatief oordeel van transitiepaden te realiseren. Immers zitten in het model voldoende parameters die toelaten om zo'n oordeel te vormen: CO₂-emissies, efficiëntieverbetering, verhouding emissies, energiegebruik en welvaart tussen rijk en arm, ontwikkeling hernieuwbare energie, etc... Men vindt dus voldoende voer om uitspraken te doen over de risico's, de rechtvaardigheid van de distributie en de effectiviteit van de allocatie van schaarse middelen.

De Nederlandse onderzoekers hebben in eerste instantie een model ontwikkeld dat moet toelaten om de 'fysische grenzen' van duurzame ontwikkeling te kwantificeren. Daarbij vertrekken ze van een analyse van de energievoorziening, maar deze analyse wordt dan met een 'Material Extended Model' verder uitgebreid met een analyse van het verband tussen energiegebruik en materiaal-gebruik (recycling, substitutie). Het model laat wel toe om de fysische grenzen te bepalen, gegeven een reeks uitgangspunten met betrekking tot schaarste en risico's, rechtvaardigheid van verdeling en nut van allocaties. Maar men kan terzake verschillende uitgangspunten hanteren en dus ook verschillende fysische grenzen – en mogelijke transitiepaden- als uitkomst hebben.

Het model zou verder kunnen worden uitgebreid met een kwantitatief beoordelingssysteem voor de transitiepaden. Eerst mogen nog een aantal specifieke karaktertrekken van dit model worden beklemtoond. Biesiot en Mulder beklemtonen dat ze willen onderzoeken in welke mate sociaal-economische doelstellingen (rechtvaardige behoeftebevrediging) mogelijk is binnen een aantal fysische beperkingen. De beperkingen en de objectieven zijn de normen waaraan een transitiepad moet voldoen.

Men gebruikt vaak de term '**backcasting**' voor dit type van analyses. Andere spreken van '**prospectieve scenario's**' of '**normatief toekomstonderzoek**'.

Met backcasting wordt berekend wat de consequenties zijn als men rekening houdt met een gewenste en/of mogelijke – een genormeerde - toekomst. Het normatieve aspect mag worden benadrukt.

Van Doorn en Van Vught definiëren de term 'scenario' als volgt:

*"Een scenario geeft een beschrijving van de huidige toestand, van één of meerdere mogelijke en/of wenselijke toestand(en) en van één of meerdere gebeurtenisvolgorden die de huidige en toekomstige toestand(en) met elkaar kunnen verbinden."*¹⁰

Daarbij maken ze onderscheid tussen twee types:

- **Projectieve scenario's:** scenario's waarvan het ontwikkelingspad vanuit heden en verleden naar de toekomst wordt uitgeschreven langs logische en hypothetische gebeurtenissen. Indien men zich daarbij baseert op trends, uitgaande van de vooronderstelling dat de toekomst een verrassingsvrije en logische uitbreiding is van heden en verleden, dan gebruikt men ook het begrip 'exploratief toekomstonderzoek'. Een voorbeeld van dat laatste is 'trendextrapolatie': het doortrekken van een op basis van empirisch materiaal uit het (recente) verleden opgestelde curve.
- **Prospectieve scenario's:** scenario's waarvan de ontwikkelingspaden afgeleid worden uit de gewenste toekomstige situaties. Ook hier is er sprake van een logische en hypothetische gebeurtenisvolgorde. Dit sluit aan bij het zogenaamde 'normatief toekomstonderzoek' dat zich nadrukkelijk baseert op vooraf gestelde waarden en normen. De normatief geformuleerde doeleinden zijn richtlijn voor het toekomstonderzoek. In tegenstelling tot exploratief toekomstonderzoek is de gewenste toekomstige maatschappelijke situatie uitgangspunt en niet de 'dwangmatigheid' van heden en verleden. Backcasting behoort dus tot dit tweede type.

Projectief scenario-onderzoek wordt vaak geduidt met de term forecasting, terwijl prospectief scenario-onderzoek vaak geduid wordt met de term backcasting.

Met backcasting onderzoekt men wat mogelijk is binnen vooronderstelde grenzen. Terzake merkt Bossel op dat duurzame ontwikkeling beperkt wordt door het bereikbare ("by what is accessible")¹¹

De mogelijkheden die de toekomst biedt zijn volgens hem gelimiteerd door talrijke beperkingen (constraints). Hij onderscheid volgende types beperkingen:

Beperkingen van fysische aard en de wetten van de natuur:

- natuurwetten (c1, constraint 1)
- beperkingen die het fysieke milieu opleggen (absorptiecapaciteit emissies, beschikbaar land, bodemvruchtbaarheid) (c2)
- beperkte energiestroom van de zon, schaarste van grondstoffen (c3)
- beperkte draagkracht: elk individu (mens, dier of plant) vraagt een hoeveelheid ruimte, grondstoffen, energie e.d. om te overleven. Het aantal organismen dat binnen een gelimiteerde fysische omgeving moet leven is dus ook beperkt (c4)

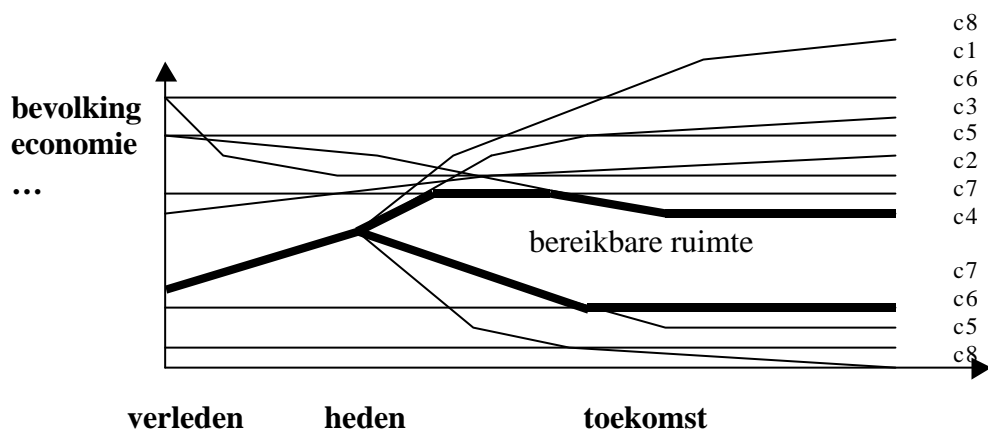
Beperkingen die voortkomen uit de aard van de mens en zijn doelstellingen

- de mens als actor: de mens is vindingrijk, maar het bereikbare is ook beperkt door datgene wat mentaal en intellectueel kan (c5).
- beperkingen opgelegd door de organisaties, cultuur en technologie (c6)
- beperkingen opgelegd door ethiek: waarden, normen (c7)

De tijd

- dynamische processen vragen hun tijd (c8)
- evolutie: diversiteit verbreedt de mogelijkheden en het aanpassingsvermogen, monoculturen daarentegen beperken het bereikbare (c9)

Al deze beperking omschrijven een begrensde 'bereikbare ruimte'. Zie onderstaande figuur.



Figuur 21: ontwikkelingen worden beperkt door verschillende factoren

Men kan vaststellen dat men de meeste grenzen die Bossel vermeld terugvindt in het model van Biesiot en Mulder.

Er is met betrekking tot backcasting nog een ander aspect dat bijzondere aandacht verdient, met name het feit dat het in het algemeen realiseerbaar is met eenvoudiger modellen dan deze die men moet ontwikkelen voor forecasting. Wanneer men wil forecasten op lange termijn dan is het niet meer mogelijk om te vertrouwen op de eenvoudige voortzetting van actuele tendenzen. Men moet dan wel degelijk een model kunnen maken waarin de soms complexe dynamiek van het geviseerde systeem gesimuleerd kan worden. Dat vereist dus de inzet van geavanceerde simulatietechnieken (systeemdynamica).

