

**Naar een industrieel beleid voor het milieu**  
Technologie en innovatie als sleutel voor een duurzame welvaart

Het stenen tijdperk is niet opgehouden omdat de stenen op waren,  
maar omdat er aantrekkelijkere alternatieven waren<sup>1</sup>.

# Naar een industrieel beleid voor het milieu

## Technologie en innovatie als sleutel voor een duurzame welvaart

### Korte inhoud

Stimulering van technologische innovaties moet één van de speerpunten van het milieubeleid zijn. Enkel door een verstrekkende technologische – en daaraan gekoppeld een maatschappelijke – transformatie is de vereiste fundamentele vermindering van de milieudruk *samen met* de realisatie van ambitieuze sociaal-economische doelstellingen haalbaar. Dit vraagt een andere manier van aankijken tegen het te voeren milieubeleid. Het moet veel meer dan vandaag rekening houden met de kansen en belemmeringen in de milieuwetgeving om technologische innovaties aan te moedigen. Omgekeerd moet het innovatiebeleid veel meer worden gericht op het stimuleren van milieugerichte technologische en maatschappelijke ontwikkelingen. Wat we nodig hebben, is dus niet alleen een milieubeleid voor de “industrie” maar ook en vooral een “industrieel beleid” voor het milieu.

Dit hoofdstuk wil pleitbezorger zijn van deze nieuwe dimensie voor het Vlaamse milieubeleid en innovatiebeleid. Daartoe wordt de noodzaak ervan gemotiveerd en worden de kenmerken en mogelijke instrumenten voor een “industrieel beleid voor het milieu” uiteengezet.

## Inhoudstafel

<b>1. Inleiding.....</b>	<b>390</b>
<b>2. Waarom een huwelijk? Motieven voor een innovatiegericht milieubeleid .....</b>	<b>392</b>
2.1    Waarom is technologische innovatie belangrijk voor het milieu?.....	392
2.1.1    Technologie: terecht verdacht? .....	392
2.1.2    Economische groei, milieu en technologie .....	393
2.1.3    Argumenten voor een innovatiegericht milieubeleid .....	396
2.2    Welke soort innovaties zijn belangrijk?.....	397
2.2.1    Enkele begrippen en definities.....	397
2.2.2    De dominantie van incrementele technologische innovaties.....	400
2.2.3    Het belang van radicale technologische innovaties.....	401
2.2.4    Implicaties voor de reikwijdte van technologische innovaties .....	403
2.3    Besluit.....	404
<b>3. Situatie van de partijen: innovatie en milieubeleid, milieu en innovatiebeleid.....</b>	<b>406</b>
3.1    Welke impact heeft het milieubeleid op de technologische innovatie? .....	406
3.1.1    Technologie in het milieuanalysekader.....	406
3.1.2    Impact van milieubeleidsinstrumenten op technologische innovatie.....	409
3.2    Welke impact heeft het innovatiebeleid op de milieugerichte technologische ontwikkeling? .....	416
3.2.1    Milieu in het innovatieanalysekader.....	417
3.2.2    Impact van innovatiebeleidsinstrumenten op de milieugerichte technologische ontwikkeling.....	420
3.3    Besluit.....	425
<b>4. Op weg naar een duurzame relatie: ideeën voor de stimulering van milieugerichte technologische innovaties .....</b>	<b>427</b>
4.1    Bouwstenen voor een strategie.....	427
4.1.1    Stimulering van milieugerichte technologische innovatie en diffusie .....	427
4.1.2    Realisatie van systeeminnovaties .....	429
4.1.3    Implementatie en organisatie van het beleid.....	431
4.2    Instrumenten voor een milieugerichte technologische ontwikkeling.....	433
4.2.1    Wat kan het milieubeleid doen? .....	435
4.2.2    Wat kan het innovatiebeleid doen?.....	436
4.2.3    Transitiemanagement.....	439
4.3    Besluit.....	442
<b>5. Bibliografie .....</b>	<b>444</b>
<b>6. Noten .....</b>	<b>446</b>

## 1. INLEIDING

Nicholas Ashford, een wat oudere Amerikaanse econoom en één van de vele deelnemers aan het eerste wereldcongres van milieu-economen, zweette ervan. Hij had net een vurig pleidooi gehouden voor een innovatiegericht milieubeleid. Zijn boodschap: de meeste milieu-economen redeneren vandaag te veel vanuit een statische technologische omgeving. Zij houden zich bezig met discussies en analyses over de omvang van de kosten en baten van milieumaatregelen, en over optimale milieudoelstellingen en beleidsinstrumenten. In de plaats daarvan zou de klemtoon moeten liggen op de vraag hoe we – via technologische innovaties - de kosten naar beneden krijgen en hoe we dus verdergaande, ambitieuze milieudoelstellingen beter binnen bereik kunnen brengen. Nog opvallender dan de inhoud van zijn boodschap, was de totale apathie bij de aanwezige economengemeenschap. Niet één vraag of opmerking volgde. In plaats van een repliek ging men verder met de orde van de dag, d.w.z. met meestal zeer technisch-academische presentaties en discussies onder gelijkgezinden over economische theorieën en modellen met soms vergezochte of zelfs wereldvreemde hypothesen. De boodschap paste gewoon niet in het denkschema van de meeste milieu-economen.

De situatie is niet veel verschillend in andere wetenschappelijke disciplines die zich bezig houden met de analyse van milieubeleid. Beleidswetenschappers, sociologen, juristen, ... hebben doorgaans even weinig belangstelling voor de rol van technologische innovatie. In deze context hoeft het niet te verbazen dat er ook in het milieubeleid zelf weinig belangstelling is voor de manier waarop bijvoorbeeld de huidige milieuwetgeving de technologische innovatie stimuleert of belemmert. Het belang van technologische innovatie wordt doorgaans wel erkend, maar blijft zowel in beleidsplannen als in de praktijk van het milieubeleid een perifere aangelegenheid. Dit is in het recente ontwerp Vlaams milieubeleidsplan 2003-2007 niet anders. Men blijft bij de beproefde recepten en instrumenten, met weinig aandacht voor technologie en innovatie. Wanneer sprake is van integratie met andere beleidsdomeinen, wordt prioritair gekozen voor samenwerking met economie, energie, landbouw, mobiliteit, ruimtelijke ordening en gezondheidszorg, *niet* met het wetenschaps- en innovatiebeleid.

Omgekeerd geldt in het innovatiebeleid eenzelfde fenomeen. Het innovatiebeleid is er tot dusver vooral op gericht om bij te dragen tot het concurrentievermogen en de economische groei. Het wil daarbij neutraal zijn ten opzichte van de richting van de technologische ontwikkeling. Bij overheidssteun voor innovatie worden projecten dan ook in hoofdzaak beoordeeld op hun technische en economische kenmerken. Hun bijdrage aan de vermindering van de milieuverontreiniging of aan de besparing van energie en grondstoffen is dikwijls weinig meer dan een bonus in de eindafweging.

De conclusie is dan ook dat milieugerichte technologische innovatie een relatief verwaarloosd gebied is in de wetenschap en in het beleid.

Deze verwaarlozing is enigszins verrassend. De meeste milieu-economen zijn het immers wellicht eens met de stelling dat "het effect van het overheidsbeleid op het proces van technologische verandering, op lange termijn wellicht tot de meest betekenisvolle determinanten voor het succes of falen van milieubescherming behoort"<sup>3</sup>. Meer algemeen is bij vele wetenschappers en beleidsmakers stilaan het besef gegroeid dat een verhoging van de welvaart en een gelijktijdige daling van de milieubelasting slechts mogelijk is als de milieu-intensiteit van de productie en consumptie sterk wordt verlaagd. Daartoe wordt aangenomen dat de *eco-efficiëntie* de komende 50 jaar met ongeveer een factor 10 moet worden verhoogd. Dit betekent dat we 10 maal zuiniger moeten omgaan met onze grondstoffen en energie in de komende 50 jaar. Zo'n aanzienlijke verhoging van de eco-efficiëntie kan

niet louter tot stand worden gebracht door stapsgewijze aanpassingen aan de bestaande technologie. Er zijn verstrekkende innovaties en veel radicalere milieuverbeteringen nodig. De stappen moeten sprongen worden.

Er is dan ook sprake van een zekere *paradox*: iedereen erkent het grote belang van technologische innovaties voor het bereiken van betekenisvolle milieuresultaten, maar weinigen handelen ernaar. Het milieubeleid en het innovatiebeleid blijven twee aparte werelden, met elk hun eigen denkkaders, concepten en instrumenten. Wil men een goed evenwicht realiseren tussen welvaarts groei en de beperkte draagkracht van het milieu, dan is een veel grotere samenwerking tussen beide beleidsdomeinen nodig. De ervaring van de voorbije 20 jaar leert echter dat er tussen beide partijen geen sprake is van liefde op het eerste gezicht; veeleer van een vreedzame co-existentie zonder veel interactie<sup>4</sup>. Men kan ze vergelijken met twee aantrekkelijke, ongebonden mensen die veel gemeen hebben, maar mekaar niet goed kennen. Een huwelijk zal daardoor niet vanzelf tot stand komen. Er is nood aan een bemiddelaar, een huwelijksconsulent, die de beide partners wijst op hun gemeenschappelijke kenmerken en belangen, en hen dichter bij mekaar brengt. Deze tekst moet worden gezien als een aanzet daartoe.

De verdere structuur is als volgt. Eerst zullen we aangeven waarom een huwelijk tussen het milieubeleid en het innovatiebeleid wenselijk is. We beschrijven m.a.w. de motieven voor een innovatiegericht milieubeleid. Daarna analyseren we de huidige situatie van de partijen. We zullen nagaan in hoeverre het stimuleren van milieugerichte technologische innovaties vandaag al een onderdeel is van het milieubeleid en het innovatiebeleid. Tot slot geven we aan hoe de beide partijen dichter bij mekaar kunnen worden gebracht. We formuleren enkele ideeën en instrumenten om milieugerichte technologische innovaties te bevorderen.

## 2. WAAROM EEN HUWELIJK? MOTIEVEN VOOR EEN INNOVATIEGERICHT MILIEUBELEID

### 2.1 *Waarom is technologische innovatie belangrijk voor het milieu?*

#### 2.1.1 **Technologie: terecht verdacht?**

In 1972 organiseerden de Verenigde Naties in Stockholm de eerste wereldmilieuconferentie. Er werd een verklaring aangenomen die milieuvuiling als probleem erkent. Maar het bouwen van meetnetten en de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technologie zou het probleem wel oplossen. En het zelfregulerende mechanisme van de economie zou uitputting van grondstoffen vermijden: naarmate een grondstof schaarser wordt, stijgt de prijs ervan, vermindert het verbruik en zal de zoektocht naar alternatieven leiden tot nieuwe ontdekkingen (technologieën) die de schaarste weer opheffen. De combinatie van economie en technologie zou de oplossing bieden.

Naast de officiële conferentie vonden er diverse schaduwconferenties plaats<sup>5</sup>. Daar was de toonzetting een stuk somberder, mede door de analyse van de 'Club van Rome' die eerder dat jaar was verschenen. In hun rapport lieten Forrester en Meadows aan de hand van een wereldmodel zien dat belangrijke grondstoffen voor het einde van de eeuw dreigden op te raken, en dat de vervuiling van water, bodem en lucht het natuurlijk reinigingsvermogen zou overtreffen.

Eén van de deelnemers aan deze schaduwconferenties was de Amerikaanse ecooloog Barry Commoner. Hij stelde de milieubelasting voor als het product van drie factoren: de bevolkingsomvang, de welvaart en de milieubelasting per eenheid welvaart (Figuur 1). Deze laatste factor werd door Commoner ook omschreven als technologie. De technologie werd beschouwd als een deel van het probleem. Op zijn best kon technologische vernieuwing worden ingezet om emissies te verminderen of te voorkomen, maar échte oplossingen konden alleen komen van de tweede factor, het beperken van de productie of de economische groei.

Figuur 1: Formule van Commoner (Commoner, 1971)

$M = B * W/B * M/W$ <p>met</p> <p>M: de milieubelasting B: de bevolkingsomvang W/B: de productie per hoofd van de bevolking (welvaart) M/W: de milieubelasting op per product (technologie).</p>
--

Vandaag wordt erkend dat technologie een bijdrage levert en kan leveren aan het oplossen van milieuproblemen, maar heel veel wordt er nog altijd niet van verwacht. De Vlaamse milieuadministratie stelt in haar ontwerp milieubeleidsplan 2003-2007 bijvoorbeeld: "Door de inspanningen vooral te richten op verbeterde technische prestaties is de groei van de milieuproblematiek weliswaar afgeremd, maar de totale druk blijft zeer hoog en neemt nog toe in enkele cruciale domeinen zoals de uitstoot van broeikasgassen. Ook wentelen louter technische oplossingen het probleem soms af van het ene compartiment op het andere, of verleggen ze het naar het buitenland of naar de toekomst. De gewonnen ademruimte is van korte duur als nieuwe groei in omzet deze ruimte opvult. Technische verbetering kent ook grenzen: het rendement van energiegebruik kan niet boven 100 % uitstijgen, de vernietiging van dier- en plantensoorten kan niet teruggedraaid worden". Echte oplossingen worden enkel verwacht van fundamentele veranderingen in het productie- en consumptiesysteem.

Wij delen het technologisch optimisme evenmin, maar vinden dat de potentiële bijdrage van technologie in de bovenstaande visie zwaar onderschat wordt. Wat onvoldoende wordt ingezien, is dat technologie niet alleen op zich kan bijdragen aan de oplossing van milieuproblemen, maar vaak tegelijk ook voorwaarde is voor en katalysator van maatschappelijke veranderingen. Nieuwe technologie schept immers nieuwe mogelijkheden en nodigt dus uit tot ander gedrag. Technologie kan dan ook een hefboom zijn voor een maatschappelijk veranderingsproces in de richting van een meer duurzame samenleving.

Deze boodschap willen we hierna wat meer onderbouwen. We staan eerst even stil bij de verschillende visies over de relatie tussen economische groei en milieubehoud en bij de wijze waarop technologie in elk van deze visies een vooraanstaande rol speelt. Daarna overlopen we de argumenten voor een innovatiegericht milieubeleid.

### **2.1.2 Economische groei, milieu en technologie**

Economische groei is één van de centrale doelstellingen van het overheidsbeleid, ook in Vlaanderen. Het verzekeren van de economische groeikracht wordt beschouwd als een noodzakelijke voorwaarde voor een kwaliteitsvolle samenleving in het algemeen, en voor duurzame werkgelegenheid en sociale cohesie in het bijzonder. De Europese Top van Lissabon in maart 2000 stelde een economische groei van 3% in Europa als een realistisch cijfer voorop. Bevordering van de *technologische vooruitgang* en vernieuwing van de productiemiddelen van de EU zijn daartoe belangrijke instrumenten van de strategie van Lissabon. Dit is geen toeval. In de klassieke economische groeitheorieën is technologische verandering een determinerende factor voor het ontstaan van economische groei. Nieuwe evolutionaire groeitheorieën beklemtonen het belang van technologische innovatie nog meer. Zij beschouwen de idee van kennisaccumulatie en kennisverspreiding door 'learning by doing' en 'learning by investing' als motor van economische groei. Het is mee op basis van deze inzichten dat de EU zichzelf in Lissabon tot doel heeft gesteld "de meest concurrerende en dynamische kenniseconomie van de wereld te worden", en dat momenteel in het economisch en industrieel beleid van veel landen de klemtoon ligt op het uitbouwen van een kennismaatschappij, met acties om zowel technologische innovatie als kennisdiffusie en -toepassing aan te moedigen.

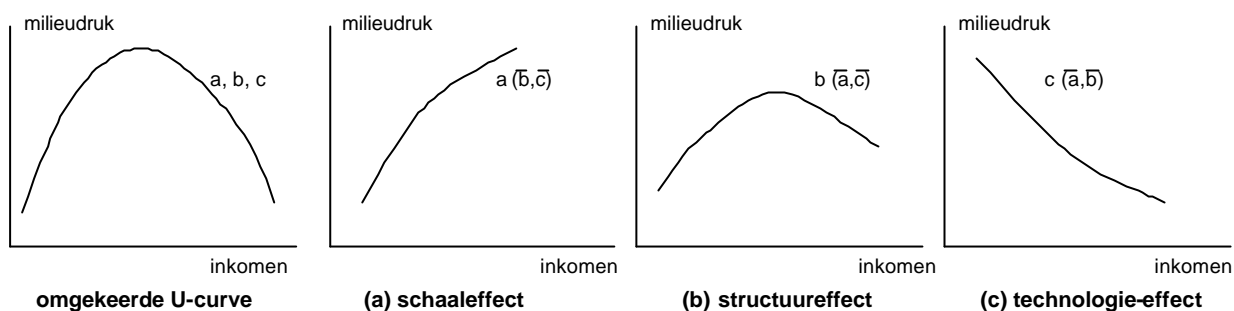
#### *De omgekeerde U-curve: economische groei is de oplossing voor milieuproblemen*

Het eerder vermelde technologisch optimisme en de zopas beschreven visie op technologische innovatie als motor van economische groei, hebben sommige economen ertoe verleid te stellen dat economische groei zelf 'groen' is. Economische groei zou een voldoende voorwaarde zijn voor milieubehoud. Deze idee is vooral door de literatuur over de 'Environmental Kuznetscurve' gepropageerd. Op basis van de vaststelling dat in een groeiende economie veel schadelijke emissies, voorbij een zeker inkomensniveau, minder dan proportioneel lijken toe te nemen, en er soms zelfs sprake is van een afname van de vervuiling (de omgekeerde U-curve), gaan deze economen ervan uit dat een voortgaande economische groei vanzelf wel tot een oplossing van de milieuproblemen zal leiden. Dit is het gevolg van het samenspel van drie effecten: schaal, structuur en technologie (Figuur 2). Men gaat ervan uit dat de milieubelasting toeneemt met de omvang van de productie en consumptie, m.a.w. met de schaal van de economie (schaaleffect). De richting van het structureffect hangt af van de omvang van het nationaal inkomen. Bij lage inkomensniveaus is de dominante wijziging in de productiestructuur van landbouw naar industrie, met stijgende milieudruk. Bij verdere economische groei is er een overgang van een industriële economie naar een diensteneconomie en verder naar een kennis- en informatie-economie, met een (relatieve) vermindering van de aantasting van het milieu. Het technologie-effect tot slot leidt



tot een toenemende daling van de milieubelasting bij stijgende inkomens. Het aanbod aan milieu-efficiënte technieken verhoogt immers door (zowel autonome als aan groei gerelateerde) innovatie en kennisaccumulatie; de vraag ernaar door veranderingen in de preferentiestructuur in de richting van meer milieuvriendelijke producten en van een beter milieu en meer natuur. Het is dus vooral door de *technologie* dat economische groei tot milieubehoud zou leiden.

Figuur 2: De omgekeerde U-curve (Panayotou, 2000).



*De 'Porter-hypothese': milieubeleid bevordert de economische groei*

Een andere visie op de band tussen economische groei en milieu stelt dat wél een milieubeleid nodig is om milieuproblemen op te lossen, én dat milieubeleid de economische groei kan bevorderen. Deze idee is vooral door Michael Porter onder de aandacht van een breder publiek gebracht<sup>6</sup>, en resulteerde in wat men sindsdien de 'Porter hypothese' noemt. De rol van *technologische innovatie* staat daarin centraal. Porter stelt dat goed ontworpen milieuregulering de aandacht van bedrijven kan vestigen op nog ongebruikte opportuniteiten voor productiviteitsverhoging, en hen kan stimuleren deze aan te wenden. Dit leidt tot proces- en productaanpassingen met soms aanzienlijke kostenbesparingen, vooral door een efficiënter gebruik van energie en grondstoffen, die de kosten van het naleven van regelgeving overtreffen ('innovation offsets'). Dit bevordert op zijn beurt de concurrentiepositie van bedrijven en - via kennisdiffusie en leereffecten - de economische groei. Deze hypothese heeft mee de opvatting ondersteund dat economische groei en milieubehoud heel goed kunnen samengaan: technologische vooruitgang kan de eco-efficiëntie verhogen, en deze verbetering van de milieuprestaties van producten en diensten maakt het mogelijk om economische groei te verzoenen met ambitieuze milieudoelstellingen en dus een ontkoppeling van milieudruk en economische groei te realiseren.

*De neo-klassieke visie: milieubeleid vertraagt de economische groei*

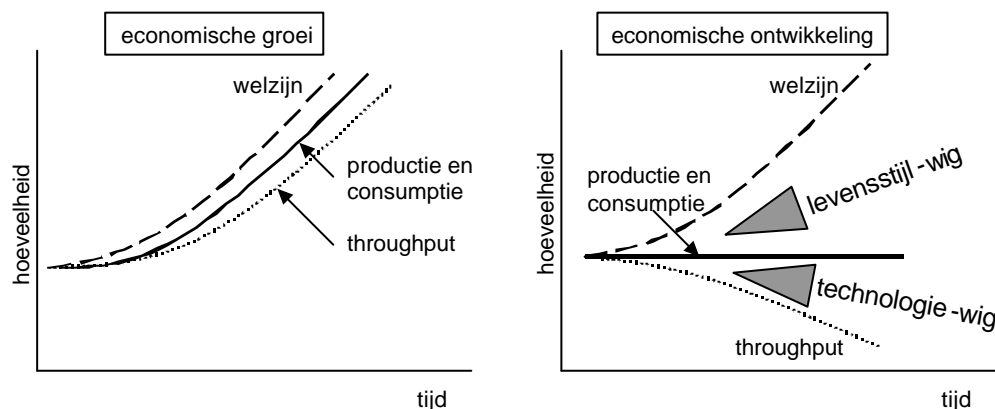
Neo-klassieke economen zijn het hier niet helemaal mee eens. Zij stellen dat men niet aan een afruil tussen milieu en economie onderuit kan. De conventionele economische theorie stelt inderdaad dat milieumaatregelen een bijkomende inzet van productiefactoren vergen. Bij gelijkblijvende productie zal de aanwending van grondstoffen, kapitaal en arbeid toenemen omdat in feite een extra output wordt geproduceerd, namelijk milieukwaliteit. Deze middelen zijn niet langer beschikbaar voor andere doeleinden. Hierdoor is sprake van een verdringing van productie-investeringen door (niet-productieve) milieu-investeringen en van een stijging van de productiekosten. Wanneer deze kosten worden doorgerekend in hogere prijzen zal de vraag en het beschikbaar inkomen verminderen en dus ook de productie. In een open economie verslechtert de competitiviteit van de binnenlandse industrie, daalt de export en stijgt de import. Dit alles vertraagt de economische groei. Het komt er volgens neoklassieke economen dan ook op aan een milieubeleid te voeren dat de kosten verbonden aan het realiseren van de milieudoelstellingen minimaliseert. Zij zijn daarom voorstander van economische milieubeleidsinstrumenten zoals heffingen en emissiehandel, omdat deze zorgen voor een kosteneffectieve verdeling van de benodigde milieu-inspanningen tussen bedrijven en sectoren (statische efficiëntie), en omdat zij

een permanente stimulans inhouden voor de verdere vermindering van de milieudruk (*technologische innovatie* en dynamische efficiëntie).

### *Ecologische economen: grenzen aan de economische groei*

Een laatste visie op de band tussen economische groei en milieu gaat nog een stap verder. Om het leefmilieu te beschermen, en uiteindelijk ook de economie tegen zichzelf, mag economische groei geen na te streven doel zijn. Aanhangers van deze 'ecological economics' visie wijzen op de mogelijkheid van oneconomische groei, d.w.z. productiegroei die ons door uitputting van grondstoffen en aantasting van het milieu niet rijker maar armer maakt, waardoor maatschappelijke problemen niet gemakkelijker maar juist moeilijker op te lossen zijn. Zij stellen dat de welvaart op twee manieren kan worden verhoogd: door meer materialen en energie te gebruiken (verhogen van de 'throughput') of door meer welvaart te halen uit elke eenheid materialen en energie die in het economisch systeem passeert (efficiency). Het eerste noemen zij 'groei', het tweede 'ontwikkeling' (Figuur 3). Er zijn volgens hen duidelijk grenzen aan de groei, niet aan de ontwikkeling. 'Natuur' is immers geen loutere productiefactor is naast 'arbeid' en 'kapitaal', maar vormt de basis zelf van het economisch systeem<sup>7</sup>. We zijn het dan ook aan toekomstige generaties verplicht om voldoende kwaliteitsvolle 'natuur' achter te laten, veeleer dan kennis en technologie. Uitgaande van een begrenzing van de hoeveelheid 'natuur' die door elke generatie mag worden gebruikt, leggen zij de klemtoon op geboortebeperving, herverdeling van welvaart én *technologie*. Zij menen dat het doel van de economie moet wijzigen van het verhogen van de hoeveelheid productie ('throughput') naar het verhogen van de productiviteit van het natuurgebruik ('efficiency').