In een model zoals dat van Mulder en Biesiot zijn er geen dynamische verbanden tussen verschillende parameters geprogrammeerd en die zijn ook niet nodig. Het is dus niet nodig om te weten hoe groot de bevolking van 2050 zal zijn, gegeven de bevolkingsomvang en de welvaart de jaren voordien. De evolutie van bevolking wordt als extern gegeven ingevoerd, zoals dat ook het geval is voor alle belangrijke evoluties trouwens: de ontwikkeling van hernieuwbare energie, de efficiëntieverbetering e.d. Weliswaar zal men waken over het realiteitsgehalte van deze ontwikkelingen. Men kan bijvoorbeeld niet verwachten dat de efficiëntie jaarlijks met 10 % stijgt, en men kan ook aannemen dat de verbetering van de efficiëntie in rijke landen sneller kan verlopen dan in arme landen. Er moet dus wel gewaakt worden over de consistentie tussen verschillende aannames of vooronderstellingen, maar dat

vereist daarom nog niet een gedetailleerde formalisering van bijvoorbeeld de maatschappelijke dynamiek van innovatie-processen.

Het realiteitsgehalte van verschillende transitiepaden kan anderzijds wel ingeschat worden op basis van gegevens die geproduceerd zijn met simulatiemodellen (forecasts). Backcasting is dus geen zuiver alternatief voor forecasting. De bevolkingsprognoses die Mulder en Biesiot gebruiken zijn wel degelijk resultaat van forecasts. Het voordeel van backcasting is dan wel dat men informatie uit verschillende forecasts kan samenbrengen in een groter geheel, bijvoorbeeld informatie uit demografisch onderzoek, informatie uit klimaatmodellen, informatie uit onderzoek naar technologische ontwikkelingen e.d.

De auteurs van dit rapport zijn sterk aangesproken door het Nederlandse model dat een zeer toegankelijk inzicht verschaft in de materie.

Desalnietemin blijven er nog enkele hiaten over, wanneer men streeft naar een kwantitatief oordeel van energie-scenario's in rijke landen als België. In feite zou men moeten kunnen beschikken over een instrument voor **multicriteria-evaluatie van transitiepaden**.

Uit het onderzoek is evenwel snel gebleken dat dit niet in een handomdraai kan gerealiseerd worden.

Om de technische knelpunten te illustreren wordt hier een vereenvoudigd evaluatiemodel toegelicht:

Stel bijvoorbeeld dat de 'duurzaamheid' van een transitiepad wordt bepaald op basis van drie criteria:

- rechtvaardigheid
- technologisch optimisme
- risico's

Het criterium rechtvaardigheid kan dan op zijn beurt weer opgesplitst worden in de subcriteria:

- intergenerationele rechtvaardigheid (verdeling tussen huidige en toekomstige generaties)
- intragenerationele rechtvaardigheid (verdeling binnen een generatie)

Voor het technologisch optimisme kunnen bijvoorbeeld volgende subcriteria worden gebruikt:

- verwachtingen inzake het potentieel van hernieuwbare energie
- verwachtingen inzake efficiëntieverbetering
- verwachtingen inzake familieplanning
- verwachtingen inzake CO₂-opslag

Onder de risico's kunnen subcriteria geplaatst worden als:

- klimaatsverandering
- uitputting van fossiele brandstoffen

Reeds eerder werd gewezen op de noodzaak om bij backcasting te waken over de consistentie (samenhang) tussen verschillende vooronderstellingen die men maakt. Wat tot de overweging leidde om een apart criterium – consistentie- op te nemen in de multicriteria-evaluatie.

Als subcriteria kan men dan bijvoorbeeld denken aan volgende aspecten:

- consistentie tussen ontwikkeling hernieuwbare energie, efficiëntieverbetering en koolstofopslag (men kan wellicht niet in alle drie tegelijk fors investeren)
- samenhang tussen welvaartsontwikkeling en technologische ontwikkeling

Het volstaat niet om de criteria te benoemen, men moet ze ook nog kunnen kwantificeren en bovendien moet men beschikken over referentiewaarden die toelaten om te kunnen oordelen of bijvoorbeeld de verwachtingen inzake efficiëntieverbetering "hoog", "middelmatig", dan wel "laag" zijn (deze referentiewaarden kunnen vage verzamelingen zijn).

Op basis van uitspraken omtrent de subcriteria, kan men dan tot een "geaggregeerd" oordeel komen omtrent de criteria, om vervolgens een finaal oordeel te vellen omtrent de duurzaamheid van het transitietraject.

Dit kan bijvoorbeeld de volgende logische implicaties inhouden:

- Als uitputting fossiele brandstoffen laag is en klimaatsverandering klein, dan risico's klein.
- Als risico's klein zijn en rechtvaardigheid groot en technologisch optimisme matig en consistentie groot, dan transitie duurzaam.

Met deze ruwe schets willen de onderzoekers hier slechts aangeven wat verder onderzoek op dit terrein zou kunnen inhouden. Alvast is gebleken dat men de omvang van dergelijk onderzoek niet mag onderschatten, temeer daar er expertise uit zeer veel verschillende domeinen moet worden gebruikt (demografie, technologie, klimaatsverandering, ...).

Daarmee mag evenwel niet gezegd zijn dat men voor wat betreft CO₂-emissies het dan voorlopig zonder normen (streef-, grens- en richtwaarden) moet stellen. Omdat en gedetailleerde backcasting met multicriteria-evaluatie binnen het kader van dit onderzoek niet realiseerbaar was, beslisten de onderzoekers om een voorlopige snellere procedure in te zetten. Daarbij valt men dan deels terug op de 'eenvoudige berekeningsmethoden' zoals in vorige paragraaf werd aangekaart. Evenwel mag worden vastgesteld dat het vandaag iets vakkundiger kan worden aangepakt dan in bijlage I werd gedemonstreerd.

3.2.5. Duitse benadering

Hier wordt de Duitse aanpak kort toegelicht, waarbij overigens mag worden opgemerkt dat men in dit geval nog moeilijk van een 'eenvoudige berekeningmethode' kan spreken. In Duitsland is een zeer gesofistikeerde methode ontwikkeld om aanvaardbare emissiescenario's te berekenen op basis van een reeks ecologische- en sociaal –economische uitgangspunten.

Gangmaker terzake is onder andere de Duitse Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), een interdisciplinaire groep van experts die sinds haar jaarlijks rapport van 1995¹² ook het gebruik van backcasting bepleit voor het bepalen van emissiereductiedoelstellingen met betrekking tot klimaatsverandering. Overigens kan het Duitse en Nederlandse onderzoek (Biesiot en Mulder) terzake als complementair worden gezien.

Tot 1995 werd de relatie tussen broeikasgasemissies en klimaatsverandering voornamelijk bestudeerd met simulatiemodellen die 'forecasts' maken. Op basis van verschillende vooronderstellingen betreffende demografische en economische ontwikkelingen werden emissiescenario's gesimuleerd, en de daaraan verbonden toekomstige klimaatsveranderingen en hun gevolgen ingeschat.

Het gaat niet om het maken van 'voorspellingen', aangezien een mogelijke uitkomst gebaseerd is op vooronderstellingen inzake socio-economische ontwikkelingen en een model van de werkelijkheid dat niet perfect is. Men zegt steeds dat een simulatiemodel antwoorden geeft op 'wat-als-vragen', m.a.w. dat een model aangeeft wat er kan gebeuren als men de vooronderstellingen en het model van de wereld aanneemt. Aangezien de premisses weliswaar realistisch kunnen zijn, maar daarom nog niet 'waar', mag men ook aan de conclusies geen waarheidsgehalte verbinden, hoogstens een waarschijnlijkheidsgraad of beter nog een mogelijkhedengraad.

Men kan drie categoriën van modellen onderscheiden om tot een Integrated Assessment (integrale benadering) van klimaatbeleid te komen (Leimbach e.a., 2000):

- beleids-evaluatie modellen (policy evaluation models)
- beleids-optimalisatie modellen (policy optimization models)
- beleids-richtinggevende modellen (policy guidance models)¹³

De forecast-modellen worden meestal ingezet als beleids-evaluatie modellen waarmee men de fysieke, ecologische, economische en sociale gevolgen van vooropgestelde klimaatbeleidsstrategieën tracht in te schatten. Men beoogt dus een integrated assessment, waarbij men alle maatschappelijke relevante aspecten van bepaalde ontwikkelings-scenario's belicht. Typische modellen uit deze categorie zijn IMAGE 2.1, TARGETS en AIM¹⁴.

De beleids-optimalisatie modellen zijn meestal kosten-baten analyses, waarbij de voor- en nadelen van emissiereductie-maatregelen tegenover mekaar worden afgewogen. Bedoeling is dan dat men een strategie kan bepalen die de globale welvaart maximaliseert. Typische modellen uit deze categorie zijn DICE, RICE, MERGE 2.0 en FUND¹⁵.

De zogenaamde beleids-sturende modellen zijn van meer recente datum.

"...a new approach has recently been developed which takes as its starting point normatively-set limits either of climate impacts or measures to protect the climate. Policy guidance models primarily deal with all climate protection paths compatible with predefined constraints, and thus avoid focussing on only a few scenario's, as often happens with evaluation models. One of the new approaches used by policy guidance models are the "Safe Landing Analysis" (Alcamo and Kreileman, 1996, see also Matsuoka et.al., 1996)¹⁶ and the "Tolerable Windows Approach" which was proposed by the Scientific Advisory Board to the German Federal Government on Global Change (WBGU) and further developed in the ICLIPS project".

"Among the fundamental properties of this approach are the explicit separation of normative decisions and scientific analysis, and the high degree of flexibility with regard to the very varied normative settings predetermined by the climate policy decision-maker to be advised. Unlike cost-benefit models, policy guidance models do not require all climate impacts to be included and monetized" (Leimbach M. e.a, 2000)

Het is vooral de laatste paragraaf die de aandacht van de auteurs van dit rapport trof, met name daar waar men wijst op de expliciete scheiding tussen normatieve beslissingen (keuzen) en wetenschappelijke analyse, twee aparte zaken die weliswaar samen de uitslag bepalen,

maar ons inziens best uit mekaar gehouden worden als apart te behandelen inputs bij de besluitvorming. Men zal weliswaar beroep moeten doen op de inbreng van wetenschappers, maar deze inbreng mag niet verward of gemengd worden met de normatieve inbreng van de stakeholders of besluitvormers.

Ander aantrekkelijk aspect is het feit dat men niet alle mogelijke effecten moeten kunnen moneteriseren, wat met betrekking tot klimaatsverandering een zeer lastige onderneming kan zijn.

Een forecast-model berekent toekomstige ontwikkelingen vanuit het heden, m.a.w. men berekent een toekomstige toestand op basis van de toestand die eraan voorafging. Dat is de voorwaartse methode. Deze forecasts vergroten het inzicht in de mogelijke toekomstige ontwikkelingen (en stellen overigens vaak vast dat duurzame ontwikkeling geen vanzelfsprekendheid wordt). Maar ze geven niet direct een antwoord op de vraag wat de voorwaarden (precondities) zijn voor aanvaardbare (of duurzame) ontwikkelingen. Een aanvaardbaar klimaatsbeleid zou enkel kunnen bepaald worden mits een langdurig iteratief proces van "trial and error".

Het WBGU stelde in haar jaarrapport van 1995 dat men die vraag moet beantwoorden met een 'achterwaartse' rekenmethode ('backwards mode'). Vertrekkende van de aanvaardbare impacts van klimaatsverandering op mensen en natuur, wordt dan een venster van aanvaardbare toekomstige klimaatsveranderingen gedefinieerd (de Duitse onderzoekers spreken van een 'tolerable window approach').

De volgende stap is dan de berekening van globale emissie-profielen die conform zijn aan dat tolerantie-venster. Een emissieprofiel beschrijft het verloop van de emissies over de eerstkomende honderd tot tweehonderd jaar.

Kortom in de 'backwards mode' wordt de ontwikkeling niet berekend vanuit het heden, maar vanuit een aantal wensen met betrekking tot de toekomst. Men bepaalt eerst waar men wil eindigen om daaruit af te leiden wat men mag of kan doen.

De uitgangspunten van de WBGU waren de volgende:

- de natuur dient behouden te blijven (preservation of Creation)
- overmatige kosten dienen te worden vermeden (prevention of excessive costs)

Het eerste principe wordt dan vertaald in een temperatuurvenster. Daarbij bekijkt men de temperatuurvariaties binnen het laatste geologische tijdperk (quartaire) waarin de actuele natuur tot stand kwam. De laagste temperaturen werden genoteerd tijdens het laatste ijstijdperk (10.4 °C) en de hoogste temperaturen tijdens de interglaciale periode (16.1 °C).

"If this temperature range is exceeded in either direction, radical changes in the composition and function of today's ecosystems can be expected," aldus de WBGU. "If we extend the tolerance range as a precaution by a further 0.5 °C at either end, then the tolerable temperature window extends from 9.9 °C to 16.6 °C". (WBGU, 1995)

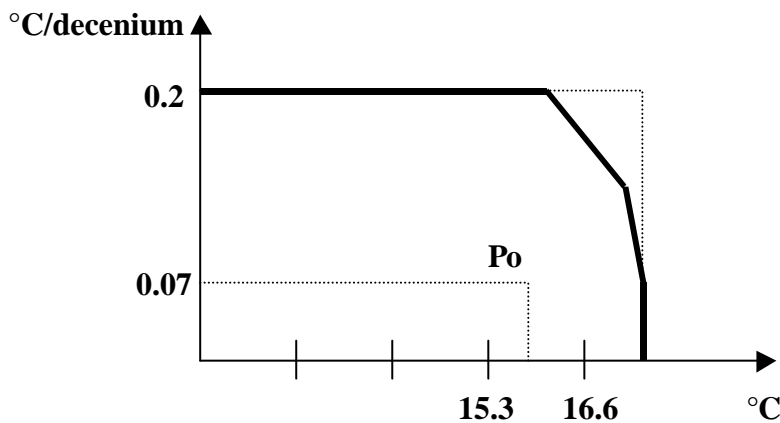
Sommigen zouden deze verbreding van het venster allicht niet 'voorzichtig' (precautious) noemen. In 1995 was de globale gemiddelde temperatuur 15.3 °C en men zat dus op 1.3 °C van het maximum.

Het tweede principe (prevention of excessive costs) wordt vertaald in een maximale snelheid waarmee de temperatuur mag wijzigen. Daarbij redeneerde de WBGU als volgt:

Economisten nemen aan dat men kan spreken van ernstige sociale en economische verstoring als de kosten van aanpassingen aan een gewijzigd klimaat (inclusief herstel van de schade) in de buurt zou komen van 3 tot 5 % van het Bruto Wereld Produkt (Gross Global Product, GGP). De WBGU hanteert 5 % als de uiterste tolereerbare limiet.

In 1995 waren de vermoedens dat een verdubbeling van de CO₂-concentratie in de atmosfeer (tegen 2100) zou leiden tot een factuur die gelijk is aan 1 tot 2 % van het GGP, terwijl een verdubbeling van de CO₂-concentratie volgens de klimaatmodellen overeenkwam met een gemiddelde temperatuurstijging van 0.2 °C per decennium.

De WBGU stelde echter vast dat er nogal wat kosten niet opgenomen waren in de berekeningen (met name de schade veroorzaakt door extreme weersomstandigheden of synergieën tussen verschillende impacts), waaruit men concludeerde dat een stijging van 0.2 °C per decennium al genoeg kan zijn om 5 % van het GGP aan te spreken. Het WBGU gaf in '95 wel toe dat er nog veel onderzoek nodig was om dat soort vragen te kunnen behandelen. In elk geval komen ze tot een voorlopige definitie van het tolereerbaar temperatuurvenster.



Figuur 22: temperatuurvenster, Po is positie in 1995

In bovenstaande figuur wordt dat temperatuurvenster (de "crash barriers") met dikke lijnen begrensd. De kromme vorm aan de rechterkant is een bijsturing, gebaseerd op de perceptie dat de snelheid waarmee de temperatuur mag stijgen afneemt naarmate men dichterbij de maximale temperatuur komt. Het punt Po geeft de situatie voor 1995 weer, toen de gemiddelde wereldtemperatuur 15.3 graden bedroeg en per decennium met 0,07 graden steeg.