Figuur 3: economische groei vs. economische ontwikkeling (op basis van Robinson and Tinker, 1996)



Uit de voorgaande bespreking blijkt dat in elke zienswijze *technologische innovatie* naar voor wordt geschoven als een cruciale factor voor het realiseren van milieuresultaten. Bovendien zijn enkele inhoudelijke argumenten voor een innovatiegericht milieubeleid naar voor gekomen. We willen ze nu wat meer in detail overlopen (Tabel 1).

Tabel 1: Argumenten voor een innovatiegericht milieubeleid

Verhoging van de milieu-effectiviteit	Een innovatiegericht milieubeleid is nodig om de ontwikkeling en introductie van een nieuwe generatie technieken te stimuleren, waarmee verregaande milieuverbeteringen bereikbaar worden.
Ontkoppeling van economische groei en milieudruk	Een innovatiegericht milieubeleid is nodig om tegelijk ambitieuze sociaal-economische en milieudoelstellingen te realiseren, en dus een substantiële verhoging van de eco-efficiëntie.
Kosteneffectiviteit van het milieubeleid	Een innovatiegericht milieubeleid is nodig om de kosten van milieumaatregelen te verlagen, waardoor meer milieuresultaten kunnen worden gehaald voor hetzelfde geld.
Benutting van win-win opportuniteiten	Een innovatiegericht milieubeleid is nodig om de aandacht te vestigen op nog ongebruikte win-win opportuniteiten om de productiekosten te verlagen en tegelijk minder te vervuilen.
Markt- en sociaal-economische voordelen	Een innovatiegericht milieubeleid is nodig om te genieten van de beloftevolle markt- en sociaal-economische voordelen gekoppeld aan de snel groeiende milieutechnologiesector.

### 2.1.3 Argumenten voor een innovatiegericht milieubeleid

#### *Verhoging van de milieu-effectiviteit*

Veel bedrijven hebben de laatste twee decennia maatregelen genomen om de milieueffecten van hun bedrijfsactiviteiten te verminderen. Ook consumenten hebben hun steentje bijgedragen aan de verbetering van het milieu, bijvoorbeeld door het gescheiden inzamelen van hun huishoudelijk afval en milieubewuster inkoopgedrag. Maar de bereikte milieuverbetering is nog lang niet voldoende. Bovendien zijn de problemen aan het verschuiven van korte termijn, lokale milieuschade naar lange termijn, chronische, wereldwijde en mogelijk onomkeerbare milieuproblemen (bv. klimaatverandering, biodiversiteitsverlies, aantasting fertiliteit en immuunsystemen, ...). Alsmar meer mensen in andere werelddelen streven een 'Westers' welvaartspeil na, waardoor de druk op het milieu mondiaal sterk zal toenemen. Deze vaststellingen suggereren dat de technologische basis waarop onze maatschappij zich baseert niet langer geschikt is, en dat de technieken van vandaag niet zullen volstaan om aan de bedreigingen het hoofd te bieden. Om de milieu-effectiviteit van het beleid te vergroten, is dus een innovatiegericht milieubeleid nodig waarmee de ontwikkeling en introductie van een nieuwe generatie technieken wordt gestimuleerd.

#### *Ontkoppeling van economische groei en milieudruk*

Een oplossing voor milieuproblemen kan in principe ook worden gevonden in een vermindering van de welvaart. Maar economische groei blijft een belangrijk politiek en maatschappelijk doel om gemakkelijker aan maatschappelijke vragen en uitdagingen zoals de noden van een vergrijzende bevolking, gezondheidszorg, onderwijs, enz. tegemoet te komen. Bovendien zijn mensen vooralsnog nauwelijks bereid in te leveren op materiële verworvenheden. Het verzoenen van sociaal-economische en milieudoelstellingen vergt dan een *ontkoppeling* van de economische groei en de milieudruk, via een beleid gericht op het verhogen van de *eco-efficiëntie*. Dit streven vormt de kern van veel recente beleidsverklaringen, ook in Vlaanderen<sup>8</sup>. De twee concrete aangrijpingspunten daarvoor zijn de vermindering van de materiaal- en energie-intensiteit aan de inputkant van de economie (dematerialisatie) en de vermindering van de milieu-impact van het energie- en grondstofgebruik aan de outputkant. Op deze manier beschouwd, vormt een innovatiegericht milieubeleid een onmisbare schakel om tegelijk ambitieuze sociaal-economische en milieudoelstellingen te realiseren.

#### *Kosteneffectiviteit van het milieubeleid*

Milieudoelstellingen en milieunormen worden vaak mee bepaald door de haalbaarheid en kostprijs van de milieumaatregelen om ze te realiseren. Technologische innovaties maken het echter mogelijk de kosten van milieumaatregelen te verlagen. Hierdoor kan meer milieuresultaat worden gehaald met hetzelfde geld of zijn de huidige milieunormen bereikbaar tegen een lagere kostprijs, waardoor middelen beschikbaar komen voor andere maatschappelijke doelen. Bovendien hebben technologische innovaties vaak ook belangrijke dynamische effecten: naarmate de verspreiding en het gebruik van een nieuwe technologie toeneemt, daalt de kostprijs van

de technologie en verbeteren de milieuprestaties. Dit is het gevolg van schaalvoordelen in de productie, maar vooral van leereffecten. Een innovatiegericht milieubeleid kan dus niet alleen de kosten van het milieubeleid verlagen. Het heeft ook een belangrijke 'optiewaarde': door nu te investeren in onderzoek, ontwikkeling en diffusie verlagen de kosten van toekomstige milieumaatregelen en zijn ambitieuze doelstellingen sneller haalbaar.

#### *Benutten van win-win opportuniteiten*

Er bestaan goede mogelijkheden om via technologische innovaties zowel betere milieuprestaties als meer winstgevendheid te realiseren. Via maatregelen gericht op bijvoorbeeld besparing van materiaal- en energiegebruik, betere aanwending van nevenproducten, enz. blijkt het mogelijk om de productiekosten te verlagen én tegelijk minder te vervuilen. Er zijn echter veel situaties waarin win-win opportuniteiten bestaan, maar niet worden genomen. Verklaringen daarvoor zijn o.a. onvoldoende managementaandacht en concurrentie met andere technologieën en investeringen die meer binnen de basiscompetentie van het bedrijf liggen, meer rendabel zijn of minder riskant. Realisatie van win-win opportuniteiten zal dus niet automatisch gebeuren, terwijl dit maatschappelijk en macro-economisch wel wenselijk is. Het is in deze context dat Michael Porter en, lang voor hem, vele anderen een innovatiegericht milieubeleid met 'goed ontworpen' milieuregelgeving<sup>9</sup> hebben bepleit dat de aandacht van bedrijven vestigt op nog ongebruikte win-win opportuniteiten en hen stimuleert deze aan te wenden.

#### *Markt- en sociaal-economische voordelen*

Tot slot kan een innovatieve milieutechnologiesector een goed substraat voor economische groei vormen, indien kan worden geprofiteerd van de mogelijkheden die de binnenlandse vraag naar milieutechnologie en vooral de snelgroeiende exportmarkten bieden. Milieu wordt ook meer en meer een verkoopsargument voor producten. Het belang en de omvang van de milieumarkt mogen we dan ook niet onderschatten. Het gaat immers om talrijke activiteiten op het vlak van beheer van verontreiniging, geïntegreerde technologieën en producten, en beheer van hulpbronnen (bv. duurzame energie en waterreserves). Bovendien is het een zeer dynamische markt met belangrijke groeisegmenten en goede exportmogelijkheden. Om van deze potentiële marktvoordelen te genieten, is echter een ondersteunend en stimulerend overheidsbeleid wenselijk. De milieusector zelf beschouwt, ook in Vlaanderen<sup>10</sup>, de huidige belemmeringen voor technologische innovaties als een belangrijke rem op de verdere groei. Een innovatiegericht milieubeleid is dus tot slot ook wenselijk om de beloftevolle markt- en sociaal-economische voordelen gekoppeld aan de snel groeiende milieu-industrie te benutten.

## **2.2 Welke soort innovaties zijn belangrijk?**

Hiervoor hebben we de argumenten voor een innovatiegericht milieubeleid belicht. Tot dusver hebben we echter niet aangegeven wat we precies met 'technologie' en 'innovatie' bedoelen en welke soort innovaties belangrijk zijn. Daarop gaan we nu dieper in.

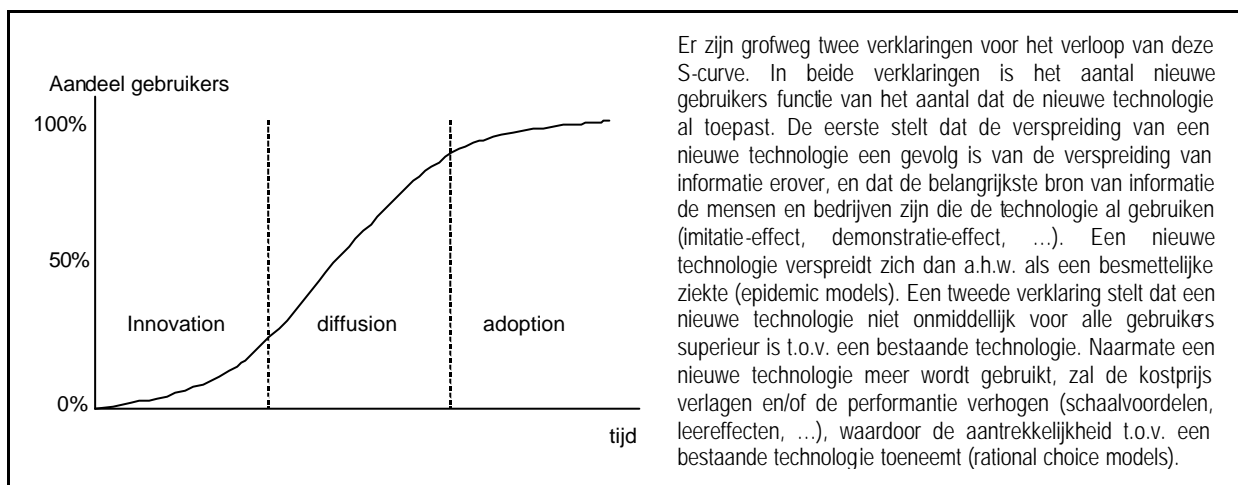
### **2.2.1 Enkele begrippen en definities**

In de context van het technologie- en innovatiebeleid worden verschillende concepten en begrippen gebruikt die we hier kort toelichten. Ten eerste is er het onderscheid tussen technieken en technologieën. Een 'techniek' wordt doorgaans gelijkgesteld met een productiewijze, en heeft betrekking op zowel technische als organisatorische hulpmiddelen. 'Technologie' duidt op het geheel aan kennis inzake technieken, en wordt doorgaans ook gebruikt om zowel deze kennis als de weerslag van deze kennis in technieken te vatten.

Een ander onderscheid is dat tussen een uitvinding (invention) en een innovatie (innovation). Een *uitvinding* is een idee voor een nieuw product, proces of systeem, en leidt niet noodzakelijk tot een technologische innovatie. Van een *innovatie* is pas sprake als er een concrete commerciële toepassing is van de uitvinding. Een bedrijf kan echter ook innoveren zonder ooit een uitvinding te doen, wanneer het bestaande ideeën toepast. Uitvindingen en innovaties gebeuren in hoofdzaak via een proces dat "onderzoek en ontwikkeling" (O&O) wordt genoemd.

Uitvindingen en innovaties vormen samen de eerste fase van technologische verandering (Figuur 4). Het tweede stadium noemt men *diffusie* (diffusion) of de verspreiding van technologische kennis en innovaties. Dit leidt vervolgens tot de derde fase, de daadwerkelijke *aanwending* en invoering ervan in de economie (adoption). Hoewel het onderscheid tussen deze drie fasen conceptueel nuttig is, zijn zij in de praktijk onderling sterk verweven en vaak moeilijk te scheiden. Wij gebruiken de term innovatie voor het onderzoek naar en de ontwikkeling van nieuwe technologieën en de term diffusie voor de verdere verspreiding en aanwending van deze technologieën. Een innovatie slaat dan op een technologie die nieuw is voor de economie, terwijl diffusie betrekking heeft op de verspreiding van deze technologie (die al bestaat en dus enkel nieuw is voor de betrokken bedrijven).

Figuur 4: De drie fasen van technologische verandering (Kemp, 1997)



Nog een ander onderscheid is gebaseerd op de mate waarin innovaties afwijken van bestaande technologieën. Technologische innovaties die een technologie gebaseerd op een bestaand technisch principe veranderen en verbeteren, en dus leiden tot relatief geringe veranderingen in de producten en productie- en consumptieprocessen, noemt men '*incrementele innovaties*'. Zij kunnen gebaseerd zijn op belangrijke onderzoek- en ontwikkelingsinspanningen, maar komen even vaak voort uit ervaringen tijdens het productieproces of uit initiatieven en suggesties van gebruikers. Daar tegenover staan '*radicale innovaties*'. Deze hebben te maken met een geheel nieuwe technologie en zijn het resultaat van bewuste onderzoek- en ontwikkelingsinspanningen. Zij zijn typisch ongelijk verdeeld over sectoren en in de tijd. Na verloop van tijd hebben zij vaak ingrijpende gevolgen omdat zij tot structurele veranderingen in de economie kunnen leiden.

Wanneer innovaties inderdaad leiden tot brede, structurele veranderingen, die verschillende sectoren beïnvloeden en waardoor er geheel nieuwe sectoren ontstaan, spreekt men van een *nieuw technologisch systeem*. Dit gaat vaak samen met organisatorische en beheersmatige veranderingen. Wanneer een technologisch innovatie zulke verregaande effecten heeft dat bijna elke industrietak er direct of indirect mee te maken krijgt en de hele samenleving wordt beïnvloed, spreekt men van een *nieuw technologisch regime of*

*paradigma*. Een technologisch regime of paradigma wordt gedefinieerd als een bepaald patroon waarbinnen nieuwe technologieën worden ontwikkeld. Het is bepalend voor de manier waarop naar technisch-economische problemen wordt gekeken en naar oplossingen wordt gezocht, en kanaliseert innovatieactiviteiten dus in een welbepaalde richting. Technologische verandering binnen een bepaald regime of paradigma kan worden gezien als een cumulatief verbeteringsproces, en kan ertoe leiden dat bedrijven en volledige industrietakken 'gevangen' zitten (lock-in) in een bepaalde technologische benadering. De term '*technologisch traject*' wordt gebruikt om deze technologische vooruitgang binnen een bestaand regime of paradigma aan te geven. Een *nieuw* technologisch regime of paradigma betreft dan een radicale verandering van de tot dan overheersende technologische benadering en praktijk, en impliceert vaak ook een combinatie van product-, proces, organisatorische en beheersmatige innovaties (zie voorbeeld in Kader 1). In een aantal gevallen maken zij een 'quantumsprong' in de algemene productiviteit van de economie mogelijk.

Wanneer veranderingen in de technologie gepaard gaan met onderling samenhangende veranderingen op meerdere terreinen, zoals structuur, instituties en cultuur, is sprake van een *transitie*. Een transitie is een geleidelijke, structurele verandering van de maatschappij (Kader 2). Het gaat om een proces dat zich afspeelt op lange termijn, in de orde van minstens een generatie (ca. 30 jaar).

Kader 1: Voorbeeld: De expansie van de spoorwegen in de Verenigde Staten in de 19<sup>e</sup> eeuw (Ausubel, 1989)

Vandaag associëren we spoorwegen met ijzer, staal, diesel en elektriciteit, maar in hun beginjaren waren zij voor het overgrote deel op *hout* gebaseerd. De brandstof voor de locomotieven was hout, wagons waren van hout, alsook dwarssliggers, en soms zelfs wissels en sporen. In 1905 stelde de toenmalige Amerikaanse president T. Roosevelt in een toespraak "*unless the vast forests of the United States can be made ready to meet the vast demands which this [economic] growth will inevitably bring, commercial disaster, that means disaster to the whole country, is inevitable. The railroads must have ties ... If the present rate of forest destruction is allowed to continue, with nothing to offset it, a timber famine in the future is inevitable*". Soortgelijke geluiden waren te horen in Argentinië, Indië, het Midden-Oosten en delen van Europa, waar de spoorweginfrastructuur werd uitgebreid ten koste van lokale bossen. O.m. in de Verenigde Staten werden maatregelen genomen om de ontbossing tegen te gaan. Zo werden er bossen aangelegd, werd aan spoormaatschappijen gevraagd bomen aan te planten langsheen spoorwegbeddingen, en werd een overheidsdienst ('Forest Service') opgericht, belast met het beheer van de resterende bossen. Een houttekort werd ook vermeden door technologische ontwikkelingen binnen het bestaande technologisch regime en traject (vnl. houtverduurzaming), waardoor de levensduur van dwarssliggers verdrievoudigde, en later, vooral in Europa, de vervanging van houten door betonnen dwarssliggers. De voorspelde houtcrisis is echter vooral vermeden doordat zich een nieuw technologisch systeem en regime ontwikkelde, met name de auto met verbrandingsmotor. De snelle doorbraak van deze technologie was mee te wijten aan het al voorhanden wegnetwerk, oorspronkelijk aangelegd voor paarden, karren en koetsen, en aan de superieure prestaties van de auto t.o.v. het paard.

Kader 2: Voorbeelden van transities (Van Kasteren, 2001)

De evolutie in onze gebouwenverwarming is een voorbeeld van een transitie. Tot halverwege de jaren '60 beschikten de meeste huizen in Vlaanderen over een opslagplaats voor steenkool. In oktober/november werden kolen ingeslagen, die gedurende de winter werden opgestookt. Huishoudens beschikten slechts over een kolenkachel die was opgesteld in de woonkamer, waar het gezinsleven zich afspeelde, eerst rond de tafel, later alsmat meer rond de zwart/wit televisie. Nadien veranderde dat snel, maar de kiemen ervoor werden al gelegd in de jaren '30 met de opkomst van een grootschaliger productie en distributie van gas. De kolenkachel werd vervangen door een gaskachel en later door centrale verwarming, waarbij alle kamers van het huis werden verwarmd. Het gevolg was dat het gezinsleven zich over het hele huis verspreidde, een tendens die nog eens werd versterkt door de kabel met meerdere aansluitingen per woning. Zo bereideneerd, droeg de energiebevoorrading –volgens sommigen– bij aan de individualisering van de samenleving. Andere voorbeelden van transities zijn de overgang van zeilvaart naar stoomschepen, de overgang van weckpot naar diepvries, de groei van de automaatschappij, de aanleg van drinkwater- en rioleringsnet, de opkomst van de informatie en communicatietechnologie, de vergroening van de chemie door de biotechnologie, de opkomst van stromingsbronnen voor de energievoorziening, enz.

Tot slot gaan we nog even in op het begrip '*milieutechnologie*'. Tot voor kort werd deze term vooral gebruikt voor zgn. end-of-pipe technieken, d.w.z. vaak duidelijk zichtbare technieken die 'achteraan' het productieproces worden toegevoegd om de emissies ervan op te vangen, te concentreren of te verdunnen zodat zij minder schadelijk zijn (bv. schoorstenen, luchtfilters, waterzuiveringsinstallaties, ...). Ook vandaag blijft dit type milieutechnologie belangrijk. Het gaat immers om technieken die hun effectiviteit hebben bewezen en op relatief

korte tijd inzetbaar zijn zonder ingrijpende aanpassingen in productieprocessen en producten. Zij laten bedrijven toe verder te opereren binnen het bestaand technologisch systeem en zijn bijzonder aantrekkelijk voor bedrijven en sectoren die 'vast' geraakt zijn in bepaalde technologieën. End-of-pipe technieken zorgen aan de andere kant voor een verplaatsing van problemen en leiden uiteindelijk altijd tot extra kosten voor bedrijven en andere doelgroepen. 'Schone' productietechnieken zijn een alternatief. Het betreft preventieve, procesgeïntegreerde veranderingen in de productietechnologie die de hoeveelheid en schadelijkheid van emissies tijdens de productie verminderen. Daarnaast kunnen ook andere vormen van milieutechnologieën worden onderscheiden, waaronder recycling, schone producten, saneringstechnieken, enz. Wij zullen de term 'milieutechnologie' niet veel gebruiken, maar eerder spreken van technologie in zijn algemeenheid. Elke technologie kan immers een 'milieutechnologie' worden als deze wordt toegepast met het doel om het milieu te verbeteren.

### **2.2.2 De dominantie van incrementele technologische innovaties**

Technologische innovaties volgen meestal een bepaald traject binnen een technologisch regime of paradigma. Het gaat om incrementele verbeteringen aan bestaande technologieën. De verklaring daarvoor is dat onderzoekers doorgaans hun aandacht richten op de oplossing van specifieke problemen die de toepassing van bestaande technologieën opleveren. Zij speuren de 'technologische horizon' af op zoek naar mogelijkheden om de prestaties van bestaande producten en processen te verbeteren. Dit zoeken is vertekend wegens de specialistische oriëntatie van organisaties en onderzoekers. Zij zijn bovendien begrensd in hun waarnemingsvermogen en hun kenvermogen. Zij zoeken meestal oplossingen die rond de thans bestaande technologieën en werkwijze kunnen worden gevonden (padafhankelijkheid). Zolang deze incrementele innovaties voldoening geven zal 'studiewerk' weinig effect hebben op organisaties. Men zal zich dus eerder concentreren op korte termijn problemen en radicaal nieuwe alternatieven niet gemakkelijk beschouwen.

De dominantie van incrementele innovaties heeft niet alleen te maken met *psychologische* factoren, maar ook met *technisch-economische*. Zo heeft de heersende technologie al geprofiteerd van verschillende verbeteringen op het vlak van kosten en prestatiekenmerken, door geaccumuleerde kennis en investeringen, door een beter begrip van de verwachtingen van gebruikers en door geleidelijke aanpassing van de sociaal-economische omgeving aan een bepaald type technologie in termen van infrastructuur, beschikbare deskundigheid, sociale normen, regelgeving en levensstijl. Daarnaast zijn er voor de bestaande technologieën al kosten gedaan (sunk costs). Radicale innovaties impliceren vaak nieuwe producten, materialen en productieprocessen, nieuwe werkprocedures, nieuwe kennis en vaardigheden van werknemers, nieuwe leveranciers, enz. In dergelijke omstandigheden kan de introductie van radicale innovaties 'verwoestend' zijn, omdat zij gepaard gaan met de vervanging of zelfs vernietiging van grote delen van het bestaande productiesysteem.

*Institutionele en culturele factoren* versterken gewoonlijk deze technisch-economische belemmeringen nog. Het betreft o.a. gewoontevorming, levensstijlen, consumentenvoorkeuren, onderwijs- en opleidingsbeleid, aanbod van infrastructuren, regelgeving enz. die de weerstand tegen verandering vergroten en waardoor gevestigde belangen lange tijd de bovenhand halen. Er zijn dus heel wat factoren die de ontwikkeling en invoering van radicale innovaties belemmeren en ervoor zorgen dat de technologische ontwikkeling vaak binnen het bestaande technologisch regime blijft (Kader 3).

### Kader 3: Voorbeeld verbrandingsmotor (Kemp, 1997)

De hedendaagse dominantie van de verbrandingsmotor in motorvoertuigen is te wijten aan cumulatieve verbeteringen die in de loop der jaren zijn aangebracht, zoals verbeteringen in het ontwerp van de motoren (wat heeft geleid tot belangrijke verbeteringen in snelheid, brandstofverbruik, betrouwbaarheid, bereik, ...), kostendalingen door de grootschalige productie en 'learning by doing', vooruitgang in materiaaltechnologie, enz. Technische verbeteringen gingen gepaard met organisatorische en institutionele veranderingen: organisatorische aanpassingen die een efficiëntere productie mogelijk maakten; lage brandstofprijzen door schaalvoordelen en technologische vooruitgang bij de petroleumproductie; het hele netwerk dat werd opgebouwd rond de verbrandingsmotor (tankstations, wegen, pechdiensten, garages, mechaniciens, ...), enz. Het gevolg hiervan is dat onze maatschappij a.h.w. gevangen zit in dit technologisch regime. Alternatieven zoals elektrische voertuigen of brandstofcellen hebben slechts kans indien vanuit een bepaalde marktniche (bv. personenvervoer in steden) ervaring kan worden opgedaan, een infrastructuur kan worden uitgebouwd (bv. oplaadpunten voor de batterijen) en aan oplossing van problemen kan worden gewerkt (bv. vermogen batterijen, prijs-kwaliteit, ...), waardoor de technologie zich verder kan ontwikkelen en ook nieuwe toepassingen ontstaan (bv. betere batterijen voor de opslag van zonne-energie). In dezelfde zin hebben mensen en ontwerpers een vrij vast beeld van hoe een auto er moet uitzien en welke materialen moeten worden gebruikt. Ook deze materialen hebben geprofiteerd van cumulatieve technologische verbeteringen en kostendalingen. Omschakeling naar andere materialen (bv. van metaal naar kunststoffen) is hierdoor moeilijk, en vergt bovendien andere kennis bij ontwerpers en herstellende leveranciers, enz. waardoor radicale veranderingen weinig kans maken.

Niettemin vinden op sommige momenten toch radicale innovaties plaats, en zien we dat een bepaald technologisch paradigma terrein verliest en geleidelijk vervangen wordt door een nieuw. Kemp (1997) ziet drie groepen factoren die de introductie van een nieuw technologisch paradigma kunnen veroorzaken: nieuwe wetenschappelijke inzichten, dringende technologische behoeften, en sommige ondernemingsactiviteiten samen met institutionele steun. Deze elementen zijn echter niet voldoende. Bovendien is het op het moment dat één of meer van deze factoren zich manifesteren, vaak helemaal niet duidelijk welke richting de technologische ontwikkeling zal uitgaan omdat er altijd verschillende technische mogelijkheden zijn die uitgewerkt en gesteund worden door andere partijen, met verschillende kosten, prestaties, mogelijkheden en onzekerheden. In die zin is het ook goed mogelijk dat in een samenleving uiteindelijk een minder goede technologie de bovenhand haalt op een technisch superieure technologie, in het bijzonder wanneer samen met de groei van het aantal gebruikers de aantrekkelijkheid toeneemt (zgn. netwerkexternaliteiten). De keuze voor het inslaan van een bepaald technologisch traject hangt daarom ook samen met het groeiend belang en geloof in de voortzetting ervan. De reden dat een radicale innovatie uiteindelijk een gevestigde en goed ontwikkelde technologie vervangt, hangt volgens Kemp (2000) samen met de aanwezigheid van marktniches in een vroeg stadium, met kennis en technieken die al beschikbaar zijn, en met verwachtingen en veranderingen in de technologie en in de sociaal-economische context. Vooral het belang van een marktniche wordt door Kemp benadrukt. Het betreft de aanwezigheid van een gespecialiseerde, beschermde markt waarin de technologie zich verder kan ontwikkelen en van waaruit nieuwe toepassingen ontstaan (zie voorbeeld in Kader 3). In die zin is de term 'radicaal' wellicht wat misleidend, omdat op het moment dat in het verleden een radicale innovatie is ontstaan, men zich meestal niet bewust was van het feit dat het (nadien) tot een radicale innovatie zou uitgroeien. In elk oud paradigma liggen al de wortels van een nieuw.

#### 2.2.3 Het belang van radicale technologische innovaties

Radical innovaties zijn ondanks hun 'creatieve destructie' belangrijk, zowel voor de economische ontwikkeling als voor het milieu en in het bijzonder voor de verzoening van beide.

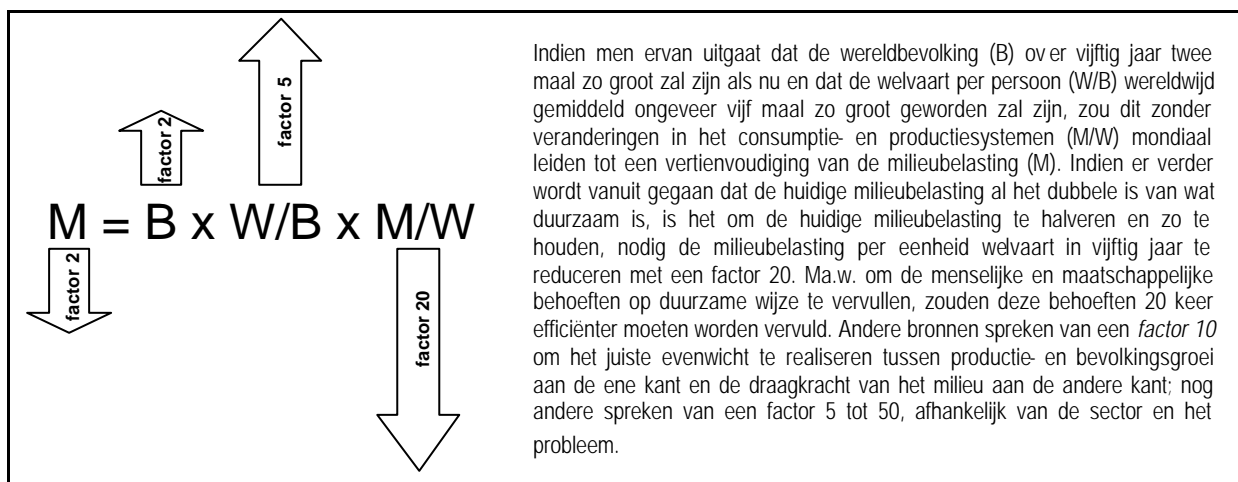
Vanuit *sociaal-economisch perspectief* wordt het belang van radicale innovaties vaak onderstreept. Al in de jaren '20 van de vorige eeuw constateerde de Russische econoom en statisticus Kondratieff dat zich naast de conjunctuurcycli met een lengte van een jaar of tien ook nog een lange golf voordeed met een cyclustijd van 50 jaar. Freeman (1982) koppelde de Kondratieff-golven aan technologische doorbraken, een set van radicale innovaties die geclusterd is in de tijd. Concreet leidt een bundel radicale innovaties tot een volgehouden verhoging van de economische groei, van zodra zij worden opgepikt en opgevolgd door incrementele innovaties.



Ook de nieuwe groeitheorieën beklemtonen dat het proces van economische groei samenhangt met structurele veranderingen in de economie: het zijn *radicale innovaties* die nieuwe mogelijkheden openen voor lange termijn veranderingen in de groeivoet van de economie. Radicale innovaties zullen vaak leiden tot nieuwe industrieën en activiteiten en bestaande bedrijven drastisch verjongen, terwijl incrementele innovaties nadien de drijvende kracht zijn achter de groei van deze nieuwe sectoren. Verschillen in technologische competentie tussen landen, zowel op het vlak van het voortbrengen van 'echte' technologische innovaties als van het snel oppakken en verspreiden ervan (diffusie), worden volgens de nieuwe groeitheorieën dan ook meer en meer belangrijk in het verklaren van groeiverschillen tussen landen.

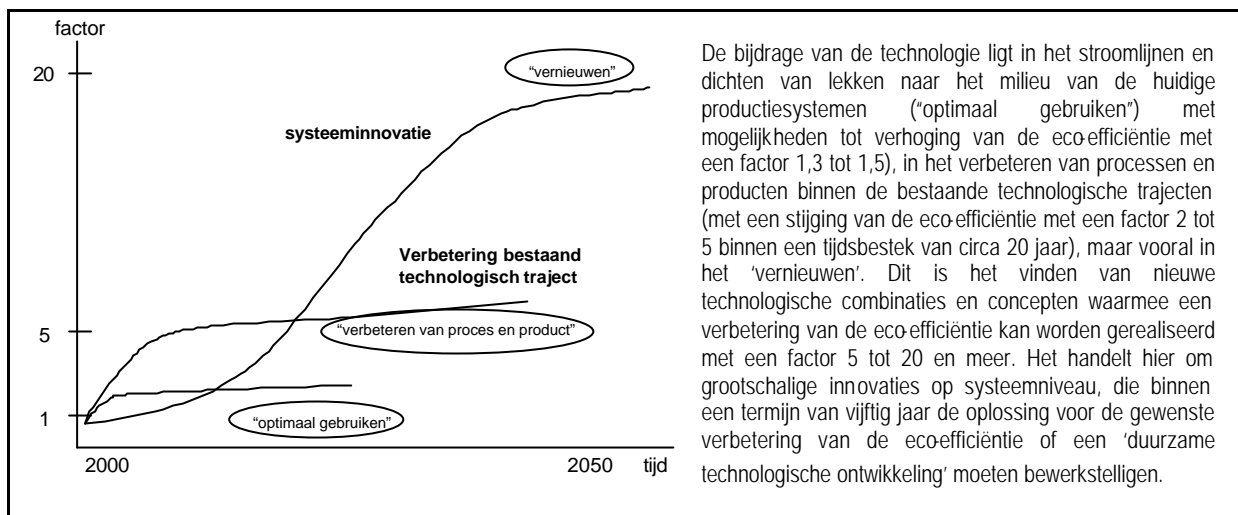
Vanuit *milieuperspectief* zijn radicale innovaties ook cruciaal. Duurzame ontwikkeling is immers meer dan het scheiden van afval en af en toe de fiets nemen in plaats van de auto. Hoe nodig ook, de milieuwinst die daardoor wordt geboekt is beperkt, voor zover deze al niet wordt ingehaald door volumegroei. Om echt resultaten te boeken zijn meer fundamentele vernieuwingen nodig, d.w.z. *radicale innovaties op systeemniveau*. Dit kan opnieuw worden geïllustreerd met de al gebruikte formule van Commoner (Figuur 5). Anders dan in 1971 ligt de nadruk nu echter op technologie als middel om de efficiëntie in onze omgang met sleutelvoorraden te verhogen en daarmee de milieubelasting te verminderen, terwijl de groei van de wereldbevolking en van de welvaart min of meer als gegeven wordt geaccepteerd. De vergelijking van Commoner vormt ook de basis voor het factordenken. Concreet kan hier worden verwezen naar de 'Factor 4'-metafoor<sup>1</sup>. Factor 4 staat dan voor een verdubbeling van de welvaart binnen één generatie bij een gelijktijdige halvering van de milieubelasting. Op de langere termijn wordt gesproken van Factor 10, Factor 20 of nog meer. Het precieze getal is hier niet belangrijk. Waar het om gaat is dat dergelijke eco-efficiëntieverhoging enorm is en tegen het huidige tempo niet zal worden bereikt. Een eco-efficiëntieverhoging met een factor 10 of 20 kan niet louter tot stand gebracht worden door stapsgewijze aanpassingen van de bestaande wijzen van denken en handelen. Er zijn verstrekkende innovaties en veel radicalere milieuverbeteringen nodig dan tot nog toe doorgevoerd (Figuur 6). De stappen moeten sprongen worden. Dit vereist een *'industriële transformatie'*, een omvormingsproces vergelijkbaar met de Industriële Revolutie.

Figuur 5: Illustratie van het factordenken (Coenen, 2000)



Indien men ervan uitgaat dat de wereldbevolking (B) over vijftig jaar twee maal zo groot zal zijn als nu en dat de welvaart per persoon (W/B) wereldwijd gemiddeld ongeveer vijf maal zo groot geworden zal zijn, zou dit zonder veranderingen in het consumptie- en productiesystemen (M/W) mondiaal leiden tot een vertienvoudiging van de milieubelasting (M). Indien er verder wordt vanuit gegaan dat de huidige milieubelasting al het dubbele is van wat duurzaam is, is het om de huidige milieubelasting te halveren en zo te houden, nodig de milieubelasting per eenheid welvaart in vijftig jaar te reduceren met een factor 20. Ma.w. om de menselijke en maatschappelijke behoeften op duurzame wijze te vervullen, zouden deze behoeften 20 keer efficiënter moeten worden vervuld. Andere bronnen spreken van een *factor 10* om het juiste evenwicht te realiseren tussen productie- en bevolkingsgroei aan de ene kant en de draagkracht van het milieu aan de andere kant; nog andere spreken van een factor 5 tot 50, afhankelijk van de sector en het probleem.

Figuur 6: Bijdrage van de technologie aan het verhogen van de eco-efficiëntie (Janssen, 1994).



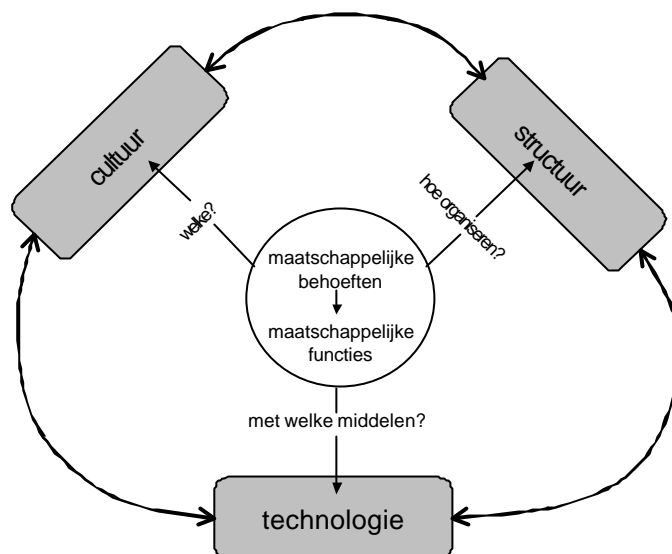
## 2.2.4 Implicaties voor de reikwijdte van technologische innovaties

Het tot stand brengen van eco-efficiëntieverhogingen in de orde van grootte van een factor 10 of meer vormt een enorme uitdaging, die radicale technologische innovaties op systeemniveau vereist. De industriële sector kan daarin een belangrijke bijdrage leveren, maar is zeker niet de enige. De vereiste veranderingsprocessen zijn immers dusdanig ingrijpend en complex van aard, dat deze de reikwijdte en competentie van een individuele onderneming ver te boven gaan. Daarom zullen deze veranderingsprocessen alleen op gang komen met actieve steun van alle partijen die de gevolgen ervan zullen ondervinden. Het is dus niet mogelijk om de verantwoordelijkheid voor het realiseren van factor 10-veranderingen geheel bij het bedrijfsleven te leggen. Het vergt een collectieve aanpak, waarbij diverse partijen samenwerken.

Bovendien is technologieontwikkeling alleen niet voldoende. Dergelijke houding zou getuigen van een achterhaalde, technocratische kijk op de maatschappij. Naast nieuwe technologie zijn er ook institutionele, ruimtelijke en structurele veranderingen nodig. Enerzijds worden die veranderingen geïnspireerd door de beschikbaarheid van nieuwe technieken. Als we kijken naar de grote maatschappelijke transitie van het verleden, zijn die voor een groot deel in gang gezet door de ontwikkeling van nieuwe technologie<sup>12</sup>. Het zijn vaak technologische innovaties die maatschappelijke trendbreuken inleiden en uiteindelijk uitmonden in maatschappelijke transitie. Anderzijds zijn ook sociale en economische prikkels nodig om die veranderingen te bewerkstelligen. Het gecombineerd inzetten van technologische en maatschappelijke initiatieven is dus nodig. In dat opzicht is niet alleen een industriële, maar ook een maatschappelijke transformatie vereist.

Deze samenhang tussen technologie en maatschappij kunnen we uitbeelden als een driehoek met als elementen cultuur, structuur en technologie (Figuur 7). De snelheid van een maatschappelijke transformatie wordt dan bepaald door het samenspel van veranderingen van deze drie factoren. Technologische veranderingen kunnen relatief snel gaan, maar de *technologie* komt er alleen snel genoeg als er ook adequate prikkels zijn. De *structuur* (spelregels en rollen van overheid en marktpartijen) zal daartoe moeten worden aangepast. Dit vereist wijzigingen in het overheidsbeleid en de wet- en regelgeving en veranderingen in de besluitvorming, de strategieën en het beleid in bedrijven en andere actoren, enz.. De mate waarin deze veranderingen plaatsvinden, is uiteindelijk afhankelijk van '*cultuur*', d.w.z. van menselijke aspecten en sociale behoeften (motivatie, waarden en normen, preferenties en gedrag). Culturele factoren bepalen immers aan welke producten en diensten de samenleving behoefte heeft en welke technologische oplossingen de consument daarvoor accepteert.

Figuur 7: Wisselwerking tussen cultuur, structuur en technologie (Janssen, 1994)



### 2.3 Besluit

Technologische innovatie is zeker niet de enige manier om milieuproblemen aan te pakken, noch is technologie altijd voldoende. Het is echter wel duidelijk dat technologische innovatie essentieel is als men economie en milieu wil verzoenen.

Maar stapsgewijze verbeteringen van de bestaande technologieën zullen niet volstaan om een goed evenwicht te realiseren tussen productie- en bevolkingsgroei aan de ene kant en de draagkracht van het milieu aan de andere kant. Daartoe zijn meer verstrekkende technologische innovaties nodig dan tot nog toe doorgevoerd. De opgave bestaat er dan ook in om 'radicale' technologische veranderingen te ontwikkelen. Deze vereisen innovaties op systeemniveau, wat vaak de grenzen van individuele bedrijven en organisaties overstijgt. Technologie staat bovendien niet op zich, maar is ingebed in een maatschappelijk structuur en cultuur. Om echt resultaten te boeken zijn dus bredere vernieuwingen nodig: *transities* die zich niet beperken tot de ontwikkeling van nieuwe technologie maar die samengaan met bredere maatschappelijke veranderingen. Naast 'technologie' is dus 'politiek' vereist.

Omgekeerd worden ingrijpende maatschappelijke veranderingen gemakkelijker en sneller realiseerbaar als zij worden ondersteund door nieuwe technologische ontwikkelingen die de beschikbare gedragsopties verruimen. Technologie kan dus een hefboom zijn voor een maatschappelijk veranderingsproces in de richting van een meer duurzame samenleving. Naast 'politiek' is dus ook 'technologie' vereist.

Gedragverandering (via 'politiek') en radicale innovaties (via 'technologie') beïnvloeden en ondersteunen elkaar dus wederzijds. Zij zijn als de benen van een schaar die slechts door samenwerking onze hedendaagse samenleving kunnen verknippen en omvormen tot een duurzame maatschappij<sup>13</sup>. Bevordering van een milieugerichte technologische innovatie moet dan ook een centraal onderdeel van het milieubeleid en innovatiebeleid zijn.

Hiervan vertrekking, staan we in de beide volgende delen stil bij de vraag of dit inderdaad het geval is: moedigt het huidige milieu- en innovatiebeleid radicale technologische innovaties aan? En wat kan er anders en beter?



### **3. SITUATIE VAN DE PARTIJEN: INNOVATIE EN MILIEUBELEID, MILIEU EN INNOVATIEBELEID**

In het vorige deel hebben we geconcludeerd dat de bevordering van een milieugerichte technologische innovatie een centraal onderdeel moet zijn van zowel het milieubeleid als het innovatiebeleid. In dit deel gaan we na in hoeverre dit vandaag het geval is. Eerst bespreken we de situatie in het milieubeleid, daarna in het innovatiebeleid.

#### **3.1 Welke impact heeft het milieubeleid op de technologische innovatie?**

De impact van het milieubeleid op de technologische innovatie benaderen we vanuit twee invalshoeken. Een eerste betreft de vraag of het milieubeleid vandaag – in de manier waarop het wordt gevoerd, in de manier van probleemformulering, enz. - de stimulering van een milieugerichte technologische innovatie tot *doel* heeft. Een tweede invalshoek betreft, onafhankelijk van het antwoord op de eerste vraag, het *effect* van het milieubeleid op de technologische innovatie.

##### **3.1.1 Technologie in het milieuanalysekader**

Sterk geschematiseerd kunnen we de gang van zaken in het milieubeleid tot voor kort als volgt schetsen. Wetenschappers constateren dat een bepaalde stof een milieuprobleem veroorzaakt<sup>14</sup>. Schattingen over de ernst en omvang van schade en effecten leiden tot een bepaalde milieukwaliteitsnorm voor die stof, die vaak ook voor een deel bepaald wordt door de stand van de techniek van het moment. Via in de tijd verschuivende milieukwaliteitsnormen en emissiedoelstellingen wordt vervolgens geprobeerd om de schade en effecten te verminderen. Dit gebeurt traditioneel via het opleggen van normen en voorschriften aan emissiebronnen en het nemen van technische maatregelen gericht op de effecten van de milieuverstoring. Ook het opleggen van emissienormen gebeurt mee op basis van de stand van de techniek.

Intussen ligt de klemtoon stilaan meer op gedragsverandering via internalisering van milieukosten in de prijzen en verinnerlijking van milieuoverwegingen in het gedrag, maar tot op zekere hoogte is dit nog altijd de manier waarop vandaag veel milieuwetgeving tot stand komt.

Het is duidelijk dat de aandacht voor de rol van technologische innovatie zeer beperkt is in de geschetste werkwijze<sup>15</sup>. Technologische innovatie is een '*black box*', iets dat buiten het milieubeleid al dan niet tot stand komt. Er gebeuren in het milieubeleid dan ook weinig inspanningen om milieugerichte technologische innovaties te stimuleren. De beperkte aandacht in het milieubeleid voor technologie is bovendien *reductionistisch*. Het gaat vooral om het verspreiden van bestaande, best beschikbare technieken; m.a.w. om diffusie, niet om innovatie. Het gevolg is een vanuit technologisch oogpunt vrij *statische* manier van milieubeleidsvoering. Uitgaande van de bestaande (en hooguit in de zeer nabije toekomst te verwachten) technieken, is het milieubeleid vooral gericht op het vastleggen, verdelen en handhaven van de grenzen die vanuit milieu worden opgelegd aan maatschappelijke activiteiten. De hoofdvraag in het milieubeleid van vandaag is hoe we deze grenzen bepalen en best vertalen in beleidsinstrumenten en maatregelen.

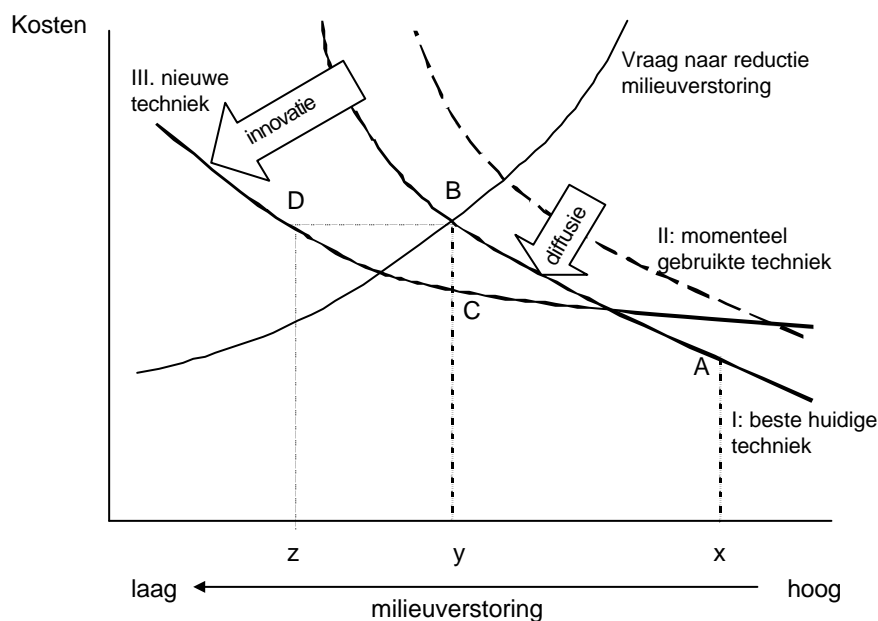
O.a. Ashford (1994) stelt dat aan deze hoofdvraag veel tijd en energie wordt besteed, maar dat vanuit het perspectief van een dynamische technologische omgeving een andere soort vraagstelling zich opdringt, namelijk: hoe kunnen we best radicale innovaties realiseren in de huidige milieubelastende productie- en

consumptieprocessen? Bovendien riskeert de stiefmoederlijke behandeling van technologische innovatie te leiden tot verkeerde afwegingen en foute beslissingen omtrent de keuze van doelstellingen, tijdspaden, instrumenten enz. We gaan hierna wat dieper in op deze beide kritieken.