In haar verslag van 1997 benadrukt de WBGU dat haar klimaatvenster niet streng is: *"The Council has deliberately applied broad limits when calculating the values proposed. The Enquete Commissions on 'Preventive Measures to Protect the Earth's Atmosphere' and 'Protecting the Earth's Atmosphere' established by the 11th and 12th Sessions of the German Bundestag assume that natural vegetation is able to tolerate a warming of only 0.1 °C per decade¹⁷".* (WBGU, 1997)

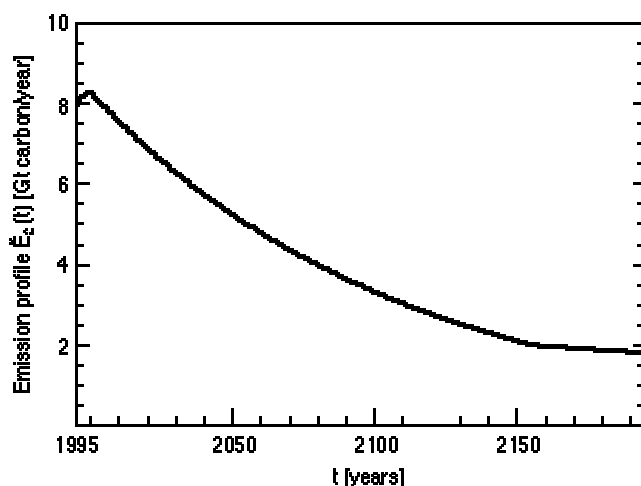
De WBGU benadrukt dan ook dat het wetenschappelijk aureool dat hun benadering meekrijgt niet misbegrepen mag worden:

"Setting crash barriers in this way should not mislead one into thinking that there are critical thresholds of climate change, definable by scientific methods, below which damages are excluded. Global maxima are unable to reflect the substantial variations between regions and

sectors in the precise impacts of climate change. Even compliance with the crash barriers, in the sense of limits, can involve a certain intensity of ecosystem damage, as well as threats to the life and limb of people. Setting non-tolerable stress limits must not be the preserve of the scientific community alone, but must occur in a democratic decision-making process - supported by scientific expertise – and with responsibility for present and future generations" (WBGU, 1997)

Het temperatuurvenster gebruikten de Duitse experten als uitgangspunt om te onderzoeken welke emissiescenario's toelaatbaar zijn. Het optimale emissie-scenario is datgene waarbij zoveel mogelijk koolstofdioxide wordt geëmitteerd zonder dat men buiten het temperatuurvenster komt.

Kort samengevat luidde de conclusie in het rapport van 1995 dat in de periode kort na 1995 eerst een bocht moet worden gemaakt -van toename van de mondiale CO₂-emissies naar afname-, waarbij vanaf het jaar 2000 de mondiale emissies jaarlijks 1 % zouden moeten dalen, tot 2155, om vervolgens met 0,25 % per jaar te dalen. In dit scenario is de gemiddelde wereldtemperatuur binnen 200 jaar 16.6 graden, maar de stijging is nooit sneller dan 0.15 °C per decennium. In totaal zou over een periode van 200 jaar 802 Gt C kunnen worden geëmitteerd.



Figuur 23: globaal emissie-scenario dat binnen het klimaatvenster blijft (Bron: WBGU, 1995).

In bovenstaand figuur wordt een (sub-optimaal) globaal emissie-scenario afgebeeld dat zich houdt aan het vooropgestelde klimaatvenster. Het is sub-optimaal omdat men niet echt "op het randje" van het klimaatvenster loopt en er wel degelijk rekening mee houdt dat de reductie van de emissies min of meer geleidelijk moet verlopen. Men kan dus niet tien jaar lang geen reductie hebben om dan plots binnen één jaar met bijvoorbeeld 20 % te dalen.

De WBGU berekende dus niet zozeer hoeveel CO₂ de wereld de eerstkomende 200 jaar mag emitteren, maar een emissie-reductiescenario ('emissie-profiel') dat binnen het tolereerbaar temperatuurvenster blijft, een profiel dat bovendien aangeeft wat de maximale emissie kan zijn, gegeven een bepaald venster. M.a.w. als men voor een bepaald venster heeft gekozen (bepaalde standpunten met betrekking tot aanvaardbare impacts heeft aangenomen) dan is het berekende emissie-profiel het 'voordeligste' realiseerbaar scenario.

Het Duitse onderzoek is de laatste vijf jaar nog verder verdiept onder de noemer 'ICLIPS' (Integrated Assessment of Climate Protection Strategies), een project dat geleid wordt door het Potsdam Institute for Climate Impact Research, waartoe meerdere gezaghebbende instellingen en onderzoekers bijdragen¹⁸.

Het is niet mogelijk om de inhoud van ICLIPS hier kort samen te vatten. Belangrijk is het evenwel om vast te stellen dat met ICLIPS modellen bestaan die toelaten om normatieve standpunten met betrekking tot klimaatsverandering (en de gevolgen daarvan) om te rekenen in een aanvaardbaar emissie-scenario.

Belangrijk is ook om vast te stellen dat er in ICLIPS niet alleen gerekend wordt vanuit aanvaardbare klimaatsveranderingen, maar ook vanuit een aantal socio-economische overwegingen die het tempo bepalen waarmee de emissie-reductie plaatsvindt. In een WBGU-verslag van 1997 bijvoorbeeld wordt het volgende gesteld:

"The 'maximum' rate for reducing carbon dioxide emissions that can be achieved without serious side-effects (such as negative impacts on growth, employment and prices) depends here on various factors, including sectoral structure (proportion of energy-intensive industries) and the capital intensity of a national economy, the age structure of real capital, the regional concentration of high-emission sectors, and the rate of employment. It is therefore very difficult to derive generally applicable maximum reduction rates that are at the same time economically acceptable. Studies on the German case indicate that these rates are approximately 2 % per annum for industrialised countries¹⁹. Because the emission reduction cost (in DM per ton of carbon dioxide) in industrialized countries are still very high for technologies providing considerable reduction potential (e.g. in the low temperature field), and the emission reduction costs are spread across a very wide range, the Council points out that joint implementation is a way to increase the economically acceptable rates of reduction. Under these conditions, reduction rates as high as 4 % per annum could be achieved over certain periods". (WBGU, 1997)

Het Duitse onderzoek gaat dus zeer nauwgezet tewerk bij het bepalen van aanvaardbare mondiale emissie-reductiescenario's. De verdeling van de toelaatbare CO₂-emissies onder rijke en arme landen wordt echter minder diepgaand behandeld.

In haar publicaties van 1995 stelt de WBGU dat men zal moeten zoeken naar een politiek akkoord over een verdelingsformule en ze geven daarvoor drie voorbeelden:

- *Equal distribution of reduction commitments among Annex-I states while freezing the emission contingents of developing countries²⁰.*
- *Allocation of pollution rights exclusively on the basis of current demographic weight of the individual countries*
- *Entitlement to a linear increase of emissions over a limited period (doubling of the CO₂ emissions of the developing countries within 50 years), followed by equal distribution of the remaining reduction obligations (WBGU, 1995)*

Opnieuw wordt de kwestie herleidt tot een keuze tussen een aantal formules, waarbij het voor de betrokkenen niet gemakkelijk is om in te zien wat de reële maatschappelijke consequenties zijn van hun keuze. Men kan weliswaar vaststellen dat in het ene geval de arme landen beter af zijn dan in het andere geval, maar er is geen houvast om te oordelen of de arme landen binnen redelijke termijn in hun energie-behoeften kunnen voorzien. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat na 1995 met het ICLIPS-project ook meer aandacht is besteed aan dit aspect.

Evenwel menen de onderzoekers hier dat het terzake mogelijks interessant kan zijn om een vergelijking te maken met de aanpak van wetenschappers van de Universiteit van Groningen. Mogelijks kan het Nederlandse en Duitse onderzoek als complementair worden gezien. Punt is wel dat het Duitse onderzoek toelaat om op een degelijke manier duurzame globale emissie-trajecten af te bakenen, waarbij bovendien rekening kan worden gehouden worden met uiteenlopende (normatieve) standpunten van stakeholders.

Omdat men bij de bepaling van de milieugebruiksruimte nog een verdeling van de mondiale emissies over verschillende delen van de wereld moet maken ('rijk' en 'arm' bijvoorbeeld, of Annex-I en non-Annex-I) en daarbij meestal rekening wordt gehouden met demografische ontwikkelingen, is tijdens dit onderzoek nog bijzondere aandacht besteed aan het gebruik van demografische lange termijn projecties. Ons inziens wordt op dat vlak immer te gemakkelijk verwezen naar VN-projecties, zonder dat deze onder de kritische loep worden gehouden. In bijlage VII van dit rapport wordt een overzicht gegeven van het onderzoek naar lange termijn ontwikkelingen op demografisch vlak.

3.2.6. Conclusie

Het onderzoek naar klimaatsverandering heeft in sterke mate bijgedragen tot de voorkeur om de milieugebruiksruimte te operationaliseren met behulp van vage verzamelingen. In dit deel is overigens beklemtoond dat men niet te snel mag zijn met het herleiden van intrinsiek vage normen tot scherpe normen, omdat men mogelijks deze scherpe normen weer gaat 'versoepelen' bij het gebruik in de besluitvorming.