### De vraagstelling in het milieubeleid

Ten eerste, wat de vraagstelling in het milieubeleid betreft, wordt de traditionele visie getoond in Figuur 8. Zij geeft voor een hypothetische situatie de vraag (baten) en kosten weer van emissiebestrijding. Het evenwichtspunt waarop het milieubeleid zich richt ligt in het snijpunt van beide curven (punt B, y) waar de kosten van emissiereductie gelijk zijn aan de baten ervan<sup>16</sup>. De kostencurve (lijn I) bevat alle momenteel beste bestrijdingstechnieken. Hierbij gaat men uit van economisch rationele agenten en een perfect geïnformeerde markt, waardoor deze kostencurve een soort theoretische efficiëntiegrens aangeeft. Maar in de praktijk worden deze technieken niet noodzakelijk allemaal volledig toegepast. Dit heeft voor gevolg dat in realiteit de kosten voor emissiereducties hoger liggen dan verondersteld (lijn II). Het komt er beleidsmatig dan ook op aan om de werkelijke bestrijdingskostencurve te laten verschuiven in de richting van de efficiëntiegrens. Dit betekent dat aan *diffusie* van bestaande technieken een groter belang moet worden gehecht dan traditioneel gebeurt. Maar de kern van het betoog ligt elders, nl. bij *innovatie*. Innovaties kunnen de bestrijdingskosten van bestaande technieken verder verlagen of leiden tot geheel nieuwe technologieën die een drastische verlaging van de kosten meebrengen (lijn III). Hierdoor zijn hogere emissiereducties haalbaar tegen dezelfde kosten (z; punt D) of kunnen de kosten verlagen om eenzelfde emissiereductie als voorheen te realiseren (y; punt C). Dit benadrukt het grote belang van technologische innovaties voor de haalbaarheid van verregaande emissiereducties. Daarom stellen Ashford en anderen zich de vraag of de klemtoon in het milieubeleid niet dient te verschuiven van het zo goed mogelijk bepalen van doelstellingen (y; punt B) en het inzetten van milieubeleidsinstrumenten om deze doelstellingen binnen een vooropgestelde tijdshorizon te halen (van x naar y), naar het stimuleren van fundamentele technologische innovaties.

Figuur 8: Belang van innovatie en diffusie voor het milieubeleid (op basis van Ashford, 2000)



### De economische beleidsmodellen in het milieubeleid

Ten tweede, wat het risico op verkeerde afwegingen en foute beslissingen betreft, stellen Grubb e.a. (2002) dat de meeste berekeningen en modellen waarop beleidsmakers zich baseren technologische innovatie

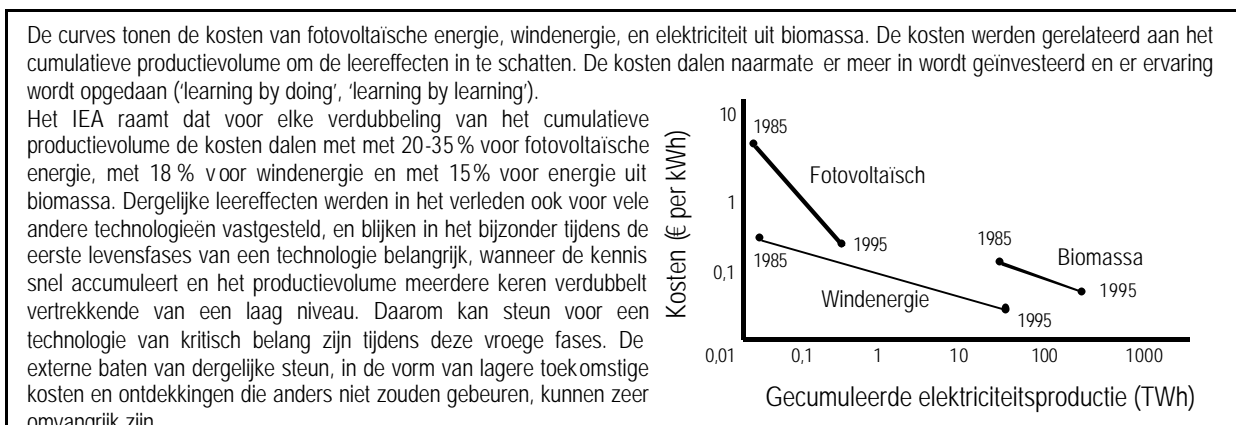
stiefmoederlijk behandelen. Technisch-economische modellen optimaliseren de keuze tussen verschillende technieken, maar er is geen modellering van een proces van technologische ontwikkeling, enkel van toepassing van bestaande technieken. Macro-economische modellen veronderstellen doorgaans wel een autonome verbetering van de milieu- en/of energie-efficiëntie, maar deze is exogeen. Dit wil zeggen dat technologische verandering wordt voorgesteld via een afzonderlijke parameter die weergeeft hoe de kosten van verschillende soorten technieken verminderen in de tijd.

Deze wijze van modelleren geeft echter geen goede benadering van de totstandkoming en de effecten van technologische innovatie in de realiteit. De praktijk leert dat, eens men investeert in een nieuwe technologie, er een dynamisch innovatieproces volgt dat vaak de kosten verlaagt en nieuwe technologische mogelijkheden opent. Introductie van deze 'geïnduceerde' technologische verandering in modellen kan de uitkomsten en beleidsaanbevelingen ingrijpend wijzigen (Tabel 2). Deze modellen suggereren bijvoorbeeld dat economische verrassingen niet uitgesloten zijn, omdat door leereffecten de kosten van – bijvoorbeeld – substitutie van fossiele door hernieuwbare energiebronnen, op lange termijn wel eens significant lager kunnen zijn dan gewoonlijk wordt aangenomen (Figuur 9). Een ander voorbeeld is dat modellen met exogene technologische efficiëntieverbetering typisch resulteren in de aanbeveling om te wachten met investeren tot een nieuwe technologie voldoende verbeterd en goedkoop is om concurrentieel te zijn, terwijl berekeningen op basis van geïnduceerde technologische ontwikkeling meestal de waarde van vroegtijdige investeringen beklemtonen omdat het juist deze investeringen zelf zijn die aanleiding geven tot technologische verbeteringen en kostenverlagingen. Introductie van 'geïnduceerde' technologische verandering in modellen vergroot daarnaast de onzekerheden over mogelijke toekomstscenario's. Omdat de technologische ontwikkeling verschillende kanten kan uitgaan, wordt het moeilijk of onmogelijk om een economisch 'optimaal' beleid te bepalen. Er zijn immers vele 'laagste kosten' uitkomsten mogelijk. Grubb e.a. (2002) stellen dat gezien het voorgaande de traditionele beleidsvoorschriften die afgeleid worden uit klassieke modellen aan een herdenking toe zijn. Het stimuleren van technologische innovatie moet een essentieel onderdeel van het milieubeleid worden. Het belang daarvan ligt in het creëren van opties die er anders niet of pas veel later zouden komen, en in het verlagen van de kosten van het beleid.

Tabel 2: Verschillen tussen economische modellen met autonome en geïnduceerde technologische verandering (Grubb e.a., 2002).

	<i>Autonome technologische verandering</i>	<i>Geïnduceerde technologische verandering</i>
Verklaring voor technologische verandering	Technologische verandering hangt vooral af van een autonome trend en van overheidsonderzoek en –ontwikkeling.	Technologische verandering hangt vooral af van private investeringen (onderzoek en ontwikkeling, en 'learning by doing') als gevolg van reacties op marktprikkels
<i>Gevolgen voor modellering</i>		
Modelterm	Exogeen	Endogeen
Typische hoofdparameter van technologische verandering	AEEI (autonome energie efficiëntie verbetering) / geschatte kosten	Leercurve / ontwikkelingsratio
Wiskundige implicaties	Meestal lineair	Niet-lineair, complex
Implicaties voor optimalisering	Eenduidig optimum, berekenbaar met standaardtechnieken	Mogelijk meervoudige evenwichten, wellicht slechts berekenbaar met complexe technieken
<i>Economische en beleidsimplicaties</i>		
Gevolgen voor lange-termijn en omvangrijke milieuproblemen (bv. klimaatverandering)	Vermindering van emissies of concentraties wellicht zeer duur	Vermindering van emissies of concentraties kan vrij goedkoop zijn
Beleidsinstrumenten en kostenverdeling	Beste instrument is milieuheffing of emissiehandel + overheidsonderzoek en –ontwikkeling	Beste instrument bestaat wellicht uit combinatie van instrumenten, gericht op het heroriënteren van de private technologische innovatie.
Timing van het beleid	Uitstellen van emissiebeperkingen om te profiteren van dalende kosten in de toekomst	Versnellen van emissiebeperkingen om dalende kosten in de toekomst uit te lokken
'First mover' gedrag	Brengt kosten met zich mee zonder veel baten	Brengt kosten met zich mee met mogelijk grote baten

Figuur 9: Leercurves: het voorbeeld van hernieuwbare energietechnologieën (op basis van IEA, 2000).



### Conclusie

Uit het voorgaande besluiten we dat het milieubeleid technologische innovatie niet bewust nastreeft. Het valt meestal buiten het gezichtsveld van het traditionele analysekader dat voor milieubeleid wordt gebruikt. Het zou echter kunnen dat het milieubeleid onbewust technologische innovatie wél stimuleert. Dit bekijken we in de volgende paragraaf.

### 3.1.2 Impact van milieubeleidsinstrumenten op technologische innovatie

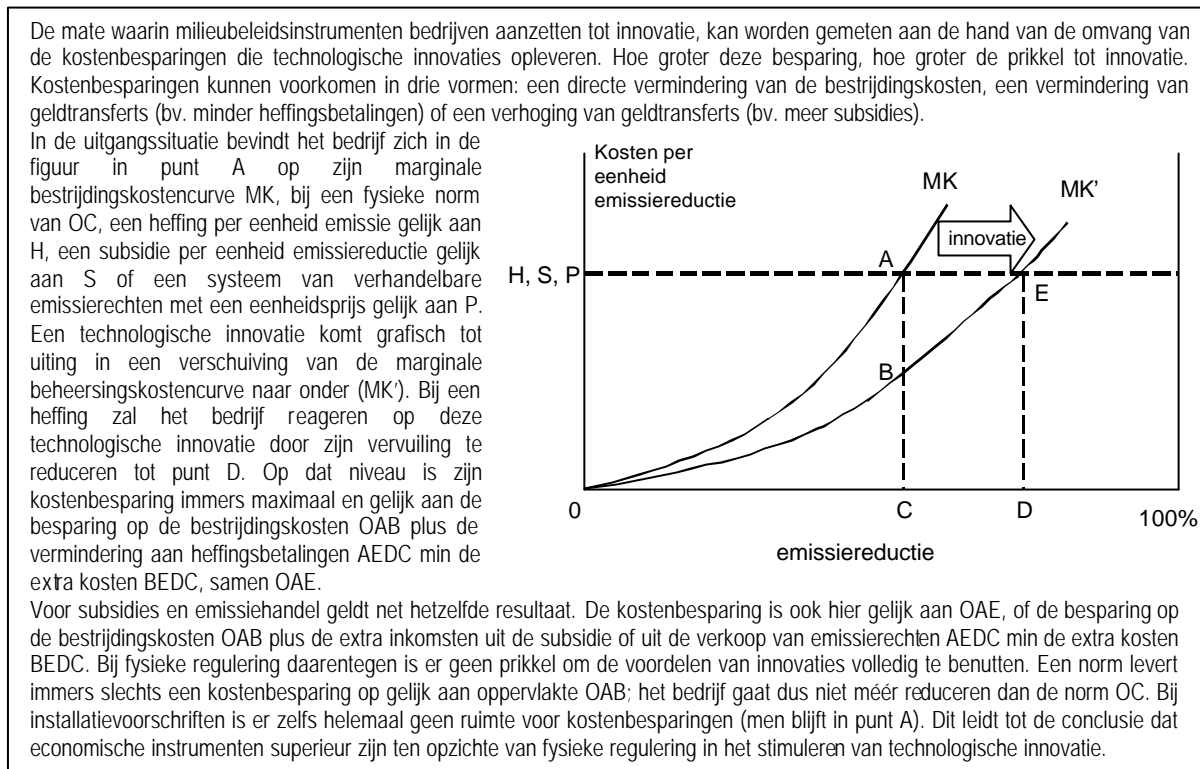
De literatuur over de impact van milieubeleidsinstrumenten op de technologische innovatie kan worden ingedeeld in theoretische en empirische analyses. We bespreken de uitkomsten van beide soorten onderzoek.

#### Resultaten van theoretische analyses

Theoretische analyses evalueren de innovatie-effecten van milieubeleidsinstrumenten aan de hand van het criterium 'dynamische efficiëntie': in hoeverre zet een instrument aan tot O&O, en tot een snelle aanwending van de resultaten daarvan. Volgens deze theoretische analyses stimuleren economische instrumenten, zoals heffingen per eenheid emissie, subsidies per eenheid emissiereductie en verhandelbare emissierechten, technologische innovatie méér dan fysieke regulering, zoals normen en verplichtingen. De reden is dat economische instrumenten bedrijven ertoe aanzetten om steeds bijkomende emissiereducties te realiseren. Hierdoor zijn extra kostenbesparingen mogelijk, door verlaagde heffingsbetalingen, extra subsidiegelden of verkoop van emissierechten. Economische instrumenten vormen dus een permanente stimulans om zowel nieuwe en betere technieken te ontwikkelen (innovatie) als het vervuilingsniveau terug te dringen van zodra nieuwe en betere technieken beschikbaar zijn (dynamisch efficiënt) (Figuur 10). Zij geven bovendien meer flexibiliteit dan sommige vormen van fysieke regulering bij de keuze van technologieën ('hoe' flexibiliteit) en van het tijdstip waarop innovaties worden doorgevoerd ('wanneer' flexibiliteit).



Figuur 10: Economische instrumenten: qua innovatie superieur t.o.v. fysieke regulering (naar Dowing en White, 1986)



Verfijningen van deze uitkomst leiden tot het resultaat dat emissieheffingen qua innovatie superieur zijn t.o.v. de andere instrumenten. Verhandelbare emissierechten vertalen technologische innovaties ook in een financieel voordeel door verkoop van overtollig geworden emissierechten, maar indien de innovatie niet beperkt is tot één bedrijf en dus de bestrijdingskosten voor de hele industrie verlagen, daalt ook de marktprijs voor emissierechten waardoor de stimulans voor innovatie lager ligt dan bij een heffing. Ook bij een subsidie per eenheid emissiereductie is de stimulans lager dan bij een heffing, omdat de reductiekosten niet worden gedragen door de vervuilers zelf. Hierdoor is er bijvoorbeeld geen volwaardige substitutie door meer milieuvriendelijke producten. Investeringssubsidies hebben volgens de theorie het nadeel, behalve bij een 100 % subsidiëring van de extra kosten, dat ze enkel de winstgevendheid verhogen zonder de investeringsbeslissing zelf te beïnvloeden: men zal slechts van de subsidie gebruik maken nadat op grond van andere overwegingen al tot de investering was besloten (zgn. meeneemeffect).

De hypothesen en theoretische modellen waarop deze bevindingen berusten, zijn evenwel voorwerp van kritiek geweest. We overlopen kort de belangrijkste tekortkomingen en de bijkomende inzichten die deze kritiek heeft opgeleverd.

- Een eerste element is dat meestal wordt verondersteld dat het vervuilende bedrijf zelf innoveert. Er wordt geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat innovaties door technologieleveranciers gebeuren, noch met de mogelijkheid om de ontwikkelde technologie te verkopen aan andere bedrijven. Deze mogelijkheden kunnen mee de relatieve voorkeur voor onderzoek naar en verspreiding van end-of-pipetechnieken verklaren: zij zijn immers sneller op ruime schaal commercialiseerbaar.
- Een tweede element is dat de keuze van instrumenten niet alleen een invloed heeft op de omvang van de innovatie, maar ook op de aard ervan. In die zin belemmeren bepaalde instrumenten zelfs de technologische innovatie. Het bekendste voorbeeld zijn installatie- en middelvoorschriften waarbij een specifieke technologie wordt verplicht: zij bevorderen de diffusie van bestaande *end-of-pipetechnieken*. Ook normen gebaseerd op

de best beschikbare technieken zijn vaak gericht op beschikbare, relatief goed gekende technieken en zouden op die manier de keuze van end-of-pipetechnieken bevoordelen. Een ander voorbeeld zijn investeringssubsidies. Ook daarvan wordt vaak gesteld dat zij een nefaste invloed hebben op innovatie omdat zij enerzijds zgn. end-of-pipe technieken bevoordelen - procesgeïntegreerde technologieën komen doorgaans minder voor subsidiëring in aanmerking omdat ze vaak minder goed herkenbaar zijn – en anderzijds vooral kapitaalintensieve methodes en investeringen met een lange levensduur bevoordelen.

- Een derde element is dat weinig rekening wordt gehouden met de manier waarop de instrumenten concreet worden ingezet. Nochtans bepalen de modaliteiten de prestaties in de praktijk. Verschillende auteurs zijn zelfs van mening dat de prestatie van een beleidsinstrument meer afhangt van de modaliteiten dan van de technische kenmerken van een instrument. Belangrijker dan een voorkeur voor één of ander instrument, is dan ervoor te zorgen dat welk instrument ook wordt gekozen, de modaliteiten de volledige set van karakteristieken omvatten die innovatie stimuleren. Deze karakteristieken zijn: strengheid<sup>17</sup>, flexibiliteit, adequaat tijdsplan voor implementatie en zekerheid/voorspelbaarheid<sup>18</sup>. Ook een open beleidsstijl, die doelgroepen meer betreft bij de formulering van het milieubeleid en een netwerk creëert tussen overheid en doelgroepen, is van belang.
- Een vierde element is de dynamische interactie tussen milieubeleid en innovatie. De beslissing om te innoveren hangt mee af van de kenmerken van het milieubeleid, maar het milieubeleid hangt omgekeerd vaak af van de technologie die op een bepaald moment beschikbaar is. De implicatie hiervan is dat bedrijven bepaalde beloftevolle innovaties niet uitvoeren of uitstellen wanneer zij verwachten dat hierdoor de regelgeving zal verstrengen.
- Een vijfde element betreft de hypothese van een rationele, winstmaximaliserende onderneming. Deze beantwoordt niet aan de realiteit. Bedrijven hanteren vaak eenvoudige beslissingsregels (bv. over hoeveel O&O men doet), veeleer dan zij een denkbeeldige winstfunctie optimaliseren. Deze begrensde rationaliteit, die zich uit in vaste routines, vormt één van de verklaringen waarom bedrijven sommige milieu-investeringen niet uitvoeren, hoewel zij kostenbesparend en rendabel zijn. In deze context kunnen milieusubsidies bijvoorbeeld de aandacht vestigen op deze opportuniteiten, waardoor het meeneemeffect soms wordt gecompenseerd.
- Tot slot, en meer algemeen, beïnvloeden ook door andere factoren dan het milieubeleid en de marktprijzen investeringsbeslissingen. Andere factoren zijn de marktvraag (marktomvang, consumentenbehoeften, ...), de technologische context (bv. beschikbare kennis, bescherming van uitvindingen door het patentrecht ed.), de marktstructuur (bv. graad van concurrentie, van samenwerking met leveranciers, ...), en interne bedrijfsfactoren (bv. houding t.o.v. milieu, nemen van risico's, ...). Innovatie is dus een veel complexer proces dan de meeste theoretische modellen veronderstellen. In die zin waarschuwen Jaffe e.a. (2002) ervoor dat heffingen of andere beleidsmaatregelen gericht op het verhogen van de economische stimulans om te investeren in O&O of in de aanwending van nieuwe technologie niet effectief is als er ook andere (meer) belangrijke belemmeringen zijn zoals gebrek aan informatie, hoge onzekerheid, beperkte toegang tot de kapitaalmarkt, principal-agent problemen<sup>19</sup>, enz.

Deze kritiek leidt tot de conclusie dat de invloed van milieubeleidsinstrumenten op technologische innovatie complexer is dan uit de meeste theoretische analyses blijkt. Deze invloed hangt immers niet alleen af van de intrinsieke kenmerken van de instrumenten maar ook – en wellicht meer – van de kenmerken van de concrete situatie (context, beleidsstijl, modaliteiten, andere marktvalingen, ...). Tabel 3 vat deze conclusie samen.

Tabel 3: Determinanten van de invloed van milieubeleidsinstrumenten op de technologische innovatie (Heaton, 1999).

*situatiekenmerken* + *Milieubeleidsinstrumenten* ® *effect op technologie*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieuprobleem</li> <li>• Technologische context</li> <li>• Sectorstructuur</li> <li>• Bedrijfskarakteristieken</li> <li>• Markt- en sociale factoren, prijzen</li> </ul>	<p><i>Soort</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fysieke regulering/normen</li> <li>• Economische instrumenten</li> <li>• Sociale instrumenten</li> </ul>	<p><i>Modaliteiten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termijnen</li> <li>• Strengheid</li> <li>• Flexibiliteit</li> <li>• Kosten</li> <li>• Zekerheid / voorspelbaarheid</li> </ul>	<p><i>Graad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen effect</li> <li>• Diffusie van technieken</li> <li>• Incrementele innovatie</li> <li>• Radicale innovatie</li> <li>• Continue innovatie</li> </ul>	<p><i>Bron</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gereguleerde sector/bedrijf</li> <li>• Nieuwe toetreders</li> <li>• Milieu-industrie</li> <li>• Andere</li> </ul>

### Resultaten van empirische analyses: welke invloed in de praktijk?

Er bestaat niet zo veel empirisch onderzoek naar de innovatie-effecten van milieubeleidsinstrumenten<sup>20</sup>. De meeste studies hebben betrekking op de Verenigde Staten, Nederland en Duitsland. Zij leren dat de effecten van milieubeleidsinstrumenten op technologische innovatie gaan van diffusie van bestaande technologieën en incrementele veranderingen in processen en producten tot productsubstitutie en nieuwe productieprocessen. Opvallend is ook dat de ontwikkeling van nieuwe technologieën vaak begint lang voor de reglementering daadwerkelijk van kracht werd. Ook blijkt de milieureglementering zelf meestal af te hangen van de beschikbaarheid van haalbare technologische oplossingen. Verder worden nieuwe technologieën dikwijls ontwikkeld buiten de gereguleerde industrie, door technologieleveranciers en potentiële toetreders, waarbij de meest radicale oplossingen vaak komen van bedrijven zonder gevestigde belangen in de huidige technologische status quo. De milieu-industrie blijkt minder dynamisch op het vlak van technologische innovatie.

Het opvallendste resultaat is echter dat milieubeleidsinstrumenten over het algemeen *niet succesvol* zijn geweest in het stimuleren van technologische innovatie. In de meeste gevallen is sprake van *diffusie* van bestaande technieken, soms van *incrementele innovatie*. Soms belemmeren milieubeleidsinstrumenten zelfs innovatie. Radicale innovaties zijn zeldzaam en kwamen enkel voor wanneer een product op een bepaald moment werd verboden. Dit laatste hangt samen met een andere vaststelling uit empirisch onderzoek dat de strengheid van de regelgeving een belangrijke determinant is van de mate waarin milieubeleidsinstrumenten technologische innovatie stimuleren. Het gaat daarbij niet alleen om het ambitieniveau van de regelgeving, maar ook om de geloofwaardigheid dat het beleid werkelijk uitgevoerd en gehandhaafd wordt zoals gepland. Voor significante innovaties blijkt dit echter niet voldoende. Andere voorwaarden spelen een belangrijke rol, waaronder voldoende flexibiliteit en tijd om innovatieve strategieën uit te werken. In die zin zou er volgens verschillende onderzoekers zelfs een afruil bestaan tussen het bereiken van resultaten op korte termijn en meer radicale innovaties op langere termijn.

#### *Fysieke regulering*

Wat de verschillende soorten beleidsinstrumenten betreft, wordt de slechte reputatie van fysieke regulering bevestigd door het empirisch onderzoek (Tabel 4).

*Installatienormen of middelvoorschriften* vormen duidelijk een belemmering voor de technologische innovatie en kunnen leiden tot hoge kosten, maar komen in de praktijk weinig voor.

*Emissienormen of doelvoorschriften* worden wel veel gebruikt, en bieden in principe meer kansen voor stimulering van innovatie. In de praktijk zijn zij echter vaak impliciet of expliciet gebaseerd op een bestaande technologie, meestal een goed gekende en zichtbare end-of-pipetechniek. Hierdoor vormen zij geen stimulans voor innovatie. Zij leiden enkel tot diffusie naar achterblijvers van technologie die wordt gebruikt door koplopers. Bovendien zijn de termijnen om te voldoen aan nieuwe normen vaak kort, waardoor bedrijven kiezen voor snelle, weinig innovatieve oplossingen die eenvoudig implementeerbaar zijn zonder belangrijke wijzigingen in het productieproces. Hierdoor is ook het aanbod van de milieu-industrie overwegend gebaseerd op end-of-pipetechnieken, die breed en snel toepasbaar zijn. De hypothese dat emissienormen gebaseerd op 'best

beschikbare technieken' wél leiden tot belangrijke innovaties omdat overheden dynamisch reageren op nieuwe technologische ontwikkelingen door de emissienormen aan te passen aan de stand van de techniek, wordt niet bevestigd in de praktijk. Dit proces gaat overigens zeer traag en de uitkomst van de uiteindelijke beleidsafweging die aan het opleggen van nieuwe normen voorafgaat, blijft onzeker. Verder worden er vaak verschillende emissienormen gehanteerd voor nieuwe en bestaande installaties, waarbij nieuwe strengere normen enkel gelden voor nieuwe installaties. Uit onderzoek blijkt dat deze praktijk de levensduur van oude, vervuilende installaties verlengt, en dus innovatie belemmert.