Het onderzoek met betrekking tot klimaatsverandering heeft vooral geleid tot de vaststelling dat met betrekking tot broeikasgas-emissies geen goede normering mogelijk is zonder ondersteuning met modellen die toelaten om meerdere aspecten van klimaatsverandering, energievoorziening en verdeling van welvaart tussen rijk en arm te belichten.

Daarbij is vastgesteld welk type van modellen mogelijks het best kunnen bijdragen in een participatief proces dat tot maatschappelijke gedragen normen moet leiden. Deze modellen kunnen onder de noemer 'backcasting' worden gevat, maar het is daarbij mogelijks beter te beklemtonen dat het om 'normatief toekomstonderzoek' gaat.

Zowel in Duitsland als in Nederland werden modellen gevonden die allicht een belangrijke ondersteuning kunnen bieden bij de participatieve ontwikkeling van normen met betrekking tot broeikasgasemissies, energiegebruik en aanverwante materie.

Eenzijds mag de Duitse aanpak worden erkend als superieur voor wat betreft de implementatie van kennis met betrekking tot klimaatsverandering. Het Nederlandse model legt wel een eenduidiger band met de concrete vragen die men zich stelt wanneer men duurzame ontwikkeling beoogt: komen de huidige en toekomstige generaties aan hun trekken inzake behoeftebevrediging? Ons inziens kunnen beide modellen mekaar complimenteren. Mogelijks kan men met het Duitse model een goed onderbouwd beeld vormen van de 'aanvaardbaarheid' van verschillende mondiale emissie-trajecten voor de eerstkomende honderd tot tweehonderd jaar. Wat evenwel de verdeling van de aanvaardbare emissies onder verschillende bevolkingsgroepen betreft, lijkt ons de Nederlandse aanpak aantrekkelijker.

¹ Het is wellicht noodzakelijk om te beklemtonen dat de klimaatexperten in het algemeen stellen dat men nooit tot zekerheid zal komen. Men kan weliswaar steeds meer kennis opbouwen en de 'foutenmarge' verkleinen, maar de onzekerheid blijft. Het voorzorgsprincipe, zoals genoteerd in het klimaatverdrag, is dan ook geen overbodig uitgangspunt. Als men wacht op zekerheid, is het te laat om de gevreesde impacts af te wenden.

"Climate models are scientific tools, not crystal balls. Large climate modelling experiments consume enormous computing resources and are so expensive that each year only a handful of such experiments can be performed world-wide. Then the work involved in interpreting the results of a computer simulation is often greater than the work needed to perform the experiment in the first place. All of this work and expense can give these models the aura of truth. But even the most sophisticated models are approximate representations of a very complex system, so they will never be an infallible guide to the future". (Climate Change Information Kit van UNEP, 1999)

Om enige vat te krijgen op de onzekerheden die elk model in zich draagt, wordt er gepleit voor het gebruik van verschillende modellen (m.a.w. het probleem wordt best op verschillende manieren benaderd).

"At this time, the significant complexities and uncertainties associated with the operation of the climate system, and how it impacts –and is impacted by – human activities, make it impossible to know exactly what to focus on and what methodology to employ. Thus there is an advantage to the use of multiple research teams pursuing a plethora of alternative approaches. The approaches may provide complementary insights into the causes and effects of climate change or provide identical reinforcing results that increase our confidence in the results from any one approach". (IPCC-Working Group III (1996) – zie volgende voetnoot).

Men zal dus moeten leren leven met een veelvoud van modellen die mogelijks mekaars resultaten bevestigen, maar evengoed kunnen nuanceren of tegenspreken. Het is vanuit dat oogpunt dat in dit rapport gepleit wordt voor het gebruik van vage verzamelingen die toelaten de verschillende uitkomsten van modelsimulaties te combineren in een genuanceerde samevatting van kennis, dit als alternatief voor de optie waarbij men voor één of ander model zou moeten kiezen, wat trouwens onbegonnen werk is voor een iemand die geen klimaat-expert is.

² IPCC - Working Group III (1996), *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*, Cambridge University Press.

³ Terzake kan men inspiratie vinden in de literatuur over Demand Side Management, die focust op het efficiënter eindgebruik van energie, t.t.z de efficiëntie van apparaten zoals koelkasten, electromotoren, auto's e.d. Naast de verbetering van de efficiëntie aan de vraagzijde kan ook de verbetering van de efficiëntie aan de aanbodzijde een enorm besparingspotentiëel opleveren (warmtekrachtkoppeling bijvoorbeeld). Tenslotte kan men de emissie van broeikasgassen vermijden door overschakeling op hernieuwbare energiebronnen (wind, waterkracht, zonne-energie, biomassa,...).

Men kan hierover een vrij algemeen maar tegelijk breed en actueel overzicht vinden in:

Von Weizsäcker E., Lovins A.B. en Lovins L.H. (1997), *Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use*, Earthscan Publications Ltd, London.

⁴ United Nations Framework Convention On Climate Change

⁵ Uitgebreide documentatie over het klimaatverdrag kan men raadplegen op de website <http://www.unfccc.de>.

⁶ Parry M. en Carter T. (1998), *Climate Impact and Adaptation Assessment*, Earthscan Publications, London.

⁷ Voorbeelden ter zake kan men o.a. vinden in:

-BUND/MISEREOR (Hrsg.) (1996), *Zukunftfähiges Deutschland: Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung*, Birkhauser Verlag, Basel.

-Friends of The Earth Europe (1995), *Towards Sustainable Europe: the Study*, Friends of the Earth, Brussels.

⁸ Canz T. (1996), *Fuzzy Linear Programming in DSS for Energy System Planning*, WP-96-132, IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), Laxenburg, Austria.

⁹ Mulder A.J. en Biesiot W. (1998), *Transition to a Sustainable Society: A Backcasting Approach to Modelling Energy and Ecology*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham UK. (Boek uit de reeks 'Advances In Ecological Economics').

Een samenvatting van de Groningse aanpak is gepubliceerd in:

Biesiot M. en Mulder H. (1994): *Energy Constraints on Sustainable Development Paths*, in: Smith P.B, Okoye S.E, De Wilde J. en Deshingkar P., *The World at the Crossroads: Towards a Sustainable, Equitable and Liveable World*, Earthscan Publications, London.

¹⁰ Van Doorn J. en Van Vught F. (1981), *De scenariotechniek*, in: Van Doorn J. en Van Vught F., *Nederland op zoek naar zijn toekomst*, Het Spectrum / Intermediair, Utrecht/Amsterdam

¹¹ Bossel H. (1999), *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method and Applications; A Report to the Balaton Group*, International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Canada.

¹² German Advisory Council on Global Change - WBGU (1995), *World in Transition: Ways Towards Global Environmental Solutions (Annual Report 1995)*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Zie ook: German Advisory Council on Global Change - WBGU (1995), *Scenario for the derivation of Global CO2 reduction targets and implementation strategies. Statement on the occasion of the First Conference of the Parties to the Framework Convention on Climate Change in Berlin*, Bremerhaven, WBGU.

en: German Advisory Council on Global Change - WBGU (1997), *Targets for Climate Protection, 1997: A study for the Third Conference of the Parties to the Framework Convention on Climate Change in Kyoto*, Bremerhaven, WBGU

Andere meer recente bronnen die de Duitse aanpak (vaak geduid onder de term 'tolerable windows approach') beschrijven zijn:

- G. Petschel-Held, H.J. Schellnhuber, Th. Bruckner, F. Toth and K. Hasselman (1998), *The tolerable windows approach: Theoretical and methodological foundations*, Climate Change.
- Yu. Svirezhev, V. Brovkin, W.von Bloh, Schellnhuber H.J. and G. Petschel-Held (1999), *Optimisation of reduction of Global CO2 emission based on a simple model of the carbon cycle*, Environmental Modeling and Assessment 4, Baltzer Science Publishers.
- Leimbach M. e.a. (2000), *ICLIPS-Integrated Assessment of Climate Protection Strategies: Political and Economic Contributions*, Postdam Institute for Climate Impact Research, Research Report 296 41 815

¹³ De naam voor deze klasse van modellen is mogelijk misleidend, aangezien ook de andere categoriën van modellen evengoed richtinggevend kunnen zijn voor het beleid.