Een alternatief zijn zgn. '*technology forcing standards*' of normen die scherp worden gesteld met de bedoeling om technologische innovatie uit te lokken. De ervaring in de Verenigde Staten met dit type normen leert echter dat dit in de praktijk niet altijd goed werkt. Er bestaat immers een risico op zeer hoge kosten als blijkt dat de technologische ontwikkeling achterblijft op de verlangde evolutie, tenzij de overheid bereid is om de normen toch te versoepelen. Indien men dit laatste vooraf weet of verwacht, verlaagt echter de stimulans voor innovatie.

Een ander alternatief waarmee wél enige beloftevolle resultaten zijn geboekt in de Verenigde Staten, zijn zgn. '*innovation waivers*'. Het gaat om een soort uitstel of verlenging van de termijn waarbinnen een bedrijf (of sector) moet voldoen aan een nieuwe emissiegrenswaarde, zodat het de tijd krijgt om aan innovatieve oplossingen te werken. De toekenning van een 'innovation waiver' is gekoppeld aan een reeks voorwaarden en rapportageverplichtingen die de overheid de garantie moeten bieden dat wel degelijk vooruitgang wordt geboekt. Toch zijn ook zij in het verleden geen onverdeelde succes geweest. Er werd namelijk vrij weinig gebruik van gemaakt als gevolg van de aard van de voorwaarden en de bestuurlijke organisatie van het systeem.

*Productnormen* blijken voornamelijk te leiden tot aanpassingen van bestaande technieken en producten (bv. nieuwe materialen) en ook gebaseerd te zijn op alternatieven die al beschikbaar zijn. Ook hier gaat het om incrementele innovatie en diffusie. Enkel bij een verbod op de productie of het gebruik van een bepaald product werden radicale innovaties vastgesteld, maar ook hier zijn er meestal eerst alternatieven ontwikkeld voorafgaand aan het beleid (diffusie).

*Milieuvergunningen* tot slot worden doorgaans door bedrijven zelf gezien als een belemmering voor technologische innovaties, omwille van vertragingen door proceduretermijnen, administratieve lasten, risico-aversie bij vergunningverleners en handhavers en onzekerheid over de uitkomst van de procedure. Aan de andere kant bieden zij de mogelijkheid aan overheden en derden om informatie te verkrijgen over gebruikte en geplande technieken en de selectie mee te beïnvloeden. De meeste analisten zijn het er echter over eens dat in de praktijk vergunningen de technologische innovatie niet bevorderen en eerder belemmeren.

Tabel 4: Invloed van milieubeleidsinstrumenten op de technologische innovatie in de praktijk (Heaton, 1999).

	Effect op technologie			
	Radicale innovatie	Incrementele innovatie	Continue innovatie	Technologie diffusie
Productnormen	X	XX	X	XXX
Productverboden	XXX	X	XX	XXX
Doelvoorschriften	X	XXX	XX	XX
Middelvoorschriften	X	XX	X	XXX
Vergunningen	X	XX	X	XX
Emissieheffingen	X	XXX	XX	XXX
Producentenverantwoordelijkheid	XXX	XX	XX	X
Informatieverplichtingen	X	XXX	XXX	XX
Convenanten	X	XX	XX	XXX

X = laag; XX = gemiddeld, XXX= hoog

### *Economische instrumenten*

Wat economische instrumenten betreft, worden *prestatiesubsidies* (subsidies per eenheid emissiereductie) in de praktijk nauwelijks toegepast, waardoor de effecten ervan ook niet empirisch werden onderzocht.

*Investeringsubsidies* daarentegen zijn altijd een belangrijk instrument in het milieubeleid geweest om diffusie van technieken aan te moedigen. De effecten ervan zijn ook vrij uitvoerig onderzocht. Talrijke studies kwamen tot dezelfde conclusie, namelijk dat deze subsidies slechts een geringe invloed hadden op de technologische innovatie en diffusie. In veel gevallen kwamen ze neer op een 'windfall profit' voor de betrokken bedrijven of gezinnen, d.w.z. een verhoging van de winstgevendheid resp. het beschikbaar inkomen, zonder wezenlijke impact op de investeringsbeslissing zelf. Bovendien bestaat het gevaar dat investeringen tijdelijk worden uitgesteld totdat subsidies daadwerkelijk verkregen kunnen worden (zgn. aankondigingseffect). De innovatie-effecten van subsidies zijn dus op het eerste gezicht niet zo bemoedigend. Deze conclusie moet evenwel worden genuanceerd. Uit onderzoek blijkt immers dat belemmeringen voor innovaties ook te maken hebben met vaste routines, tekort aan kennis en informatie en onvoldoende liquiditeit voor de financiering van een hoog initieel investeringsbedrag. Dit laatste blijkt bij beslissingen soms belangrijker dan de terugverdiendtijd<sup>21</sup>. In deze context blijken subsidies wél interessant, omdat zij het initiële investeringsbedrag verkleinen en de aandacht vestigen op eerder onbekende of ongebruikte opportuniteiten (zgn. attentie-effect).

Het gewicht dat gezinnen en bedrijven in de praktijk hechten aan de adoptiekosten verklaart ook waarom in de praktijk subsidies soms betere resultaten opleveren dan *heffingen*. Zo werd in de Verenigde Staten bijvoorbeeld vastgesteld dat voor isolatiemaatregelen een daling van het initiële investeringsbedrag drie keer effectiever was dan een overeenkomstige stijging van de energieprijzen, hoewel zij in een standaard financiële analyse eenzelfde effectiviteit opleveren<sup>22</sup>. Het schaarse andere empirisch onderzoek bevestigt de theoretische superioriteit van heffingen (en verhandelbare emissierechten) op het vlak van stimulering van technologische innovatie evenmin. De reden is dat milieuheffingen er in de praktijk door allerlei overwegingen vaak helemaal anders uitzien als door de theorie voorgeschreven: de tarieven zijn te laag om ongewenste sociale en economische effecten te vermijden, de evolutie en modaliteiten zijn onvoorspelbaar door de koppeling met financieringsdoelstellingen, enz. Mede als gevolg hiervan zien bedrijven milieuheffingen vaak louter als een bijkomende belasting, en is de stimulans voor innovatie te zwak en te indirect.

#### *Andere instrumenten*

De ervaring met een aantal nieuwere instrumenten is nog beperkt, maar voorlopige analyses wijzen toch al een richting aan.

Demonstratieprojecten en *informatiecampagnes* (zie voorbeelden Tabel 5) worden vrij veel gebruikt. Zij kunnen informatie- en kennislacunes over nieuwe technieken opvullen, maar leiden enkel tot *diffusie* van beschikbare technieken. *Milieuzorgsystemen* en *milieuaudits* zijn nuttig omdat niet alleen de hoeveelheid informatie belangrijk is, maar ook de mate waarin bedrijven in staat zijn deze informatie te duiden en te verwerken. Deze instrumenten hebben bovendien vaak een gunstige invloed op het besluitvormingsproces binnen bedrijven. Zij hebben, samen met rapporteringsverplichtingen, ook het voordeel dat zij in tegenstelling tot veel regulering de milieu-impact van bedrijven integraal bekijken, hetgeen een integrale aanpak en meer fundamentele innovaties bevordert.

*Convenanten* bezitten doorgaans belangrijke kenmerken die de technologische innovatie kunnen stimuleren. Zij doen beroep op de eigen verantwoordelijkheid van bedrijven, stimuleren een proactieve houding, bieden veel vrijheid en flexibiliteit en geven meer zekerheid over het toekomstige beleid. Het effect op technologische innovatie blijkt in de praktijk echter beperkt. Wanneer innovatieve oplossingen werden bereikt, had dit doorgaans meer te maken met autonome technologische ontwikkelingen of marktomstandigheden dan met extra inspanningen door de convenanten. De afgesproken emissiereducties waren meestal haalbaar met de bestaande technologie. Dit illustreert het nadeel van convenanten: zij blijken voor het stimuleren van technologische

innovaties vaak onvoldoende ambitieus omdat ze afgestemd zijn op wat (de industrie zegt dat) technologisch haalbaar is voor de meerderheid van de sector. De stimulans voor technologische innovatie wordt ook beperkt door de soms beperkte looptijd<sup>23</sup>. Tot slot hebben convenanten het nadeel dat ze door technologieleveranciers worden beschouwd als 'zachte instrumenten', waardoor zij de door convenanten eventueel uitgelokte vraag naar nieuwe technieken te onzeker of instabiel vinden om hun aanbod daarop af te stemmen.

Andere, vrij nieuw instrumenten, zijn vormen van *producentenverantwoordelijkheid* zoals aanvaardings- en terugnameplichten (bv. elektronische toestellen, autowrakken, ...). De nog beperkte ervaring daarmee wijst uit dat zij in principe een krachtig instrument kunnen zijn voor innovaties op het vlak van productontwerp. Hun belangrijkste kenmerk is immers dat het de blik van ontwerpers verruimt zodat ze beter rekening houden met de afvalfase en met de recyclage- en hergebruiksmogelijkheden van producten en materialen. Het effect ervan is incrementele productinnovatie, die op zich echter wel ingrijpend kan zijn.

Nog een vrij nieuw instrument dat vooral in de Verenigde Staten en Canada opgang maakt, zijn '*environmental technology verification/certification*' programma's. Zij beogen de onafhankelijke beoordeling en eventueel certificatie van nieuwe technologieën. Belangrijke effecten zijn een kleiner risico dat een nieuwe technologie niet werkt zoals beloofd of dat de overheid en de vergunningverleners de nieuwe technologie niet aanvaarden, een betere en snellere informatieverbreiding over nieuwe technologieën, en meer samenwerking tussen overheden, bedrijven en onderzoeksinstituten. Uit de eerste evaluaties blijken echter ook enkele tekortkomingen. De programma's resulteren mede door de aard van de gehanteerde criteria vooralsnog enkel in een betere diffusie van incrementele verbeteringen van bestaande technieken, niet in radicale innovaties. Daarnaast blijkt vooral de milieutechnologiesector gebruik te maken van de programma's, voor de verificatie van nieuwe end-of-pipetechnieken. Preventiemaatregelen en technologieën ontwikkeld door bedrijven die deze ook zelf toepassen, zijn ondervetegenwoordigd<sup>24</sup>. Niettemin zijn de ervaringen tot dusver vrij positief.

Tot slot blijken overheidsaankopen (*public procurement*) in een aantal gevallen ook succesvol. Zij kunnen enerzijds door hun omvang belangrijk zijn voor het creëren van een ruime en stabiele afzetmarkt voor nieuwe milieuvriendelijke technieken, en anderzijds als referentie dienen naar andere gebruikers toe. Dit is vooral tijdens de eerste levensfasen van een nieuwe techniek van groot belang. Wel moet hier worden gewezen op het gevaar van 'picking winners' door de overheid<sup>25</sup>. Bovendien blijken milieuvriendelijke overheidsaankopen in de praktijk bemoeilijkt te worden door o.a. administratieve procedures die verplichten om de oplossing met de laagste kosten te kiezen, door overheidsstructuren die gezamenlijke aankopen beletten en door budgettaire en boekhoudkundige beperkingen waardoor korte termijn investeringskosten primeren boven kostenbesparingen op langere termijn.

Tabel 5: Voorbeelden van diffusieprogramma's voor milieutechnologie (o.a. OECD, 1997)

Type	Doel	Vlaams voorbeeld	Andere voorbeelden
Informatie-programma's	Verspreiden van informatie over de beste milieutechnieken, processen en managementpraktijken	STIP (OVAM); BBT-kenniscentrum (VITO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environmental technology best practice programme (UK)</li> <li>• Clean Technology Centre (Ierland)</li> </ul>
Demonstratie-programma's	Illustreren van de voordelen van nieuwe milieutechnieken of toetsing van hun technische haalbaarheid en prestaties	In beperkte mate: het vroegere VLIM, VLIET, en VLIET bis Prodem (VITO) REG-demonstratie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cleaner production demonstration project (Australië)</li> <li>• Environmental technology verification programme (Canada)</li> <li>• Clean and Efficient Technology prize (Frankrijk)</li> </ul>
Benchmarking	Helpen van ondernemingen om hun milieuprestaties te vergelijken met de prestaties van andere bedrijven in dezelfde sector	Convenant energie-efficiëntie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy consumption guides (UK)</li> </ul>
Technische assistentie	Bijstaan van ondernemingen in het identificeren van hun technologische behoeften, het zoeken naar oplossingen en het toepassen van nieuwe	Prodem (VITO) Milieucellen GOM's Steun voor extern bedrijfsadvies aan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environmental Audit Grant Scheme (Ierland)</li> <li>• Design for the Environment (US)</li> <li>• Environmental and Consulting programme (Duitsland)</li> </ul>

	milieutechnieken	KMO's	
Management assistentie	Verbeteren van de beheers- en organisatorische vaardigheden voor het ontdekken en toepassen van nieuwe milieutechnieken	Presti (OVAM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environmental technology advancement Centres (Canada)</li> <li>• Enterprise Environment Plan (Frankrijk)</li> </ul>
Opleiding van werknemers	Verhogen van de deskundigheid bij werknemers om nieuwe milieutechnieken toe te passen en steun voor het inhuren van externe expertise		<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMPRES (Nederland)</li> <li>• SME Programme (Denemarken)</li> </ul>

## Besluit

We kunnen over de impact van het milieubeleid op de technologische ontwikkeling het volgende concluderen:

- Het milieubeleid is in de eerste plaats gericht op het bereiken van een betere milieukwaliteit, via het formuleren van milieukwaliteitsdoelstellingen en emissiereductiedoelstellingen en het inzetten van milieubeleidsinstrumenten. De invloed op de technologische innovatie is eerder incidenteel of onbedoeld.
- Het is niet mogelijk om een algemeen geldende rangorde van de 'beste milieubeleidsinstrumenten voor innovatie' op te stellen. Economische instrumenten, waaronder heffingen en emissiehandel, hebben in theorie de beste kaarten om de technologische ontwikkeling te stimuleren. De manier waarop zij in de praktijk worden ingezet vermindert evenwel hun dynamische efficiëntie. Bovendien blijken innovatiebeslissingen veel complexer te zijn dan de eenvoudige stimulus-respons die veel theoretische instrumentenanalyses veronderstellen.
- Het effect van milieubeleidsinstrumenten op de technologische ontwikkeling is in de praktijk beperkt. Het gaat voornamelijk om diffusie van bestaande technologieën, niet om innovaties. Wel hebben de nieuwere milieubeleidsinstrumenten (milieuzorgsystemen, aanvaardingsplicht) geleid tot incrementele proces- en productveranderingen. De meeste grote ondernemingen hebben, deels in reactie op regelgeving, programma's rond afval- en emissiepreventie en vele KMO's boeken hierin vooruitgang, vaak met hulp van door de overheid gesubsidieerde externe technische ondersteuning.
- Het milieubeleid belemmert soms de technologische innovatie. Dit heeft niet zozeer te maken met de intrinsieke kenmerken van milieubeleidsinstrumenten maar met de concrete modaliteiten van het beleid, waaronder de focus op realisaties op korte termijn, de afstemming van de normering op best beschikbare technieken, de compartimentering van het beleid enz. Dit heeft mee geleid tot een overwicht aan end-of-pipetechnieken, ook in het aanbod van de milieu-industrie.

Het milieubeleid is dus weinig gericht op het stimuleren van technologische innovaties, en zeker niet van de vereiste systeeminnovaties. Het effect is eerder incidenteel of onbedoeld, en beperkt tot diffusie van beschikbare technologie. Om milieugerichte technologische innovaties te stimuleren is dus meer nodig. De voor de hand liggende vraag is of dit misschien door het innovatiebeleid gebeurt: is er een 'stilzwijgende' taakverdeling dat het innovatiebeleid het onderzoek en de ontwikkeling van nieuwe milieuvriendelijke technologieën stimuleert en het milieubeleid vervolgens de diffusie ervan? Dit bekijken we in hierna.

### 3.2 Welke impact heeft het innovatiebeleid op de milieugerichte technologische ontwikkeling?

De impact van het innovatiebeleid op een milieugerichte technologische innovatie willen we ook benaderen vanuit twee invalshoeken. Een eerste betreft de vraag of het innovatiebeleid vandaag, in de manier waarop het wordt gevoerd, in de manier van probleemformulering, enz., de stimulering van een milieugerichte technologische

innovatie tot *doel* heeft. Een tweede invalshoek betreft – onafhankelijk van het antwoord op de eerste vraag – het *effect* van het innovatiebeleid op een milieugerichte technologische ontwikkeling.

### 3.2.1 Milieu in het innovatieanalysekader

Het technologie- en innovatiebeleid is van oudsher een onderdeel van het economisch en industrieel beleid. Innovatie is immers essentieel voor het concurrentievermogen van ondernemingen. Overheden wensen hen daarin te ondersteunen door een klimaat te scheppen dat gunstig is voor de oprichting en ontwikkeling van innoverende bedrijven. Nieuwe inzichten over het belang van technologische innovaties voor de economische groei, de welvaart en het welzijn, hebben ervoor gezorgd dat een beleid ter bevordering van innovatie één van de hoofdbestanddelen is geworden van het economisch beleid.

#### *Innovatiebeleid*

Hoewel stimulering van technologische innovatie een sleutelement is in een modern overheidsbeleid, ligt de motivering van overheidsingrijpen in de technologische ontwikkeling niet noodzakelijk voor de hand. Doorgaans wordt immers gesteld dat het in eerste instantie aan de ondernemingen, en niet aan de overheid, is om de uitdaging van innovatie aan te nemen, blijk te geven van creativiteit en daarvan gebruik te maken om nieuwe markten te veroveren.

#### *Motieven voor innovatiebeleid*

Innovatiebeleid is historisch vooral gemotiveerd vanuit de doelstelling om veranderingen in de omvang en snelheid van innovaties aan te moedigen *voor zover er sprake is van externaliteiten*. Een woordje uitleg hierover. *Negatieve* externaliteiten of externe effecten zijn goed gekend in het milieubeleid. Zij duiden op het feit dat er effecten van economische activiteiten zijn, i.c. milieuvervuiling, die schade en dus maatschappelijke kosten veroorzaken die niet worden betaald door de voortbrenger van de economische goederen. De baten (van de productie) zijn intern, de kosten (van vervuiling) deels extern aan het bedrijf. Doordat het gaat om publieke goederen en afwezigheid van eigendomsrechten komen sommige kosten dus niet in de prijzen van goederen en diensten op de markt tot uiting. Hierdoor zijn prijzen te laag en wordt er te veel milieu 'gebruikt'. Het is dan de taak van de overheid om dit via milieubeleid te corrigeren door 'internalisering van externe effecten'.

Er bestaan echter ook *positieve* externe effecten. Een voorbeeld daarvan is technologische innovatie. Innovaties verminderen de kosten, verhogen de productiviteit of creëren mogelijkheden die voorheen niet bestonden. Zo zorgen ze voor opportuniteiten en bronnen van productiviteit ten voordele van toekomstige generaties en hebben ze een groot maatschappelijk nut. Maar doordat kennis kenmerken heeft van een publiek goed (spillovers en slechte toeëigenbaarheid) komen de baten van innovaties niet volledig tot uiting in de prijzen van goederen en diensten op de markt: de kosten (van innovatie) zijn intern, de baten (door spillovers) deels extern voor het bedrijf. Hierdoor wordt er minder in onderzoek en innovatie geïnvesteerd dan maatschappelijk wenselijk (*marktfalen*). De rol van de overheid in het innovatiebeleid ligt dan in het realiseren van deze maatschappelijk wenselijke externaliteiten. Dit gebeurt klassiek via subsidies voor private O&O-investeringen en via publieke O&O-inspanningen.

Naast positieve externaliteiten hebben investeringen in O&O echter ook een aantal kenmerken die hen onderscheiden van traditionele productie-investeringen. Zo zijn de inkomsten van alle investeringen in zekere zin onzeker, maar bij O&O is de onzekerheid vaak zeer groot. Het gaat om uitkomsten met een potentieel hoge waarde maar met een lage waarschijnlijkheid, waardoor het vinden van voldoende financiële middelen voor O&O, vooral voor kleine bedrijven, dikwijls problematisch is. Ook dit argument is een belangrijk motief voor overheidsingrijpen geweest.



### Innovatiesystemen

Nieuwe inzichten in innovatiesystemen (innovation systems) hebben evenwel het analysekader voor het innovatiebeleid verruimd. Het succes van het innovatieproces wordt namelijk niet alleen bepaald door de O&O-inspanningen en niet alleen door technologie, maar ook door een aantal andere immateriële investeringen (in opleiding, in management en marketing, ...). Het succes is ook niet alleen afhankelijk van de inspanningen van individuele actoren, maar van hun onderlinge interactie. In de systeembenadering (Kader 4) wordt innovatie dus veeleer gezien als het gevolg van complexe interacties tussen talrijke individuen, organisaties en omgevingsfactoren dan als een lineair traject van nieuwe kennis naar een nieuw proces of product. Tegelijk verruimt de systeemleer het niveau van analyses van het individuele bedrijf naar het geheel van actoren en hun interacties. De klemtoon in het innovatiebeleid ligt daarom nu op het versterken van deze interacties en het scheppen van de randvoorwaarden waarbinnen zij kunnen groeien. Innovatiebeleid is dan niet langer een onderdeel van het industrieel beleid, maar een *nieuw horizontaal beleidsdomein* dat traditionele gebieden zoals economisch, industrieel en onderzoeksbeleid met elkaar verbindt.

Kader 4: Illustratie en lessen van de systeembenadering voor innovatie (Guy, 2002)

De systeembenadering kan worden geïllustreerd aan de hand van onderstaand schema. Het stelt een innovatiesysteem voor als de interactie tussen vier groepen actoren, afhankelijk van het feit of ze behoren tot de *private* of *publieke* sector en of ze kunnen worden beschouwd als kennisgebruiker of kennisontwikkelaar. Zelfs aan de hand van deze overmatige simplificatie van innovatiesystemen, kunnen we enkele belangrijke lessen uit de systeemtheorie illustreren.

De belangrijkste les is wellicht dat alle onderdelen goed op mekaar afgestemd moeten zijn, wil het systeem goed functioneren. Het heeft bijvoorbeeld geen zin om te investeren in kenniscreatie als de wegen naar het gebruik van deze kennis geblokkeerd zijn. Belangrijker is dat alle knooppunten van het innovatiesysteem worden ondersteund ('reinforcement policies') en dat tegelijk de relaties tussen deze knooppunten worden verbeterd ('bridging policies'). Daarbij geldt dat de prestatie van een systeem vaak wordt bepaald door de zwakste schakels of knopen. Het beleid moet worden gericht op het ontdekken en versterken van deze schakels. De aanpak van één zwakke schakel kan bovendien slechts voor marginale verbeteringen zorgen als de andere zwakke schakels niet worden aangepakt.

Een geïsoleerde inzet van individuele instrumenten heeft doorgaans weinig impact op het functioneren van het systeem. Dit verklaart meteen waarom subsidies en steunverleningsprogramma's voor onderzoek en ontwikkeling slechts een beperkte invloed kunnen hebben en in de praktijk worden aangevuld met andere instrumenten (zie verder). De rol van het innovatiebeleid ligt volgens de systeemleer niet in de eerste plaats in het vergroten van de uitgaven voor O&O door de private sector, maar in het stimuleren van relaties tussen actoren en van het creatief denken en de absorptiecapaciteit van het hele innovatiesysteem.