¹⁴ IMAGE: Alcamo J. (ed.) (1994), *IMAGE 2.0: Integrated Modeling of Global Climate Change*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Alcamo J., Leemans R., Kreileman E. (1998): *Global Change Scenarios of the 21st Century: Results from the Image 2.1 Model*, Pergamon, Dordrecht.

TARGETS: Rotmans J. en De Vries B. (1997), *Perspectives on Global Change: The TARGETS Approach*, Cambridge University Press, Cambridge.

AIM: Morita T. , Kaihuma M. , Harasawa H., Kai K., Dong Kumand L. en Matsuoka Y. (1994), *Asian-Pacific Integrated Model for Evaluating Policy Options to Reduce GHG Emissions and Global Warming Impacts, Interim Report*. National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan.

Een paar van deze modellen zijn – naast andere - gebruikt bij de productie van het SRES – Special Report on Emissions Scenario's, dat het IPCC (Working group III) in 2000 publiceerde.

¹⁵ DICE: Nordhaus W.D. (1994), *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, MIT Press, Cambridge, MA.

RICE: Nordhaus W.D. en Yang Z. (1995), *RICE: A Regional Dynamic General Equilibrium Model of Optimal Climate Change Policy*, Yale University Press, New Haven, CT.

FUND: Tol R.S.J., Van der Burg T., Jansen H.M.A. en Verbruggen H. (1995), *The climate fund – some notions on the socio-economic impacts of greenhouse gas emission and emission reduction in an international context*, Institute for Environmental Studies, Report R95/03, Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands.

MERGE: Manne A.S., Mendelsohn R. en Richels R.G. (1993), *MERGE: A model for evaluating regional and global effects of GHG reduction policies*, Energy Policy 23: pp 17-34

¹⁶ Alcom J. en Kreileman E. (1996), *Emission Scenarios and Global Climate Protection*, Global Environmental Change 6, 305-334.

Matsuoka Y, Morita T. en Kawashima Y. (1996): *An Estimation of a Negotiable Safe Emissions Corridor based on the AIM Model, Preliminary Study, Discussion Paper prepared for the Second Conference of the Parties to the UNFCCC*, Geneva, July 8-19, 1996.

Merk op dat in het laatste geval het AIM-model (een beleids-evaluatie model) wordt ingezet voor het bepalen van een 'corridor' met een boven- en ondergrens voor aanvaardbare (veilige) emissie-scenario's, waardoor met AIM richting wordt gegeven aan het beleid. De opdeling van de modellen in de drie categoriën (beleids-evaluatie, beleids-optimalisatie en beleids-richtinggevend) moet dus blijikbaar met de nodige omzichtigheid gebeuren.

¹⁷ Enquete Commission (1990), Third Report by the Enquete Commission on "Preventive Measures to Protect the Earth's Atmosphere" of the 11th Session of the German Bundestag, Bonn: Heger.

Enquete Commission (1994), Final Report of the Enquete Commission on "Protecting the Earth's Atmosphere" of the 12th Session of the German Bundestag, Bonn: Bundesanzeiger.

¹⁸ J. Alcamo van het Center for Environmental Systems Research – Universiteit van Kassel; M. Parry van het Jackson Environment Institute in Londen; K. Hasselman van het Max Plack Institute for Meteorology in Hamburg, J. Edmonds van Batelle Pacific Northwest National Laboratories in Washington, Nakicenovic van het International Institute for Applied Systems Analysis in Laxenburg, G. Klepper van het Kiel Institute of World Economics.

¹⁹ Hillebrand B. en Wackerbauer J. (1996): *Ökologische und ökonomische Wirkungen von CO₂-Minderungsstrategien*, RWI-Mitteilungen, 47, 107-136.

Hillebrand B., Wackerbauer J., Behring K. Karl H.-D., Lehr U., Oberheitmann A., Ratzenberger A., Siebe T., Storchmann K.-H., Goldrian G. en Hild R. (1996): *Gesamtwirtschaftliche Beurteilung von CO₂-Minderungsmaßnahmen*, RWI, Essen.

Klemmer P. (1997), *CO₂-Minderungsstrategien auf den Prüfstand*, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 10/1997.

²⁰ De Annex-I landen zijn een groep landen, gedefinieerd in het klimaatverdrag. Deze groep kan men erkennen als de 'rijke' landen, waarvan verwacht wordt dat ze grotere inspanningen moeten leveren.

4. BESLUITEN EN AANBEVELINGEN

4.1. Besluiten in verband met het gevoerde onderzoek

Bij de berekening van de milieugebruiksruimte stoot men op problemen inzake gebrek aan kennis, onzekerheden, subjectieve percepties en verschillende opinies bij de kwantificering van schaarste, rechtvaardigheid en nut. Om daar vat op te krijgen, m.a.w. om deze aspecten in de berekeningen te brengen moet men naar wiskundige technieken grijpen die niet tot de bagage van de doorsnee belanghebbende (stakeholder) behoren.

Met de introductie van gepaste wiskundige technieken – in casu vage logica- wordt de operationalisering van het concept milieugebruiksruimte voor de leek niet gemakkelijker gemaakt. Maar anderzijds was het wel noodzakelijk om participatie van de stakeholders in de besluitvorming te operationaliseren. Participatie veronderstelt wel dat de belanghebbenden het besluitvormingsproces kunnen volgen en de berekeningen van de milieugebruiksruimte begrijpen. Merkwaardig is dus wel dat participatie enerzijds veronderstelt dat men de methoden eenvoudig houdt, maar anderzijds moeten de methoden geavanceerd genoeg zijn om participatie mogelijk te maken.

Men zou kunnen overwegen om het concept milieugebruiksruimte op twee manieren te operationaliseren. Enerzijds een eenvoudige manier die de kennisproblemen min of meer ontwijkt (waardoor men met eenvoudige rekenkunde het probleem kan oplossen), anderzijds de 'professionele' versie die zoals in dit rapport wel antwoord geeft op deze problemen. .

De eenvoudige methode zou dan neerkomen op het berekenen van een hypothetische milieugebruiksruimte, t.t.z. een milieugebruiksruimte waarbij voor elk knelpunt dat rijst (onzekerheid, subjectieve percepties e.d) een knoop wordt doorgehakt, t.t.z. een keuze wordt gemaakt of standpunt wordt ingenomen. Dat soort berekeningen zijn reeds jaren geleden door de milieubeweging gemaakt.

Men mag de leek evenwel niet onderschatten en de meesten zullen allicht snel inzien dat deze berekeningen effectief een hypothetisch resultaat opleveren.

De vraag naar wat men doet met de verschillen in (risico)-percepties, verschillende standpunten inzake rechtvaardigheid en nut, liggen dus ook voor de hand.

Herhaaldelijk hebben de onderzoekers hun bevindingen met betrekking tot het concept milieugebruiksruimte gepresenteerd bij een breder publiek. Daarbij werd effectief gewezen op de knelpunten. Het is ook niet moeilijk om te demonstreren dat het resultaat van een berekening inderdaad sterk varieert in functie van een aantal subjectieve keuzen.

Tegelijk is op deze confrontaties met het publiek ook gebleken dat velen willen weten hoe men daar dan kan mee omgaan. In het begin dachten de onderzoekers dat het misschien niet gepast was om een breed publiek 'lastig te vallen' met de vage logica. Maar het bleek dat nogal wat mensen wel degelijk bereid zijn een inspanning te leveren.

In dit rapport werd gezocht naar een compromis. Er werd over gewaakt dat de mathematische modellen niet te complex werden en vooral dat ze de aandacht bleven toespitsen op een aantal essentiële vragen waarbij men de meningen van stakeholders moet kennen. In dit geval komt het neer op de constructie van een aantal vage verzamelingen die grens-, streef- en richtwaarden afbeelden. Daarnaast wordt aangegeven hoe men een milieugebruiksruimte met meerdere dimensies in een vaag model kan afbeelden.

Voor wiskundigen is dit vaak slechts het basisgegeven waarop men dan verder gaat werken. De vage milieugebruiksruimte kan als input dienen van bijvoorbeeld fuzzy expert systems of vage lineaire programma's waarmee optimalisatievraagstukken worden behandeld. De onderzoekers hebben evenwel deze toepassingen hier niet nader belicht. Dat gebeurt overigens in een ander onderzoek van het CDO (Project 'Voorraadbeheer binnen de milieugebruiksruimte', gefinancierd door het Vlaamse Gewest).

Men moet trouwens beseffen dat het gebruik van vage verzamelingen in expertsystemen, lineaire programma's, multicriteria evaluatie of andere Decision Support Systems, reeds grondig bestudeerd is door wiskundigen. Misschien zijn daar nog niet alle knelpunten opgelost, maar het is even belangrijk de aandacht te vestigen op de constructie van de basisgegevens op zich, t.t.z. op de 'input' die wiskundigen vaak als een gegeven beschouwen, input die ons inziens van de stakeholders moet komen.

Overigens is het niet noodzakelijk dat de stakeholder weet hoe een expertsysteem werkt om deel te nemen aan de invoer van cruciale data. Evenmin moet de stakeholder weten hoe men sommige optimalisatievraagstukken kan oplossen met een lineair programma. Maar de stakeholder heeft wel het recht te weten hoe de experten inzake Decision Support Systems omgaan met hun meningen. Daarom is het allicht noodzakelijk dat de stakeholders minstens weten wat vage verzamelingen zijn en wat ze precies afbeelden (formaliseren).

De onderzoekers beseffen dat niet iedereen met hetzelfde gemak wiskundige concepten verteert en dat er allicht wel mag gewerkt worden aan een didactisch degelijk aanpak terzake. Voorlopig werd alleen geprobeerd het zo goed mogelijk uit te leggen aan de leek, maar of de doorsnee leek het begrijpt blijft alsnog een open vraag.

Omdat er van de leek nogal wat inspanningen worden gevraagd, is het dan ook noodzakelijk duidelijk aan te geven waarom zoveel verwacht wordt van zijn/haar inbreng. In feite kan dit met betrekking tot de milieugebruiksruimte enkel gebeuren middels het demonstreren van een aantal knelpunten die voortkomen uit het gebrek aan kennis, onzekerheden en verschillen in perceptie.

Daarbij leert de ervaring dat men bij een eerste confrontatie met vage logica vaak vraagt of deze wiskunde zijn slagkracht reeds heeft bewezen. Is de vage logica een goed instrument voor de ondersteuning van besluitvorming? In dit rapport is daar nauwelijks aandacht aan besteed. Er is hier geen verslag gebracht van de ontwikkelingen en toepassingen van de vage logica. Knelpunt is trouwens dat men een wiskundige methode moeilijk in absolute zin kan beoordelen en in feite de ene techniek ten op zichte van de andere zou moeten plaatsen. Maar men kan moeilijk een breed publiek gaan introduceren in verschillende wiskundige technieken.

Voorts moet worden opgemerkt dat men zich, in het kader van besluitvorming, niet zozeer moet afvragen of wiskunde goed of slechts is, maar wel of deze goed of slecht wordt toegepast.

Vanuit praktisch oogpunt kan men zich bijvoorbeeld afvragen of een bepaald wiskundig instrument bijvoorbeeld geschikt is om op basis van relatief weinig data toch nog degelijke berekening (beslissingen) te kunnen maken. Iets waar de vage verzamelingenleer zich trouwens uitstekend toe leent. Voorts kan de vage logica ook contradictorische informatie aan. Beide aspecten zijn niet onbelangrijk wanneer men besluitvorming gericht op duurzame ontwikkeling wil ondersteunen.

Tevens moet worden opgemerkt dat alle vage informatie op ieder moment scherp kan worden gemaakt (defuzzyfication), zoals men van een waarschijnlijkheidsdistributie ook kan

herleiden tot één scherp getal (gemiddeld of mediaan). Waar nodig kan een vage grens (milieugebruiksruimte) dus worden vertaald in een scherpe norm, bijvoorbeeld op vraag van de wetgever.

Overigens moet worden vermeld dat de vage verzamelingen de afgelopen decennia met succes werden gebruikt in de multicriteria-analyse, het lineair programmeren en andere technieken van de Operations Research. Men hoeft dus niet te vrezen dat men met vage informatie vastloopt als zich bijvoorbeeld optimalisatievraagstukken opdringen.

Om de slagkracht van de vage verzamelingentheorie te demonstreren zou men dan ook kunnen uitwijden over de toepassingen daarvan in allerlei Decision Support Systems.

Het is evenwel de vraag of de leek dit nog kan verteren.

In elk geval is de doorsnee stakeholder niet in staat om een goed geïnformeerd oordeel te vellen of het al dan niet gepast gebruik van één of andere wiskundige methode. Het is zeker niet gepast deze te overbluffen met spectaculaire resultaten die een of andere discipline (zoals vage logica) heeft voortgebracht. Morgen kan iemand dat even goed met andere wiskundige disciplines.

Eerlijker is het om betrokkenen duidelijk te maken hoe zijn inbreng precies geformaliseerd wordt. Daar kan men het dan mee eens zijn of niet.

Omdat uit het onderzoek is gebleken dat de stakeholder een belangrijke rol moet spelen bij de bepaling van de milieugebruiksruimte, is ook nagedacht over de ontwikkeling van publikaties voor een breder publiek. Daarbij is de optie niet zozeer dat de onderzoeker zich direct tot de doorsnee burger moeten richten, maar wel tot diegenen die beroepshalve bezig zijn met educatie (onderwijs, milieu-educatie, mondiale vorming...).

De onderzoekers zijn er immers van overtuigd dat ze weliswaar de vaak complexe expertise min of meer kunnen populariseren, t.t.z. toegankelijker maken voor een breder publiek, maar anderzijds onvoldoende kennis hebben van didactiek of pedagogie, om te kunnen stellen dat hun eindprodukt geschikt leermateriaal zou zijn voor de doorsnee leek.

Alvast is er een lijvig boek gepubliceerd, gericht naar een breder publiek, waarin eveneens het concept milieugebruiksruimte wordt toegelicht (Mazijn B. (ed), 2000, *Duurzame ontwikkeling meervoudig bekeken*, Academia Press, Gent).

Dit onderzoek leidde tot de conclusie dat het verspreiden van kennis omtrent het concept milieugebruiksruimte op zich ontoereikend is. Hoewel men op vraag van de leek een verkorte toegankelijke uiteenzetting van dit concept kan aanbieden, blijft deze laatste meestal worstelen met de vraag hoe hij dit concept moet inpassen (verwerken) in zijn andere kennis met betrekking tot milieuproblemen of duurzame ontwikkeling.

Uit herhaalde contacten met mensen die actief zijn in milieu-educatie, mondiale vorming en/of regulier onderwijs, blijkt dat men voortdurend wordt bestookt met nieuwe concepten zoals milieugebruiksruimte, Ecological Footprint, Material Inputs per Service, e.d.

Het probleem is dan niet zozeer te begrijpen wat een nieuw concept inhoudt, maar vooral wat men er mee moet aanvangen binnen de eerder opgedane kennis.

Voorts is ook gebleken dat educatie verschillende doelstellingen kan hebben. Vaak heeft ze een propagandistisch karakter, t.t.z. men wil de toehoorder confronteren met milieu-of andere problemen in de hoop dat de erkenning van deze problemen zal bijdragen tot een gedragswijziging van de toehoorder. Het concept milieugebruiksruimte is vaak met die bedoeling gebruikt: men heeft de toehoorders (of lezers) willen confronteren met de

milieudruk die ze veroorzaken en aan de hand van de milieugebruiksruimte willen aangeven hoever ze over de schreef gaan als men 'duurzaamheid' beoogt .

De onderzoekers van dit project menen evenwel dat het concept milieugebruiksruimte meer kan zijn dan alleen maar de naam van een verzameling normen betreffende milieudruk, normen die dan berekend zijn door 'experts' of bepaalde actoren uit het middenveld. Gebleken is dat die normen zelf onderwerp zouden moeten zijn van maatschappelijk debat, en dat het dan een kwestie is om publiek – als potentieel stakeholder of belanghebbende – voor te bereiden op participatie in de bepaling van de normen, m.a.w. participatie in de constructie van de milieugebruiksruimte.

Het is trouwens niet het eerste onderzoek waar het CDO vaststelt dat educatie zich zou moeten oriënteren op (voorbereiding van) participatie in de besluitvorming. Zowat alle onderzoek naar het gebruik van indicatoren (waaronder de milieugebruiksruimte) wijst in die richting, waardoor het CDO steeds meer neigt naar het ontwikkelen van een algemener educatief platform rond duurzame besluitvorming, waarin dan het concept milieugebruiksruimte zijn plaats moet krijgen.