	Publieke sector	Private sector
<b>Kennisgebruikers</b>	Overheden, universiteiten, ... Wetenschaps- en technologie opleiding en onderwijs	Intermediaire en finale consumenten Markt voor goederen en diensten
<b>Kennisontwikkelaars</b>	Overheden, universiteiten, ... wetenschappelijk basisonderzoek	Bedrijven Toegepast O&O en proces/productontwikkeling

○ 'Reinforcement policies'      ■ 'Bridging policies'

Deels door de beperkte resultaten van de traditionele, enge beleidsaanpak gebaseerd op publieke O&O en subsidies voor private O&O, deels door nieuwe wetenschappelijke inzichten, hebben dus andere factoren en aangrijpingspunten voor het beleid meer aandacht gekregen. Het innovatiebeleid wordt vandaag niet alleen gemotiveerd vanuit 'marktfalen' maar ook vanuit 'systeemfalen'. Dit systeemfalen heeft te maken met tekortkomingen in de 'technologische infrastructuur', met belemmeringen in de transitie naar nieuwe technologische regimes, met 'lock in' fenomenen in bestaande technologische regimes en met institutioneel falen (onaangepaste regelgeving, normen, beleidscultuur, enz.).

### *Neutraliteit*

Deze nieuwe focus op innovatiesystemen heeft in de eerste plaats te maken met nieuwe inzichten in het proces van technologische verandering, niet direct met een wijziging van het *doel* van het innovatiebeleid. In dat verband blijft *neutraliteit* vaak een belangrijk uitgangspunt. Daarmee wordt bedoeld dat het innovatiebeleid traditioneel gericht is op het verhogen van de hoeveelheid inputs in het proces van technologische verandering (O&O-middelen, deskundig personeel, technische informatie, ...), *zonder* dat het innovatiebeleid richting geeft aan de technologische ontwikkelingen. Dit moet volgens de overheersende ideologie worden overgelaten aan de markt, waar nodig gecorrigeerd voor negatieve externe effecten. Toegepast op milieu, is de overheersende visie in het innovatiebeleid m.a.w. dat het milieubeleid de negatieve externaliteiten (milieuvervuiling, uitputting van voorraden, ...) adequaat moet internaliseren via regulering en economische instrumenten. Op die manier kunnen de markt en de marktprijzen zorgen voor een efficiënte allocatie van middelen, ook voor O&O. Bijgevolg bestaat er geen behoefte om er via het innovatiebeleid voor te zorgen dat de technologische ontwikkeling in milieuvriendelijke richting evolueert. Neutraliteit is dus vaak bewust nagestreefd en wordt ook wel gemotiveerd als de noodzaak om wetenschap en wetenschapsbeleid te vrijwaren van politisering.

Nochtans bestaan er goede redenen om in het innovatiebeleid expliciete aandacht te schenken aan milieu. Ten eerste zijn er serieuze twijfels bij de mogelijkheid en haalbaarheid van een volledige internalisering van externe effecten in de marktprijzen. CO<sub>2</sub> bijvoorbeeld werd 30 jaar geleden niet beschouwd als een milieu-externaliteit, en de ervaring met discussies over CO<sub>2</sub>-heffingen leert dat een volledige internalisering van de milieukosten van CO<sub>2</sub>-emissies onwaarschijnlijk is of alleszins zeer traag evolueert. Hierdoor vormen de marktprijzen geen juiste weergave van de reële waarde van milieu en natuurlijke hulpbronnen, en geven zij niet de juiste signalen aan investeerders. Het voordeel van milieuvriendelijke technieken, wordt namelijk niet financieel of binnen het bedrijf gehonoreerd en blijft dus in de publieke in plaats van de private sfeer. Het gevolg is dat zowel bedrijven als particulieren systematisch te weinig in innovatieve milieugerichte technologieën investeren. In dergelijke situatie is er door '*institutioneel falen*' blijvend sprake van marktfalen en is er vanzelfsprekend wél een belangrijke rol voor het innovatiebeleid om dit te remediëren.

Ten tweede hebben milieu-innovaties nog andere specifieke kenmerken, waardoor zij zich onderscheiden van de meeste andere types innovaties. Deze verklaren waarom minder milieugericht O&O gebeurt dan O&O naar andere technologieën. De milieusector verschilt namelijk van andere domeinen in de mate waarin het overheidsbeleid de markt creëert door regelgeving en andere milieubeleidsinstrumenten. Deze signalen zijn echter vaak zwak en labiel, waardoor de onzekerheid voor milieu-investeringen groter is dan bij andere investeringen. Bovendien is veel milieuregelgeving zelf niet bevorderlijk voor innovatie. Verder komen milieu-innovaties vaak voort uit O&O in verschillende wetenschappelijke en technische disciplines in zowel de private als publieke sector. De complexe aard van milieu-innovaties vergt vaak interdisciplinaire en sectoroverschrijdende samenwerking in gebieden die ver af kunnen liggen van de basiscompetenties van het bedrijf dat naar oplossingen zoekt. Door deze complexiteit gecombineerd met een onzekere vraag (regelgevinggestuurd), zijn de risico's vaak hoger dan bij andere technologieën. Dit leidt tot het gebruik door bedrijven van hogere discontovoeten en langere terugverdientijden voor milieu- en energiebesparende technologieën dan voor andere investeringen. Milieugerichte innovaties worden bijgevolg belemmerd door factoren die niet noodzakelijk of in even sterke mate voorkomen in andere sectoren. Verschillende auteurs stellen daarom dat innovatiebeleid minder nodig is voor normale innovaties dan voor milieu-innovaties.

### *Conclusie*

Net zoals in het analysekader voor milieubeleid technologische ontwikkeling buiten het gezichtsveld valt, valt in het innovatiebeleid de milieudimensie grotendeels buiten het gezichtsveld. Het zou echter kunnen dat het innovatiebeleid onbewust wél een milieuvriendelijke technologische ontwikkeling stimuleert. Dit bekijken we in de volgende paragraaf.

Vooraf merken we wel op dat er recent in het innovatiebeleid, zowel internationaal als in Vlaanderen, toenemende aandacht is voor de stimulering van milieu-innovaties. Zo stelde het Vlaamse regeerakkoord uit 1999 dat bij de verdere uitwerking van het innovatiebeleid 'duurzame ontwikkeling' een centraal gegeven moet vormen. Daartoe zou meer ondersteuning en een groter budget gaan naar projecten voor duurzame productontwikkeling die energie- en grondstoffenbesparing centraal stellen en die de marktintroductie van energie uit hernieuwbare bronnen aanmoedigen. Intussen werd hieraan uitvoering gegeven, o.a. via een specifieke steunmaatregel voor projecten gericht op een duurzame technologische ontwikkeling (DTO) (Kader 5).

#### Kader 5: Het nieuwe Vlaamse DTO-programma: IWT -steun voor duurzame technologische ontwikkeling (IWT, 2002a)

Het IWT heeft de O&O-projecten van bedrijven sedert 1997 systematisch beoordeeld op hun milieupact, maar zonder selectiegevolgen. Sinds juni 2002 bestaat echter een specifieke steunmaatregel voor projecten gericht op een duurzame technologische ontwikkeling (DTO). De bedoeling daarvan is om een groter aandeel in de steunverlening te realiseren voor dergelijke projecten. DTO-projecten zijn projecten die zich geheel of gedeeltelijk richten op milieuverbeteringen, energiebesparingen en de ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen. Bovendien moet het ambitieniveau van de projecten voldoende hoog zijn. Dergelijke projecten kunnen zowel genieten van een DTO-subsidietoelage van 10% als van een prioriteitenstelling t.a.v. het beschikbaar budget. Deze voordelen komen bovenop de overige steunmaatregelen voor onderzoek en technologische innovatie beheerd door het IWT-Vlaanderen, waardoor in totaal tussen 35 % en 75 % subsidie op de projectkosten kan toegekend worden, al naargelang de aard van het onderzoek. Er zijn daarnaast nog extra steunmodaliteiten voor DTO-studies en - in het KMO-Programma – voor LCA-studies. De DTO-regeling is ook geldig voor andere door het IWT beheerde steunprogramma's, zij het enkel onder de vorm van een prioriteitsstelling (geen subsidietoelage). Het gaat om het generisch basisonderzoek met valorisatieperspectief op langere termijn, de projecten van technologie-overdracht bij de Vlaamse hogescholen (HOBU-fonds) en de projecten die uitgaan van Vlaamse Innovatie Samenwerkingsverbanden (VIS).

### **3.2.2 Impact van innovatiebeleidsinstrumenten op de milieugerichte technologische ontwikkeling**

Het innovatiebeleid is lange tijd vrijwel uitsluitend gericht geweest op het corrigeren van de onderinvestering door private bedrijven in technologische innovaties, via hetzij O&O door de overheid zelf in eigen onderzoekslabo's en publieke ondernemingen of door uitbesteding (contractonderzoek), hetzij via financiële ondersteuning van private O&O-activiteiten door fiscale tegemoetkomingen of subsidies. Eerst staan we even stil bij de impact van deze innovatiebeleidsinstrumenten op de technologische ontwikkeling in het algemeen. Daarna gaan we in op hun impact op de milieugerichte technologische ontwikkeling in het bijzonder.

#### **Effectiviteit van innovatiebeleidsinstrumenten**

Het innovatiebeleid was vroeger grotendeels gestoeld op pragmatische inzichten en op "mimetisme" met buitenlandse voorbeelden en acties. De kern lag in het verhogen van de inputs (mensen en middelen). Met de jaren is echter de interesse gegroeid in de effectiviteit van O&O-uitgaven door de overheid. Het betreft de vraag of de steunverlening door de overheid van private O&O-projecten aanleiding heeft gegeven tot een verhoging van de zelf gefinancierde O&O-bestedingen door de ondernemingen, dan wel of de publieke financiering geheel of gedeeltelijk in de plaats is gekomen van private financiering voor projecten die de betrokken bedrijven hoe dan ook zouden hebben uitgevoerd.

Er bestaat intussen internationaal een uitgebreide theoretische en empirische literatuur over dit 'additionaliteit versus substitutie' debat<sup>6</sup>. Deze heeft echter geen eenduidige conclusies opgeleverd. De verscheidenheid in econometrische specificaties, in de aard van de onderzochte subsidies (bv. directe financiering vs. fiscale voordelen), in de bestudeerde periode en regio, en in de aard van de gebruikte gegevens (macro, meso, micro)

vormen een verklaring voor de diversiteit in resultaten. Toch zijn er indicaties dat globaal gesproken de balans lijkt over te hellen in de richting van 'additionaliteit'. Guellec e.a. (2000) berekenden dat voor de OESO-landen elke euro die door de overheid wordt gestoken in O&O-tegemoetkomingen voor private bedrijven gemiddeld resulteerde in O&O-uitgaven van 1,7€. Meeusen e.a. (2000) kwamen voor Vlaanderen tot het besluit dat indien op bedrijfsniveau de IWT-steun met 1 % toeneemt, de onderneming daar vanuit andere middelen gemiddeld een verhoging van 0,15 tot 0,55 % bovenop legt, met de grootste additionaliteit bij de middelgrote en kleine bedrijven. Verder blijkt uit de praktijk dat O&O-subsidies vaak niet zozeer een invloed hebben op zgn. stop-go beslissingen rond projecten, maar leiden tot veranderingen in de voorgenomen manier waarop een project wordt uitgevoerd, d.w.z. ruimer, anders of sneller dan gepland (zgn. scale-, scope- en acceleration additionaliteit). Aan de andere kant wordt in enquêtes de sterke groei van de uitgaven van bedrijven voor O&O zelden in verband gebracht met directe steun door de overheid.

Er bestaat echter vrij veel kritiek op dergelijk evaluatie-onderzoek. De invalshoek is immers beperkt tot wat men *inputadditionaliteit* noemt: het effect van beleidsinstrumenten op de hoeveelheid O&O. Belangrijker is het resultaat van het beleid, uitgedrukt in hoeveelheid rapporten, patenten, prototypes, businessplannen, nieuwe partnerships, e.d. (zgn. *outputadditionaliteit*) en vooral de invloed op variabelen zoals de productiviteit, werkgelegenheid en economische groei en welvaart (zgn. *outcomeadditionaliteit*). De meting daarvan stelt echter grote methodologische problemen. Het betreft o.a. de toewijsbaarheid van effecten (hoe kan het effect van het innovatiebeleid worden afgezonderd van de effecten van andere instrumenten en fenomenen), het vaak lange tijdsverloop tussen onderzoek, innovaties en verbeterde economische prestaties, en de meting van kwalitatieve doelstellingen van subsidieprogramma's (bv. netwerking). De belangrijkste kritiek op de uitgevoerde evaluatiestudies komt echter uit het nieuwe concept van innovatiesystemen (cf. supra). De effectiviteit van het innovatiebeleid moet ruimer worden gezien dan de traditionele vraag of er aantoonbare effecten zijn op de bestedingen voor O&O, of op het aantal patenten, prototypes, e.d. of op de economische groei. De kernvraag is of het innovatiebeleid leidt tot verbeteringen in de 'cognitieve capaciteit' van het innovatiesysteem, m.a.w. in de capaciteit om problemen op te lossen eerder dan in het oplossen van specifieke problemen. Daarmee komt de klemtoon meer te liggen op leer- en gedragseffecten op langere termijn (*gedragsadditionaliteit*). Bovendien dient het analyseniveau te worden verruimd van het individuele bedrijf naar het geheel van actoren en hun interacties. Tot slot wordt beklemtoond dat een geïsoleerde inzet van individuele instrumenten zoals O&O-subsidies weinig impact kan hebben op het functioneren van het systeem. In navolging van het denken in termen van innovatiesystemen is het beleidsinstrumentarium van het innovatiebeleid de jongste jaren dan ook sterk verbreed (Tabel 6).

Tabel 6: Een taxonomie van innovatie-instrumenten (Guy, 2002)

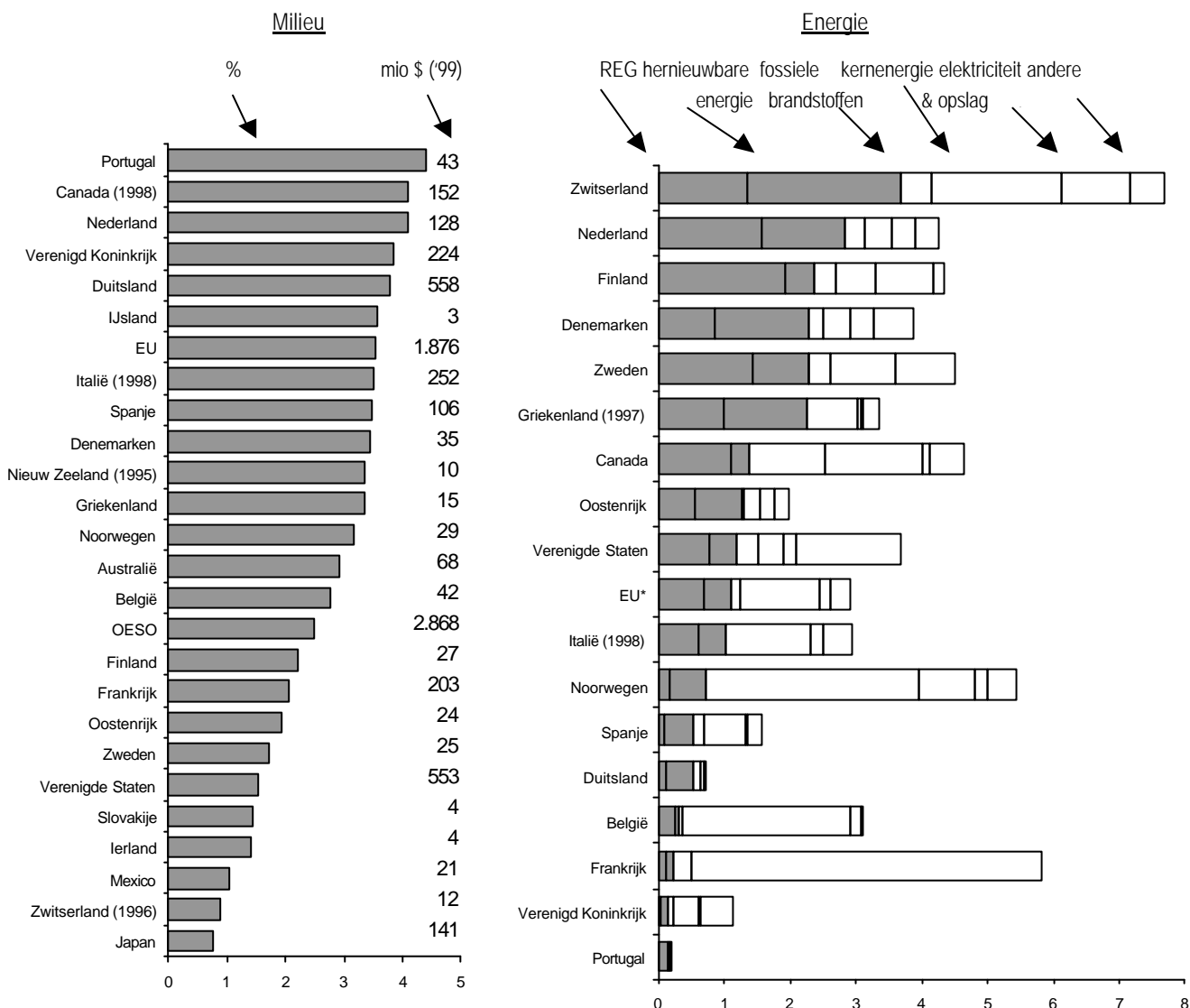
	<i>Publieke sector</i>		<i>Private sector</i>
Kennis-gebruikers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steun voor wetenschaps- en technologie opleidingsinstututen</li> <li>• Steun voor overheids- 'kennswerkers'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publiek organen die technische informatie verspreiden</li> <li>• Publiek organen die informatie over patenten en vergunningen verspreiden</li> <li>• Publiek organen die consultancy advies verstrekken</li> <li>• Publiek-private samenwerkingsverbanden door nabijheid op wetenschapsparken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betere toegang tot risicokapitaal voor kennisintensieve sectoren</li> <li>• Voordelige belastingregimes voor kennisintensieve sectoren</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steun voor ICT netwerk infrastructuur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overheidsaankopen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subsidies voor technologiediffusie en –toepassing</li> <li>• Steun aan intermediairen in de private sector</li> <li>• Bewustmakingscampagnes</li> <li>• Steun voor demonstratieprojecten</li> </ul>
Kennis-ontwikkelaars	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steun voor onderzoeksinfrastructuur in universiteiten</li> <li>• Steun voor overheidslabo's</li> <li>• Steun voor wetenschappelijk basisonderzoek</li> <li>• Steun voor samenwerkingsverbanden tussen universiteiten</li> <li>• Steun voor wetenschaps- en onderzoeksnetwerken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steun voor samenwerkingsverbanden tussen universiteiten en industrie</li> <li>• O&amp;O diensten geleverd door overheidslabo's aan de industrie</li> <li>• O&amp;O diensten geleverd door universiteiten aan de industrie</li> <li>• Programma's voor het vinden van O&amp;O partners</li> <li>• Uitwisselingsprogramma's voor O&amp;O personeel tussen universiteiten en industrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subsidies voor marktgericht O&amp;O</li> <li>• Steun voor productontwikkeling</li> <li>• Fiscale voordelen voor O&amp;O</li> <li>• Steun voor samenwerkingsverbanden tussen bedrijven</li> </ul>

In wit: 'reinforcement policies'; in grijs: bridging policies'

### Effectiviteit van innovatiebeleidsinstrumenten voor het milieu

In welke mate gelden de voorgaande conclusies ook voor milieu-innovaties? Milieu- en energieinnovaties werden meestal gepromoot via specifieke programma's. Een algemene vaststelling daarbij is dat deze programma's vaak niet of slecht geïntegreerd waren met het reguliere innovatiebeleid<sup>27</sup>. De beschikbare internationale gegevens geven aan dat de hoeveelheid overheidsmiddelen bestemd voor O&O op milieuvlak beperkt is, hoewel het aandeel ervan binnen het totale O&O-budget toeneemt. In de EU-landen gaat het gemiddeld om ongeveer 3,5 % van het totale O&O-budget, en een jaarlijkse groei van 2,3 % tussen 1991 en 1999. België zit met een aandeel van 2,8 % onder en Vlaanderen met 4,0 % boven het EU-gemiddelde<sup>28</sup> (Figuur 11). De groei ligt in België met 2,4 % iets boven het Europese gemiddelde. Hierbij gelden wel twee opmerkingen. Ten eerste kan het O&O in andere beleidsdomeinen een belangrijke milieucomponent hebben. Dit is vooral voor energie het geval<sup>29</sup>. In sommige landen heeft meer dan de helft van de publieke O&O-middelen in de energiesector te maken met rationeel energiegebruik (REG) en hernieuwbare energiebronnen. Het EU-gemiddelde ligt iets onder 50 %, maar zowel in de EU als mondiaal gaat nog altijd het meeste O&O-geld naar nucleaire energie. België zit met een O&O-aandeel voor REG en hernieuwbare energiebronnen in het totaal O&O budget voor energie van 10 % opnieuw (ver) onder dit Europese gemiddelde, Vlaanderen zit er met 63 % opnieuw iets boven<sup>30</sup>. Bovendien daalde in België de hoeveelheid publieke middelen voor O&O gericht op REG en hernieuwbare energiebronnen tussen 1991 en 1999 in reële termen met 32 % (of jaarlijks gemiddeld -5 %), terwijl het gemiddelde voor de EU lag op -29 % (of jaarlijks -4 %). Ten tweede kan O&O in andere beleidsdomeinen dat zich niet onmiddellijk richt op milieu, toch belangrijke milieu-spillovers hebben (bv. biochemie, nanochemie, en ICT). Hierover zijn evenwel weinig of geen cijfers bekend.

Figuur 11: Aandeel (1999, in %) van milieu en energie-O&O in het totale O&O budget van overheden (OECD 2001, 2002)



Voor Vlaanderen heeft de Vlaamse administratie in 2000 het milieugerichte O&O in kaart gebracht over alle departementen en Vlaamse instellingen heen. Hieruit blijkt dat de bovenvermelde cijfers moeten worden genuanceerd. Het grootste gedeelte van het O&O-overheidsbudget voor milieu in brede zin gaat naar monitoring, gegevensverzameling, beleidsgericht en ecologisch onderzoek enz. Relatief weinig middelen zijn bestemd voor technologische innovatie. Dit is trouwens ook in andere landen het geval. We schatten dat van alle Vlaamse overheidsmiddelen voor milieugericht wetenschaps- en technologiebeleid minder dan 25 % bestemd is voor echt technologisch O&O<sup>31</sup>. Dit technologisch O&O gebeurt in hoofdzaak door of via de VITO (66 %) en het IWT (20 %) en in mindere mate door of via AMINAL (en milieu-VOI's) en IMEC. Ook het IWT heeft recent een analyse gemaakt van de steun die zij heeft toegekend aan energie- en milieugerelateerde bedrijfsprojecten in de periode 1992-1999<sup>32</sup>. Dit gebeurde via twee tijdelijke impulsprogramma's (VLIM voor milieuprojecten en VLIET voor energieprojecten, goed voor resp. 11 % en 46 % van de toegekende steun) en via de reguliere O&O-projecten (43 %). Uit de analyse blijkt dat de milieu- en energieprojecten goed waren voor 7,5 % van de totale projectgebonden steun door het IWT tussen 1992 en 1999. Een latere analyse van alle bedrijfsprojecten die tussen 1997 en 2000 positief werden geëvalueerd door het IWT voor hun bijdrage tot duurzame ontwikkeling,

wees uit dat 16 % een significante bijdrage opleverde op het vlak van energie- en grondstoffenbesparing, beperking van afval en emissies, en hernieuwbare energie<sup>33</sup>. Binnen deze 16 % ging het in de meerderheid van deze projecten om preventieve technologieën (milieugevaar en vervuiling reduceren) of besparingstechnologieën (vermindering van gebruik van niet hernieuwbare hulpbronnen), met de nadruk op product- en procesinnovaties (Tabel 7). Slechts een kleine minderheid beoogde de optimalisatie van bestaande producten en processen of systeeminnovaties. De belangrijkste verwachte reducties in milieu-impact bij valorisatie van de projecten situeerde zich op het vlak van de uitstoot van milieubelastende stoffen. In 29 % van de gevallen werden deze projecten uitgedacht om te voldoen aan verplichte (toekomstige) milieunormen. Uit een IWT -enquête bleek verder dat milieu en energie in 1997 elk een aandeel van 0,1 % innamen in de totale O&O-uitgaven en van 0,2 % resp. 0,1 % in het O&O personeel van de O&O-actieve Vlaamse bedrijven<sup>34</sup>. De SERV-STV technologiediffusie-enquête gaf aan dat in 1998 7,9 % van alle ondernemingen (met meer dan 10 werknemers) productinnovaties met nieuwe of sterk verbeterde milieueigenschappen aanboden, het merendeel zelf ontwikkeld<sup>35</sup>.