Zo wordt overwogen om vanuit meerdere onderzoekslijnen tegelijk vorm te geven aan de educatieve output. Daarin krijgt het concept milieugebruiksruimte zeer zeker een belangrijke plaats, temeer daar het CDO nog ander onderzoek verricht waar het concept milieugebruiksruimte toegepast wordt in participatief integrated assessment. (Onderzoeksproject 'Voorraadbeheer binnen de milieugebruiksruimte', gefinancierd door het Vlaams Gewest).

Het concept milieugebruiksruimte heeft zeer zeker een educatief nut. Zoals Nederlandse onderzoekers reeds eerder stelden wordt met het concept milieugebruiksruimte de aandacht gefocust op de absolute schaarste van de natuurlijke hulpbronnen en de rechtvaardige verdeling en nuttige allocatie van die middelen over huidige en toekomstige generaties. En dat zijn cruciale aspecten van duurzame ontwikkeling.

Evenwel menen de onderzoekers dat met het concept milieugebruiksruimte ook de aandacht wordt gevestigd op de problemen die ontstaan door gebrek aan kennis, verschillen in perceptie of vizie van stakeholders, e.d. Met ander woorden er kan gedemonstreerd worden dat men bij de berekening van de milieugebruiksruimte verschillende resultaten bekomt afhankelijk van de concrete invulling die men geeft aan rechtvaardigheid, het voorzorgsprincipe e.d.

Deze demonstraties mogen er evenwel niet tot besluiteloosheid leiden. De onzekerheden, subjectieve keuzen e.d. mogen niet geïnterpreteerd worden als voldoende grond om te besluiten dat de milieugebruiksruimte niet berekenbaar is. Daarentegen moet hierin de aanzet liggen tot het zoeken van methoden die toelaten om met de onzekere kennis en verschillende percepties toch nog tot een beslissing te komen. Dit leidt tot de conclusie dat educatie niet alleen gericht moet zijn op het verspreiden van kennis met betrekking tot de grenzen van het milieu, rechtvaardigheid e.d., maar dat er ook aandacht moet worden besteed aan de manier waarop de mens kan omgaan met gebrek aan kennis, onzekerheden en verschillen in perceptie. Heel concreet gaat het dan om het 'beslissen in onzekerheid'. Daarbij focust men dus op kennistheoretische of beslissingstheoretische aspecten die overigens niet alleen een rol spelen bij de bepaling van de milieugebruiksruimte maar bij het gebruik van indicatoren in het algemeen.

Dit gaat evenwel ver voorbij het oorspronkelijk opzet van dit onderzoek.

De onderzoekers hebben zich alsnog beperkt tot de conclusie dat het constructivisme een bevredigend kennistheoretisch kader biedt om de problemen rond onzekerheid, verschillen in perceptie en dergelijke te duiden. Daarbij aansluitend werd de vage verzamelingentheorie gekozen als formeel kader om onzekerheden te verwerken in de besluitvorming.

Hoe men de stakeholders daarmee vertrouwd maakt is evenwel een vraag die deels moet beantwoord worden door pedagogen, agogen en/of experts didactiek. Terzake heeft het CDO trouwens al een aantal informele contacten gelegd met dergelijk experts, waarbij dan concreet gedacht wordt aan het vakkundig ontwikkelen van participatieve beslissingprocessen.

Alvast kan worden gesteld dat het onderzoek naar het concept milieugebruiksruimte heeft bijgedragen tot de definiëring van het probleem waar pedagogen en/of agogen zich zouden moeten over buigen.

4.2 Aanbevelingen inzake O & O beleid

Decision Support Systems

Het plan voor wetenschappelijke Ondersteuning van een beleid gericht op Duurzame Ontwikkeling (PODO) heeft fundamenteel (theoretisch) onderzoek mogelijk gemaakt. Het onderzoek naar de milieugebruiksruimte heeft gedemonstreerd dat dit noodzakelijk was. Indien men gevraagd had naar concrete data –berekeningen van de milieugebruiksruimte – dan was het resultaat van het onderzoek allicht totaal anders geweest. Tijdsdruk en pragmatisme zouden wellicht geleid hebben tot een implementatie van eenvoudige berekeningsprocedures, omgeven door proza waarin gewezen wordt op het hypothetisch karakter van de resultaten. Dergelijke resultaten waren evenwel reeds eerder in het buitenland geproduceerd en vragen niet naar eindeloze herhalingen.

Het feit dat PODO fundamenteel onderzoek toeliet leverde de middelen om in dit terrein een geheel nieuwe methodologie te ontwikkelen.

Men mag evenwel concluderen dat de operationalisering van het voorzorgprincipe, rechtvaardigheid en participatie in besluitvorming een probleem is dat meer aandacht verdient. Vooral de vertaling van de theoretische bekommernissen of beschouwingen in praktische formele ondersteuning van besluitvorming is onvoldoende ontwikkeld.

Onder praktische methoden wordt dan verstaan: de berekeningen van concrete beslissingen op basis van de uiteenlopende standpunten van de stakeholders, soms vrij complexe vraagstukken die de inzet vragen van geavanceerde Decision Support Systems (wiskundige modellen).

Er bestaat pionierswerk op dit terrein, met casestudies, maar het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling heeft de indruk dat tot vandaag slechts weinigen op de hoogte zijn van hun bestaan en dat de toepassing en het testen van deze methoden in het beleid meer aandacht verdient.

Anderzijds zijn concrete data vandaag hard nodig en moeten vandaag beslissingen worden genomen. Het feit dat er nog geïnvesteerd moet worden in het ontwikkelen en/of testen van methoden om beslissingen te berekenen in een participatieve context, mag geen aanleiding geven tot beleidsmatig getalm. De onderzoekers hopen dan ook de middelen te vinden om de methode die nu werd ontwikkeld zo snel mogelijk toe te passen zodat er data kunnen geproduceerd worden.

De methoden zoals in dit rapport ontwikkeld, zijn zeker voor verbetering vatbaar, hoewel dit ook niet hoeft te betekenen dat men op de verfijning moet wachten om berekeningen te maken. De methode zoals nu ontwikkeld kan overigens als basis dienen om alternatieve methoden te vergelijken.

Voor de toekomst is het belangrijk te investeren in de samenwerking tussen wiskundigen en experts in het domein duurzame ontwikkeling. De onderzoekers hebben vastgesteld dat de wiskundigen over heel wat interessante instrumenten beschikken die de besluitvorming kunnen ondersteunen, zeker wanneer het de ambitie is om te komen tot een participatorische geïntegreerde benadering (integrated assessment) van duurzame ontwikkeling.

Duurzaam technologisch onderzoek

De onderzoekers willen ook pleiten voor een intensief gebruik van het concept milieugebruiksruimte en backcasting in het onderzoek naar duurzame technologische ontwikkeling. Men moet hierbij ver vooruit durven kijken en alle types van innovatie in overweging durven nemen.

Zo kan men drie typen milieugerichte innovatie onderscheiden: optimalisatie, herontwerp en functie-innovatie:

- *Optimalisatie is een stapsgewijze verbetering van bestaande producten, processen of infrastructuur. Het gaat om relatief beperkte wijzigingen (efficiëntieverhogingen) van systeemconcepten die reeds een commerciële toepassing kennen.*
- *Herontwerp laat het systeemconcept in grote lijnen ongewijzigd, maar het ontwerp van het product, het proces of de infrastructuur wordt veranderd, zodat het andere kenmerken kan vertonen (andere materiaalkeuze bijvoorbeeld)*
- *Functie-innovatie betekent dat men het bestaande systeemconcept loslaat en een nieuw systeem ontwikkelt dat dezelfde functie vervult.*

Naarmate men opklimt van optimalisatie naar functie-innovatie worden de maatschappelijk impacts groter en zal men meer beroep moeten doen op een maatschappelijk draagvlak om deze innovaties te kunnen implementeren. Middels participatieve backcastings kan men dit draagvlak vorm geven. Maar er is nood aan een goed evaluatie-instrument om toekomst en transitiepaden van heden naar toekomst te beoordelen op sociaal, ecologisch en economisch vlak. Dat vraagt niet alleen een degelijke operationalisering van vrij complexe criteria (rechtvaardigheid, nut, aanvaardbaar risico,...) maar ook van gepaste wegingsinstrumenten die toelaten de percepties van verschillende stakeholders te verwerken tot een eindbeslissing.