Tabel 7: Kenmerken van de door het IWT ondersteunde bedrijfsprojecten met significante milieuverbetering (16 % van de totale portfolio aan bedrijfsprojecten met positieve bijdrage tot duurzame ontwikkeling) (IWT, 2002b).

milieufinaliteit	Ja Nee		doorbraakkarakter %		Milieu-impact		
					Significant (+30 %)	Beperkt (+10-30 %)	
Preventieve technologie	74 %	26 %	Optimalisatie	19 %	Grondstoffenbesparing	19 %	26 %
Besparings-technologie	70 %	30 %	Productinnovatie	48 %	Energiebesparing	4 %	41 %
Milieu- en procesmonitoring	15 %	85 %	Procesinnovatie	52 %	Reductie uitstoot	37 %	33 %
End-of-pipe technologie	7 %	93 %	Systeeminnovatie	11 %	Reductie afval & hinder	0 %	30 %
Sanerings-technologie	0 %	100 %	Totaal	100 %	Hernieuwbare hulpbronnen	4 %	4 %
					Recyclage of hergebruik	11 %	0 %
					Verhoging levensduur	7 %	4 %

De schaars beschikbare gegevens (inputindicatoren) geven dus aan dat er wel degelijk sprake is van stimulering van milieugerichte innovaties via het traditionele innovatiebeleid, maar deze is vrij klein. Over de output- of outcome-additionaliteit van innovatiebeleidsinstrumenten (zijn er daardoor méér milieutechnieken, is het milieu daardoor verbeterd?, ...) is nog veel minder bekend. Het beperkte internationale onderzoek daarnaar suggereert dat O&O-subsidies slechts een geringe milieu-additionaliteit hebben gehad. Men doet in de eerste plaats onderzoek naar milieu- en energietechnologieën omdat men gelooft in de marktkansen ervan, niet omdat er subsidies te verkrijgen zijn. De innovatie-instrumenten hebben m.a.w. weinig of geen nieuwe onderzoeksprojecten gegenereerd. Soms hebben programma's met hoge subsidiepercentages wél geresulteerd in projecten die anders niet uitgevoerd zouden zijn, maar achteraf is gebleken dat het vaak ging om derderangsprojecten die nadien niet commercieel leefbaar bleken te zijn en dus ook weinig of geen toepassing in de praktijk hebben gekend. Er is dus sprake van een zekere paradox: projecten met een potentieel grote additionaliteit zijn echter risicovoller en dus vaak minder succesvol in de praktijk. Ook de Nederlandse DTO- (1993-1997) en EET -projecten (1995-2001) blijken hierop spaak te zijn gelopen. Zij waren gericht op factor 20 verbeteringen van de milieuefficiëntie resp. op doorbraakinnovaties tegen een tijdshorizon van 5 tot 20 jaar en kenden een zeer hoge additionaliteit, maar de resultaten ervan hebben nauwelijks geleid tot reële toepassingen of eigen O&O door de industrie in opvolging van de programma's. Hier past evenwel de aanvulling dat deze programma's wel succesvol zijn geweest in het creëren van innovatieve ideeën, van een draagvlak voor milieu- en systeeminnovaties en van nieuwe netwerken en samenwerkingsverbanden. In dit licht stelt Kemp (1997) dat de enkele succesvolle voorbeelden wellicht niet zozeer te wijten te zijn aan de O&O-subsidies op zich, maar aan specifieke modaliteiten ervan (bv. subsidievoorwaarde van samenwerking tussen partijen die anders niet zouden samenwerken). Tot slot vermelden we dat naast steunprogramma's ook overheidsparticipaties in bedrijven actief in de milieusector worden gebruikt. Deze zijn vooral gericht op ondernemingen met innovatieve projecten, die in

een strategische fase van hun ontwikkeling zijn of die een marktlemte invullen. In Vlaanderen is deze vorm van verstrekking van risicokapitaal gebeurd via de Vlaamse Milieuholding (VMH). Een recente evaluatie heeft evenwel uitgewezen dat in geen enkel van de 14 'dossiers risicokapitaal' de VMH een wezenlijke positieve bijdrage heeft gehad tot de ontwikkeling van de betrokken bedrijven. De helft van de gefinancierde projecten werd stopgezet of verkeert in financiële problemen. De andere helft had de VMH-participatie vanuit financieel oogpunt niet echt nodig om gunstig te evolueren. De onderneming had de middelen ook op de 'normale' kredietmarkt kunnen bekomen<sup>36</sup>.

## **Besluit**

Samengevat kunnen we over de impact van het innovatiebeleid op de milieugerichte technologische ontwikkeling het volgende concluderen:

- Het innovatiebeleid is lange tijd vrijwel uitsluitend gericht geweest op het corrigeren van de onderinvestering door private bedrijven in technologische innovaties, te wijten aan enerzijds de lage toeëigenbaarheid van de vruchten ervan en anderzijds aan de hoge risicograd van innoverende initiatieven (en dus aan de te hoge kapitaalkost als gevolg van de aanrekening van hoge risicopremies door de kapitaalverstrekkers).
- Ook in de nieuwe focus op innovatiesystemen blijft neutraliteit vaak een belangrijk uitgangspunt: het innovatiebeleid is gericht op het verhogen van de hoeveelheid inputs in het proces van technologische verandering, *zonder* dat het richting geeft aan die technologische ontwikkelingen.
- De beschikbare gegevens zijn schaars en onvolledig, maar suggereren dat de hoeveelheid overheidsmiddelen bestemd voor onderzoek op milieuvlak beperkt is. Bovendien gaat het grootste gedeelte van het onderzoeksbudget voor milieu naar monitoring, gegevensverzameling, ecologisch onderzoek e.d. Relatief weinig middelen zijn bestemd voor technologische innovaties door bedrijven.
- De impact van het innovatiebeleid op de milieugerichte technologische ontwikkeling is onduidelijk maar wellicht beperkt geweest. Het weinige evaluatieonderzoek naar O&O-programma's voor milieu- en energietechnologieën suggereert dat zij slechts een geringe additionaliteit hebben gehad, of dat de ondersteunde projecten nadien weinig of geen toepassing in de praktijk hebben gekend. De programma's blijken wel succesvol te zijn geweest in o.a. het creëren van innovatieve ideeën en van nieuwe netwerken en samenwerkingsverbanden.

### **3.3 Besluit**

De vraag of het huidige milieu- en innovatiebeleid radicale technologische innovaties in milieuvriendelijke richting aanmoedigt, kan niet bevestigend worden beantwoord.

Het milieubeleid is weinig gericht op het stimuleren van technologische innovaties. Het is overwegend probleemgeoriënteerd: het houdt zich vooral bezig met de vermindering van de milieueffecten (output) van het economisch proces via het vastleggen, verdelen en handhaven van de grenzen die vanuit milieu worden opgelegd aan maatschappelijke activiteiten, zonder veel aandacht voor de achterliggende mechanismen (inputs). Hierdoor valt technologische innovatie grotendeels buiten het gezichtsveld van het milieubeleid. Het effect van vele milieubeleidsinstrumenten op de technologische ontwikkeling is eerder incidenteel of onbedoeld, en beperkt tot diffusie van beschikbare technologie.

Omgekeerd is het innovatiebeleid in hoofdzaak gericht op het verhogen van de input (mensen en middelen) in het innovatiegebeuren met het oog op het verhogen van de hoeveelheid O&O, zonder veel aandacht voor de richting



en de output ervan. Hierdoor valt in het innovatiebeleid de milieudimensie dikwijls buiten het gezichtsveld. Bovendien zijn de overheidsmiddelen bestemd voor (de stimulering van) technologisch milieu-O&O vrij klein, en is de impact ervan op de milieugerichte technologische ontwikkeling waarschijnlijk beperkt geweest.

Pas recent is er in beide beleidsdomeinen groeiende aandacht voor het stimuleren van een milieugerichte technologische ontwikkeling. Het is duidelijk dat de inzet van een aantal nieuwe, beloftevolle milieubeleidsinstrumenten kan leiden tot meer diffusie van bestaande technieken en tot belangrijke technologische innovaties in preventie en beheer van milieuverontreiniging. Ook aan de kant van het innovatiebeleid kan de vernieuwde belangstelling in reguliere O&O-programma's voor de milieuprestaties van technieken een belangrijke bijdrage leveren.

Maar gezien de schaal en ernst van de huidige milieuproblemen, zijn de historische tijdsschalen niet meer beschikbaar. Het milieugerichte innovatieproces moet worden versneld. In deze context zijn zowel het milieubeleid als het innovatiebeleid nog te weinig effectief geweest, zeker inzake de vereiste systeeminnovaties. Om milieugerichte technologische innovaties te stimuleren is dus meer nodig. De voor de hand liggende vraag is dan welke maatregelen en instrumenten daarvoor kunnen worden ingezet. Dit behandelen we in het volgende deel.

#### 4. OP WEG NAAR EEN DUURZAME RELATIE: IDEEËN VOOR DE STIMULERING VAN MILIEUGERICHTE TECHNOLOGISCHE INNOVATIES

In de voorgaande delen is gebleken dat het milieubeleid noch het innovatiebeleid er tot dusver in slagen om voldoende milieugerichte technologische innovaties tot stand te brengen. Minder duidelijk is wat er moet veranderen. De wetenschappelijke literatuur hierover is nog heel beperkt, en niet in staat om eenduidige beleidsconclusies te formuleren. We weten dus niet welke de beste aanpak is en welke instrumenten het meest aangewezen zijn in welke omstandigheden. Er is dan ook grote nood aan meer onderzoek, evaluaties, experimenten, benchmarking, debat e.d. om het beleid vorm te geven. Dit belet niet dat nu al een visie moet worden ontwikkeld en concrete maatregelen kunnen worden genomen, op basis van wat we wél al weten.

Het is vanuit deze invalshoek dat hierna enkele ideeën worden geformuleerd. De analyse is niet af, maar te beschouwen als een eerste aanzet. We gaan eerst in op mogelijke elementen van een strategie ter bevordering van milieugerichte technologische innovaties. We hebben ze gegroepeerd rond drie uitgangspunten die logisch voortvloeien uit de voorgaande delen (Tabel 8):

- Stimulering van milieugerichte technologische innovatie en diffusie is nodig, want kan belangrijke win-win situaties creëren voor economie en milieu;
- Realisatie van systeeminnovaties is nodig, want voor de realisatie van ambitieuze milieudoelstellingen tegen de achtergrond van een groeiende economie en welvaart zijn incrementele innovaties niet voldoende;
- Een actieve overheid die samenwerkt met andere actoren is nodig, want enerzijds zullen voldoende milieugerichte technologische innovaties niet op de gewenste termijn tot stand komen zonder een actief overheidsbeleid, en anderzijds zal het de overheid evenmin alléén lukken om de noodzakelijk innovaties te realiseren.

Vervolgens bespreken we mogelijke instrumenten.

Tabel 8: bouwstenen en instrumenten voor een beleid ter bevordering van een milieugerichte technologische ontwikkeling

Uitgangspunten	Stimulering van milieugerichte technologische innovatie&diffusie is nodig	Realisatie van systeeminnovaties is nodig	Actieve overheid die samenwerkt met actoren is nodig
Bouwstenen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inzet van traditionele innovatie-instrumenten</li> <li>• Bevorderen van leereffecten</li> <li>• Maatregelen in het innovatiesysteem</li> <li>• Benutten synergie innovatie- en milieumaatregelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lange termijnperspectief</li> <li>• Blijvende aandacht voor de korte termijn</li> <li>• Naast technologie ook structuur en cultuur</li> <li>• Transitie management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integratie in het reguliere milieu- en innovatiebeleid</li> <li>• Zelfmanagement door de overheid</li> <li>• Interactieve en stapsgewijze beleidsontwikkeling</li> <li>• Internationale inbedding</li> </ul>
Instrumenten	internalisering externe kosten - 'technology forcing standards' - 'innovation waivers' - 'environmental technology verification/certification' - informatie- en diffusieprogramma's - strategisch milieumanagement - O&O-indicatoren - scenario's - 'technology forecasting' - 'technology roadmaps' - strategisch niche management - innovatiecoalities - participatieve beleidsontwikkeling- transitiedoelen - 'backcasting' - ...		

#### 4.1 *Bouwstenen voor een strategie*

##### 4.1.1 **Stimulering van milieugerichte technologische innovatie en diffusie**

Vandaag komen nieuwe milieugerichte technologische innovaties onvoldoende tot stand en worden bestaande technologieën te weinig toegepast. Dit kan worden verholpen door de inzet van traditionele instrumenten van het innovatie- en diffusiebeleid (1), het bevorderen van leereffecten (2), het nemen van maatregelen op niveau van

innovatiesystemen (3) en het benutten van de synergie tussen maatregelen in het innovatiebeleid en het milieubeleid (4).

*(1) Inzet van traditionele instrumenten van het innovatie- en diffusiebeleid*

Stimulering van milieugerichte technologische innovatie en diffusie kan gebeuren via traditionele instrumenten van het innovatiebeleid zoals financiële ondersteuning van private O&O-activiteiten door fiscale tegemoetkomingen of subsidies, O&O-inspanningen door de overheid zelf, demonstratieprogramma's, enz. Door dergelijke 'technology push' maatregelen verhoogt de kennis, verruimt het aanbod en verlagen de kosten van nieuwe technologieën.

*(2) Bevorderen van leereffecten.*

In aanvulling hierop is ook aandacht wenselijk voor het bevorderen van leereffecten. Dit betekent dat het effectieve gebruik wordt aangemoedigd van beloftevolle technologieën die nog niet competitief zijn op de markt. Hierdoor kan immers ervaring worden opgedaan en kunnen als gevolg van dit leerproces de kosten in de tijd sterker dalen dan normaal het geval zou zijn.

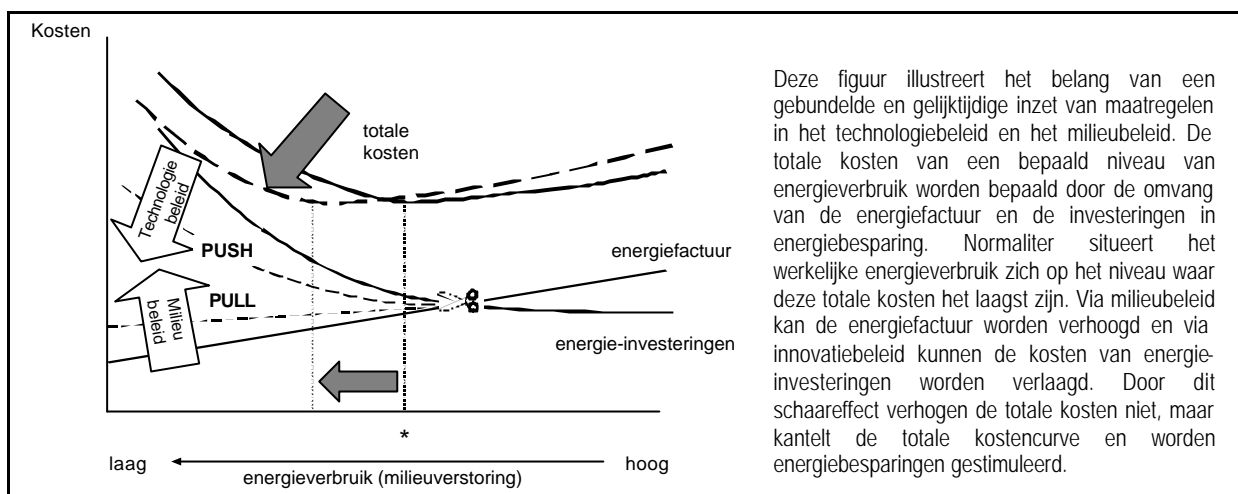
*(3) Ook maatregelen op niveau van het innovatiesysteem.*

Een geïsoleerde inzet van deze instrumenten is echter onvoldoende. Zij moeten worden aangevuld met maatregelen op niveau van het innovatiesysteem. Er moet dus aandacht zijn voor investeringen in opleiding, voor het bevorderen van netwerken en interacties tussen de diverse actoren van het innovatiesysteem, enz. Het beleid moet bovendien een samenhangend geheel vormen voor het volledige traject van kennisontwikkeling tot toepassing. Belangrijk is dat alle knooppunten van dat innovatiesysteem worden ondersteund ('reinforcement policies') en dat tegelijk de relaties tussen deze knooppunten worden verbeterd ('bridging policies'). Daarbij dient prioriteit te worden gegeven aan het detecteren en vervolgens versterken van de zwakste schakels. Hierdoor groeit het belang van evaluatie en monitoring van het beleid. Er zijn dan ook inspanningen nodig gericht op het versterken van de meetbaarheid van de efficiëntie van het beleid, het periodiek evalueren daarvan en het zo nodig tussentijds aanpassen van het beleid.

*(4) Benutten synergie tussen innovatie- en milieumaatregelen.*

Technologische verbeteringen zullen echter, zonder maatregelen aan de vraagzijde, onvoldoende of onvoldoende snel tot ontwikkeling komen. Door 'market pull' maatregelen langs de kant van het milieubeleid vergroot de kans dat milieugerichte innovaties ook economisch rendabel zijn en verhoogt de marktvaart naar milieuvriendelijke technologieën. Omgekeerd zijn maatregelen aan de vraagzijde alleen ook onvoldoende. Er zijn immers ook andere belemmeringen voor milieugerichte technologische innovaties dan een te beperkte marktvaart. Een krachtige stimulering van milieugerichte technologische innovaties vergt dus een *gebundelde en gelijktijdige inzet van maatregelen in het technologiebeleid én het milieubeleid* (Figuur 12). Zowel bij de beleidsontwikkeling als bij de opzet van concrete projecten moet deze *synergie* worden nagestreefd (zie voorbeelden in Kader 6).

Figuur 12: De synergie tussen maatregelen in het milieu- en technologiebeleid (naar Verbruggen, 2000).



**Kader 6: Voorbeelden van gecombineerde inzet van 'technology push' en 'market pull' maatregelen bij concrete projecten**

In de jaren '80 werd in Californië in de VS een beleid ter bevordering van windenergie ontwikkeld (Norberg-Bohm, 2000a). Aan de aanbodzijde werden twee programma's opgezet voor de stimulering van O&O. Het eerste was gericht op O&O naar grote windturbines; het tweede op de verbetering van specifieke onderdelen in kleinere windturbines. Aan de vraagzijde werden tegelijk belastingvoordelen gegeven bij gebruik van windenergie en elektriciteitsmaatschappijen verplicht om elektriciteit opgewekt via kleine windturbines af te nemen tegen vermeden kosten. De staat Californië sloot ook lange termijn aankoopcontracten af en verstrekte subsidies voor onderzoek naar de beste locaties voor windturbines. Als gevolg van deze synergie tussen maatregelen aan de vraag- en aanbodzijde kende de ontwikkeling van windenergie er een sterke groei. Later werden de 'market pull' maatregelen echter afgebouwd, waardoor de markt voor windenergie opdroogde. De meeste Amerikaanse fabrikanten overleefden deze terugval van de vraag niet.

Andere, meer succesvolle voorbeelden van gecombineerde inzet van technology push en market pull maatregelen zijn het gasturbine stimuleringsprogramma en het "energy star office products" project in de VS (Norberg-Bohm, 2000b). Altijd werden O&O-programma's ingezet tegelijk met vraaggerichte maatregelen, i.c. strengere emissienormen voor NOx en SOx bij de elektriciteitsopwekking, resp. energielabelling en verzekerde aankoop door de overheid van energiezuinige kantoorapparatuur. Ook het "super-efficient refrigerator initiative" in de VS is het vermelden waard (IEA, 2002). Hier wordt de steun voor het ontwikkelen van koelkasten die 30 % minder energie verbruiken dan de wettelijke normen niet rechtstreeks uitbetaald aan de producenten, maar onrechtstreeks via steun voor de consument bij aankoop van een dergelijke koelkast. Daardoor hangt de omvang van de steun af van de inspanningen van de producenten om de nieuwe energiezuinige koelkasten bij de consument ingang te laten vinden.

Andere goede voorbeelden van een gecombineerde inzet van technology push en market pull maatregelen bestaan o.a. in Zweden en Denemarken (IEA, 2002). Een Vlaams tegenvoorbeeld vormt wellicht de bodemsaneringstechnologie. Het bodemsaneringsdecreet uit 1995 heeft een krachtige vraag gecreëerd naar performante bodemsaneringstechnieken, maar hierop werd onvoldoende ingespeeld langs de kant van het technologiebeleid om de al aanwezige O&O-expertise optimaal te benutten en een eigen Vlaamse know how op te bouwen.

**4.1.2 Realisatie van systeeminnovaties**

Diffusie van bestaande technologieën en incrementele technologische innovaties zijn noodzakelijk maar onvoldoende. Een beleid gericht op milieugerichte technologische ontwikkelingen moet ook een centrale plaats geven aan het bevorderen van innovaties op systeemniveau (energiesystemen, transportsystemen, ...). Dit vergt een lange termijnperspectief (1), met blijvende aandacht voor de korte termijn (2), maatregelen inzake 'structuur' en 'cultuur' naast 'technologie' (3) en transitie-management (4).

*(1) Lange termijnperspectief.*

Het milieubeleid moet nog nadrukkelijker dan vandaag een lange termijnperspectief hanteren. Ook in het innovatiebeleid is dit nodig. Zowel marktpartijen als het huidige instrumentarium zijn immers vooral gericht op het korte en middellange termijn onderzoek. Onder druk van de liberalisering, o.a. in de energiesector, blijkt bovendien dat de tijdshorizon van marktpartijen eerder korter dan langer wordt. Door de toegenomen concurrentie ontstaat de neiging te bezuinigen op O&O-kosten en dan vooral op het meer lange termijn gerichte onderzoek. Hierdoor stijgt het belang van ondersteuning van het lange termijn O&O.

*(2) Ook aandacht voor de korte termijn.*

Een lange termijnperspectief betekent echter niet dat de rol van de overheid moet worden beperkt tot lange termijn O&O. Er is blijvende aandacht nodig voor de korte termijn. Want door het beter gebruiken van de huidige productiesystemen en het verbeteren van processen en producten binnen de bestaande technologische trajecten is nog veel milieuverbetering te halen. Bovendien is een evenwicht tussen 'oude' en 'nieuwe' ideeën wenselijk om voldoende technologische opties open te houden, en om korte en lange termijn belangen met elkaar te kunnen verzoenen (Kader 7). Een beleid dat te sterk gericht is op technologische innovaties op langere termijn riskeert de voeling te verliezen met de noden van vandaag. Een beleid dat te sterk gericht is op incrementele innovaties riskeert de voeling te verliezen met de noden op langere termijn, en dus O&O te stimuleren op technologietrajecten zonder toekomst.

Kader 7: Voorbeeld schoon fossiel

Het Nederlandse nationaal milieubeleidsplan (NMP4) stelt dat de transitie naar een duurzame energiehuishouding langs drie sporen kan worden gerealiseerd. Zij vormen ook de drie deelgebieden voor het Nederlandse O&O-beleid op energievlak: hernieuwbare energiebronnen, energie-efficiëntie en "schoon fossiel". "Schoon fossiel" betreft geavanceerde energietechnologie waardoor het gebruik van fossiele brandstoffen niet of bijna niet leidt tot (CO<sub>2</sub>-)emissies. Er zijn hierbinnen drie trajecten: sterk geconcentreerde CO<sub>2</sub>-stromen in de industrie (kunstmest en olieraffinage); afvang en opslag van CO<sub>2</sub> bij elektriciteitscentrales die fossiele brandstoffen gebruiken; en de productie van waterstof uit aardgas met CO<sub>2</sub>-opslag. Concrete voorbeelden zijn de zero emission power plant, het bijmengen van waterstof in aardgas en brandstofcellen. Het derde spoor (schoon fossiel) is niet gericht op systeeminnovaties, maar op incrementele innovaties binnen het bestaande technologisch regime van energieopwekking uit fossiele brandstoffen. De reden dat deze optie een plaats krijgt op de Nederlandse O&O-agenda is drievoudig. Ten eerste zijn fossiele energiedragers, vanwege de aanzienlijke voorraden, wellicht nog tot ver in deze eeuw van groot belang voor de energievoorziening. Ten tweede wordt het potentieel van 'schoon fossiel' voor CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 even groot ingeschat als dat van maatregelen inzake hernieuwbare energiebronnen of van energie-efficiëntie (ongeveer 50-60 Mton). Tot slot wil men alle opties open houden en vermijden dat men kiest voor het (achteraf gezien) 'verkeerde' technologisch traject. Op dit moment is het immers onduidelijk welke energietechnologieën in de toekomst in welke verhouding naast mekaar zullen bestaan.

*(3) Naast technologie ook structuur en cultuur.*

Technologische veranderingen zijn noodzakelijk maar niet voldoende voor systeeminnovaties. 'Technologische kennis' is een basiscomponent van de kennisgedreven economie, maar ook marktkennis (creatie en diffusie van nieuwe vormen van behoeften), en managementkennis (creatie en diffusie van nieuwe bedrijfsmodellen) maken daar deel van uit. Een 'systeeminnovatie' omvat dan meer dan technologische innovaties op systeemniveau. Het gaat om onderling met elkaar verweven ontwikkelingen in technologie (productiepatronen), behoeften (consumptiepatronen) en maatschappelijke organisatie (bedrijfsorganisatie, rol van de overheid, ...). M.a.w. veranderingen in *zowel technologie als cultuur en structuur*, die op elkaar inwerken en elkaar versterken.

*(4) Transitie management.*

Veranderingen in technologie, structuur en cultuur kunnen op verschillende manieren vorm krijgen. In een aantal gevallen zal dat moeten gebeuren door een maatschappelijk transformatieproces van lange duur (meer dan een generatie). Transitie management is een bewuste poging om deze structurele lange termijn veranderingen stapsgewijs tot stand te brengen. De klemtoon ligt daarbij op het bevorderen en beïnvloeden van maatschappelijke interacties. Er wordt dus niet getracht om veranderingen te forceren, maar om de aanwezige kansen en dynamiek voor verandering in de samenleving aan te wenden en te oriënteren in de richting van lange termijn transitiedoelen. De aangrijpingspunten voor het beleid zijn dan de verschillende belangen van actoren, hun kennis, agenda's, verwachtingen, relaties en afhankelijkheden. In wezen gaat het om een andere aanpak van overheidsbeleid, die op een heel aantal punten breekt met de traditionele wijze waarop het milieubeleid vandaag wordt gevoerd (Tabel 9). Het kan worden getypeerd een nieuw, dynamisch industriebeleid voor het

milieu, dat bestaat en groeit naast het 'lopende' milieubeleid en daar nieuwe dimensies en een nieuwe beleidscultuur aan toevoegt.

Tabel 9: Traditioneel milieubeleid en transitie management vergeleken

Traditioneel milieubeleid	Transitiemanagement
Korte termijnhorizon: milieudoelstellingen komen tot stand via het doortrekken en periodiek verscherpen van het bestaande beleid in de toekomst	Gericht op lange termijn denken (25 jaar en meer) en formulering van transitiedoelen, als afwegingskader voor korte termijn doelstellingen
Inkapseling: vooropgestelde randvoorwaarden (bv. kosteneffectiviteit) bepalen de beleidsruimte en leiden enkel tot incrementele verbeteringen.	Gericht op fundamentele vernieuwing (systeeminnovaties) op technologisch en institutioneel vlak
Uitvoeringsoriëntatie: periodiek worden doelstellingen geformuleerd en vervolgens maatregelen ingezet om deze doelstellingen te realiseren. Er is weinig reflectie op resultaten, en weinig feedback naar oorspronkelijke doeleinden	Gericht op het opdoen van ervaring en leereffecten, o.a. door het stimuleren van innovatieve initiatieven, experimenten en interacties (learning by doing en learning by learning)
Trajectoriëntatie: beleidsdossiers en middelen zijn gericht op technologieën die op korte termijn bijdragen tot de realisatie van vooropgestelde doelen, waardoor technologische vooruitgang enkel plaatsvindt binnen bestaande technologisch trajecten (bv. grootschalige afvalwaterzuivering) en lock-in situaties ontstaan	Gericht op het openhouden van een variatie aan technologische opties voor de toekomst door kennis en technologische vernieuwing te stimuleren
Productoriëntatie: het beleid moeten leiden tot en wordt afgerekend op de realisatie van vooropgestelde milieudoelstellingen	Gericht op interacties tussen actoren en op verbreden van het maatschappelijk draagvlak. De overheid heeft met transitie zelf geen einddoel, wel een procesdoel (procesoriëntatie)
Probleemoriëntatie: reactief gericht op knelpunten en veroorzakers van milieuproblemen (peloton en achterblijvers)	Gericht op oplossingen (peloton en koplopers, niches en 'exoten')
Verkokering: beleid komt tot fragmentair tot stand, zonder veel samenwerking tussen beleidsdomeinen	Gericht op denken in termen van meerdere domeinen en verschillende actoren op diverse niveaus
Risicomijdend: risico's en onzekerheden worden verdoezeld door wetenschappelijke schijnobjectiviteit	Gericht op leren omgaan met risico's en onzekerheden, o.m. door te werken met scenario's
Hierarchisch-autoritair: de overheid bepaalt het beleid, stelt de doelen en grenzen, legt verplichtingen op en sanctioneert	Gericht op uitwerking van het beleid in samenspraak met stakeholders ('coproductie van beleid', overheid als 'change agent')
Niet visionair: maakt gebruik van toekomstverkenningen (forecasting), die bestaande dominante trends doortrekken en zich richten op wat in de toekomst waarschijnlijk is, maar niet vaak leiden tot trendbreukoplossingen.	Gericht op het ontwikkelen van creatieve toekomstbeelden en het identificeren van mogelijkheden voor radicale verandering, vanuit de vraag hoe een bepaalde toekomst bereikt kan worden (backcasting).

#### 4.1.3 Implementatie en organisatie van het beleid

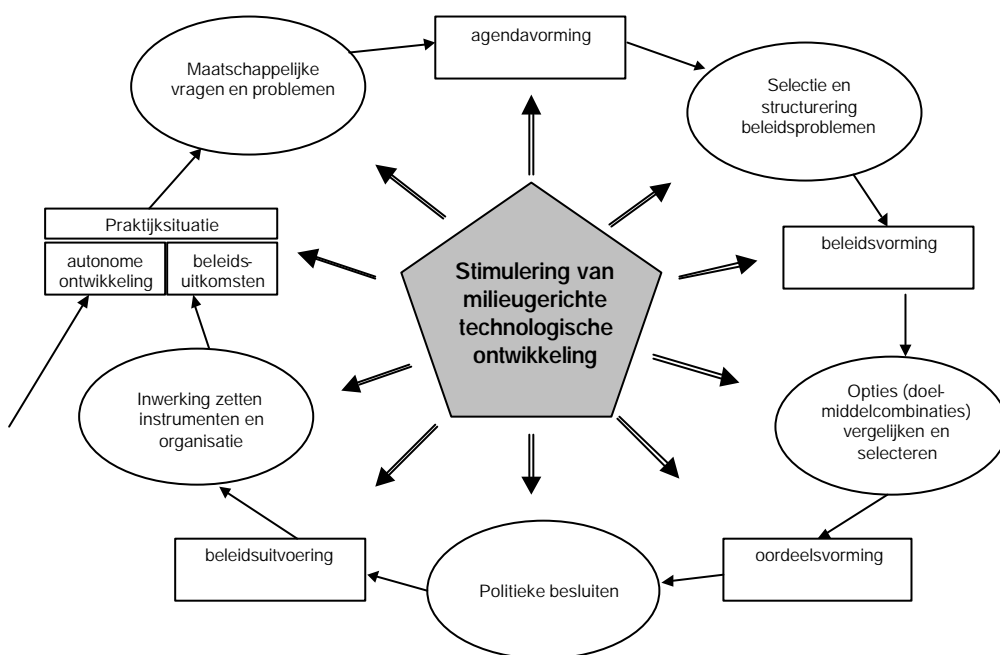
Voor de goede implementatie en organisatie van voorgaande punten is het van belang dat het stimuleren van milieugerichte technologische ontwikkelingen volwaardig wordt geïntegreerd in het reguliere milieu- en innovatiebeleid (1), de overheid een actieve rol speelt als 'change agent' (2), de uitwerking van het beleid op interactieve en stapsgewijze manier gebeurt (3) en gekozen wordt voor een goede internationale inbedding ervan (4).

*(1) Integratie in het reguliere milieu- en innovatiebeleid als nieuwe dimensie.*

Meer aandacht voor de bijdrage van de technologie vormt geen substituuat voor het hedendaagse milieubeleid. Het gaat om *een nieuwe dimensie*. Het is niet of-of maar en-en. Een innovatiegericht milieubeleid vraagt dus niet dat het milieubeleid minder streng wordt of milieudoelstellingen worden afgezwakt. Het vereist wél dat veel bewuster wordt omgegaan met de mogelijkheden en belemmeringen in het milieubeleid voor de bevordering van technologische innovaties. Eenzelfde redenering geldt voor het innovatiebeleid. Meer aandacht voor de rol van het innovatiebeleid bij het realiseren van milieudoelstellingen vormt een aanvulling op het hedendaagse innovatiebeleid, geen alternatief. Een milieugericht innovatiebeleid vraagt dus niet dat het innovatiebeleid volledig op milieudoelstellingen zou worden geheroriënteerd. Het vereist wél dat bij de uittekening van het innovatiebeleid bewuster wordt omgegaan met de bijdrage van de technologie aan milieuontwikkelingen, en in het bijzonder met de mogelijkheden van het innovatiebeleid om milieu-innovaties te bevorderen.

Deze nieuwe dimensie moet worden *geïntegreerd* in het reguliere milieu- en innovatiebeleid. Het wordt beter niet afgezonderd in afzonderlijke steunprogramma's voor milieutechnologieën of aparte cellen of commissies. Immers, iedere technologie die minder materialen en energie gebruikt en minder emissies veroorzaakt is de facto een milieutechnologie. Het zijn dan ook de randvoorwaarden van het reguliere innovatie- en milieu-beleid die innovaties in milieuvriendelijke richting moeten belonen en ondersteunen. Ook ter vergroting van de efficiëntie vindt best aansluiting plaats bij het bestaande milieu- en innovatiebeleid. Dit betekent dat de aandacht voor milieu-innovaties moet doorwerken in alle onderdelen van de beleidsketen (Figuur 13). Het gaat dus om een nieuwe dimensie, die echter niet louter bovenop wat al bestaat komt maar tegelijk ook aanpassingen aan bestaande regelgeving, procedures en werkwijzen veronderstelt.

Figuur 13: Integratie van aandacht voor milieugerichte technologische innovaties in de beleidsketen van het milieu- en innovatiebeleid



## (2) Zelfmanagement door de overheid.

Het is in eerste instantie aan de ondernemingen om technologische innovaties te ontwikkelen en daarvan gebruik te maken om nieuwe markten te veroveren. Maar voldoende milieugerichte technologische innovaties zullen zonder een actief overheidsbeleid niet op de gewenste termijn tot stand komen. De rol en verantwoordelijkheid van de overheid is dan ook bijzonder groot. Zij moet 1° de verdere ontwikkeling van kennis en technologie en de implementatie daarvan ondersteunen, 2° heldere doel- en taakstellingen te formuleren en stabiele randvoorwaarden creëren die duidelijkheid bieden, en 3° via handhaving en wet- en regelgeving of andere instrumenten de realisatie van deze doelstellingen en randvoorwaarden verzekeren. In aanvulling op deze traditionele taken, komt er een vierde taak bij, nl. die van 'change agent' of sponsor en promotor van systeeminnovaties. Hierbij is er een combinatie nodig van 'leiderschap' en 'procesbegeleiding' bij het opstellen en uitvoeren van een 'transitieagenda' door de betrokken actoren zelf. Het zal individuele actoren, en ook de overheid, immers niet lukken om dergelijke innovaties alleen te realiseren. De overheid dient de verschillende actoren bij elkaar te brengen om kennis uit te wisselen en samen te zoeken naar nieuwe, creatieve oplossingen. Dit vereist financiële ondersteuning uit publieke en private bronnen, maar ook continuïteit en eenduidigheid in het overheidsbeleid zijn noodzakelijk. Het vergt ook een goede beleidsafstemming tussen zowel beleidsdomeinen als verschillende overheidslagen, en een hoge prioriteit voor lange termijn doelen. Vanwege de lange duur van

transitieprocessen is het daarbij extra van belang dat de overheid een breed maatschappelijk draagvlak genereert. De effectiviteit van een transitiebeleid gericht op systeeminnovaties staat of valt immers met de inzet en gedrevenheid van alle betrokkenen: overheid, bedrijfsleven, kennisinstututen en een scala van maatschappelijke groeperingen. *Transitiemanagement* door de overheid moet dan ook voor een groot deel *zelfmanagement* zijn.

### *(3) Interactieve en stapsgewijze uitwerking van het beleid.*

Zeker voor een omvattende en complexe uitdaging als het versnellen van milieugerichte technologische innovaties, is een *interactieve beleidsontwikkeling* meer wenselijk dan de traditionele blauwdrukachtige, 'top-down' vorm van beleidsbepaling. Er zijn immers nog vrij veel onzekerheden en onbekendheden, er is de wisselwerking tussen technologie, structuur en cultuur, enz. Bij een interactieve beleidsontwikkeling komt (nieuw) beleid tot stand in overleg en samenwerking met de betrokkenen. Het beleid wordt niet voor langere tijd vastgelegd, maar vormt een fase in een voortdurend interactie- en leerproces. In deze context kan ook worden gewaarschuwd voor al te ambitieuze ingrepen of wijzigingen in de bestaande taakverdeling en organisatie, waardoor dit proces niet goed op gang komt of stilvalt. Naast een interactieve is dus ook een stapsgewijze uitwerking van het beleid wenselijk. Dergelijke aanpak begint met relatief beperkte wijzigingen aan bestaande structuren, taken en opdrachten. Van daaruit kan ervaring worden opgedaan, groeit het beleid geleidelijk en worden meer fundamentele ingrepen mogelijk.

### *(4) Internationale inbedding.*

Er vindt geleidelijk een verschuiving plaats van nationaal naar Europees of zelfs mondiaal onderzoek, ook bij milieu- en energietechnologie<sup>37</sup>. Door deze internationalisering leidt de ambitie om alles zelf te willen doen tot een inefficiënte inzet van middelen. Een realistische strategie vraagt keuzes, die wellicht leiden tot inzet van lange termijn O&O op een beperkt aantal milieu- en energietechnieken. Vlaanderen is immers een bescheiden speler en kan bij O&O niet alles zelf doen. Een criterium daarbij kan zijn dat het lange termijn O&O dat Vlaanderen stimuleert, een kwalitatief hoog niveau moet hebben in internationaal verband. Als dat niet het geval is, is het voor het bereiken van de milieu- en energiedoelen waarschijnlijk efficiënter om de kennis uit het buitenland te importeren. Ook de toepasbaarheid door Vlaamse bedrijven kan een criterium zijn. Concreet kan worden gedacht aan een tweesporenbeleid voor de stimulering van het Vlaamse milieu- en energie O&O. Enerzijds kunnen, aansluitend op de al aanwezige kennisinfrastructuur in Vlaanderen en de daaruit voortvloeiende internationale kennispositie, speerpunten worden geselecteerd waarop het milieu- en energiegerichte O&O-beleid zich concentreert. Daarbij wordt best een structurele samenwerking tussen Vlaanderen en internationale partijen gerealiseerd. Anderzijds moet de Vlaamse kennisinfrastructuur, naast topposities op een aantal speerpunten, voldoende vermogen hebben om kennis die Vlaanderen niet zelf in huis heeft elders af te tappen en nieuwe ontwikkelingen snel te kunnen oppakken (importeren van kennis uit het buitenland). Voor internationale samenwerking ligt het initiatief ook primair bij bedrijven en kennisinstellingen, maar de overheid dient hierbij faciliterend en zo nodig stimulerend op te treden. Dit kan via het ondersteunen van netwerkvorming, het bevorderen van het inzicht in wat het buitenland Vlaanderen kan bieden, het actief begeleiden van onderzoeksvoorstellen die kaderen in Europese O&O programma's, enz.

## **4.2 Instrumenten voor een milieugerichte technologische ontwikkeling**



Na deze bouwstenen voor een strategie ter bevordering van een milieugerichte technologische ontwikkeling, willen we een stap verder gaan en enkele concrete instrumenten bespreken die mogelijk kunnen worden ingezet. Een goed vertrekpunt daarvoor, is een analyse van de belemmeringen die verklaren waarom er minder milieugericht O&O gebeurt dan O&O naar andere technologieën, en waarom milieu- en energietechnologieën, zelfs wanneer ze rendabel zijn, niet altijd worden geïmplementeerd. We hebben deze laatste samengevat in Tabel 10. Zij werden ingedeeld in vier hoofdgroepen: kennisbarrières, financieel-economische barrières, fysiek-technische barrières en beleidsmatige barrières. Dit overzicht geeft in feite al een eerste agenda voor het beleid. Zo kunnen bijvoorbeeld *financieel-economische belemmeringen* worden verminderd door o.a. het milieu- en energiegebruik beter te internaliseren in de prijzen, door het energiediensten en alternatieve financiering (bv. derde partij financiering) te stimuleren, enz. *Informatie- en kennisbarrières* kunnen worden aangepakt door informatie- en demonstratieprojecten enz.

Een gedetailleerde bespreking van al deze barrières en de daaraan gekoppelde instrumenten zou ons echter te ver leiden. We willen eerder op een algemeen niveau aangeven wat het huidige milieubeleid resp. innovatiebeleid kunnen doen om een milieugerichte technologische ontwikkeling te bevorderen. Daarnaast behandelen we mogelijke instrumenten van transitiebeleid.

Tabel 10: Enkele belemmeringen voor de inzet van milieu- en energiebesparende technologieën

informatie- en kennisbarrières	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informatie over de beschikbare technologieën en hun prestaties is niet altijd even goed bekend.</li> <li>▪ Het energiegebruik is verspreid over talrijke toepassingen op verschillende plaatsen en tijdstippen, waardoor het vaak niet duidelijk is waar en hoe energie kan worden bespaard.</li> <li>▪ Signalen over de behoeften en interesse van de markt in nieuwe technologieën bereikt de ontwikkelaars en verspreiders ervan niet of onvoldoende.</li> </ul>
financiële en economische barrières	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Het aandeel van milieu- en energie-uitgaven in de totale kosten van vele bedrijven en gezinnen is vrij laag, waardoor er weinig interesse bestaat voor vermindering van deze kosten en men geen geld wil uitgeven aan extern advies of dienstverlening.</li> <li>▪ Nieuwe technologieën kosten vaak meer dan bestaande technologieën, ook omdat die in het verleden al hebben geprofiteerd van schaalvoordelen en leereffecten.</li> <li>▪ Reële en gepercipieerde risico's van nieuwe technologieën zijn groter dan voor bestaande. Dit geldt niet alleen t.a.v. de economische en milieuprestaties. Nieuwe technologieën vergen soms ook nieuwe werkprocedures, nieuwe kennis en vaardigheden, nieuwe leveranciers, enz.</li> <li>▪ Soms worden belangrijke beslissingen worden niet genomen door de eindgebruiker, maar door architecten, fabrikanten van apparatuur, aankoopdepartementen in bedrijven en instellingen, eigenaars van huurwoningen, ... die achteraf niet zelf de milieu- en energiekosten moeten betalen.</li> <li>▪ Er kunnen moeilijkheden bestaan bij het aantrekken van kapitaal, zowel door bedrijven als gezinnen.</li> <li>▪ De relevante kapitaalkost voor bedrijven of gezinnen is vaak niet de terugverdiëntijd van een bepaald project op zich, maar de opportuniteitskosten om de middelen in dat project te investeren en niet in een ander.</li> <li>▪ Grote bedrijven hanteren vaak een systeem kapitaalrantsoenering. In plaats van alle projecten toe te laten die een bepaald rendement halen, stellen hoofdzetels een limiet op de beschikbare investeringsfondsen.</li> <li>▪ Voor gezinnen en sommige bedrijven is het initiële investeringsbedrag belangrijker dan het rendement of de terugverdiëntijd van een investering.</li> <li>▪ Gevestigde belangen gerelateerd aan conventionele technologieën kunnen hun macht aanwenden om de introductie van nieuwe technologieën te verhinderen.</li> <li>▪ Een nieuwe technologie past soms niet in het heersende verwachtingspatroon en de nu bestaande voorkeuren van gebruikers en consumenten.</li> </ul>
fysieke en technologische barrières	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sommige nieuwe technologieën vergen investeringen in nieuwe infrastructuur (bv. 'tankstations' voor voertuigen op alternatieve brandstoffen), hetgeen de reikwijdte van een individuele onderneming overstijgt (netwerkexternaliteiten). Dit leidt tot een 'kip of ei' probleem: gebruikers zijn niet geïnteresseerd zolang geen uitgebouwde infrastructuur bestaat, en er wordt niet geïnvesteerd in een nieuwe infrastructuur zolang er geen voldoende vraag is.</li> <li>▪ De introductie van nieuwe technologieën kan worden belemmerd door weerstand tegen ongewenste neveneffecten (bv. geluids- en visuele hinder van windmolens).</li> <li>▪ De lange levensduur van vele kapitaalgoederen beperkt het tempo waartegen nieuwe technologieën een plaats kunnen veroveren.</li> </ul>
beleidsmatige barrières	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Overheidsregels (bv. middelvoorschriften) en tijdrovende procedures voor bv. evaluatie, certificatie en vergunningen kunnen invoering van nieuwe technologieën belemmeren of vertragen.</li> <li>▪ Het overheidsbeleid kan inconsistent, onvoorspelbaar of ongelofwaardig zijn. Zo leidt onzekerheid over de toekomstige energieprijzen en milieueffingen betekent ook onzekerheid over de toekomstige kostenbesparingen die</li> </ul>

#### 4.2.1 Wat kan het milieubeleid doen?

Het milieubeleid kan veel meer het belang van technologische innovaties erkennen en daarnaar handelen. Dit impliceert deels een voortzetting en versterking van het huidige beleid op onderdelen, en deels een bijsturing van dat beleid. Concreet kunnen volgende maatregelen worden vermeld.

##### *(1) Internalisering van externe milieukosten.*

Afwegingen van actoren over investeren, produceren en consumeren kunnen in een groeiende economie wellicht enkel leiden tot een absolute ontkoppeling van de milieudruk als er een generiek overheidsbeleid wordt gevoerd, gericht op internalisering van externe milieukosten. Ook de evaluatie van programma's in andere landen gericht op de stimulering van duurzame technologische ontwikkelingen (DTO) wijst dit uit: zonder voldoende internalisering is de stimulans om te investeren in O&O te laag en zijn de resultaten van O&O-inspanningen vaak onvoldoende rendabel. Belangrijke instrumenten om de milieukosten in de prijzen te verwerken zijn heffingen, emissiehandel en afschaffing van milieuschadelijke directe en indirecte subsidies.

Het internaliseren van milieukosten in de prijzen is echter geen eenvoudige zaak, zeker in het geval van internationaal onvoldoende gecoördineerd beleid. Bovendien leiden de genoemde instrumenten niet automatisch tot innovatie. Voor elk instrument geldt immers dat de vormgeving cruciaal is voor de effectiviteit ervan. Economische instrumenten zijn trouwens niet voor alle milieuproblemen de beste beleidskeuze. Tot slot zijn heffingen en andere instrumenten gericht op internalisering niet helemaal effectief als er ook andere, meer belangrijke belemmeringen zijn zoals gebrek aan informatie, hoge onzekerheid, beperkte toegang tot de kapitaalmarkt, enz. Het milieubeleid moet dan ook blijvend streven naar internalisering, maar initiatieven terzake moeten worden aangevuld met andere maatregelen.

##### *(2) Een voor innovatie gunstig regelgevend en beleidskader*

Naast een generieke maatregel zoals internalisering, kan het milieubeleid bijdragen aan milieugerichte technologische ontwikkelingen door het regelgevend en beleidskader beter af te stemmen op de karakteristieken die bepalend zijn voor het stimuleren van innovaties: strengheid, flexibiliteit, adequaat tijdsplan voor implementatie en zekerheid/voorspelbaarheid, samen met een open beleidsstijl. Het stimuleren van milieugerichte innovaties vergt dan ook meer stabiliteit, continuïteit en eenduidigheid in het milieubeleid. Dit veronderstelt duidelijke en ambitieuze maar tegelijk ook haalbare en geloofwaardige lange termijn doelen, een consistente beleidsvisie en een onderbouwde en doordachte uitwerking van het beleid zelf. Vandaag zijn deze voorwaarden in Vlaanderen onvoldoende vervuld. Bovendien zijn zowel het analysekader en -instrumentarium (milieuprobleemketen, gehanteerde economische en beleidsmodellen, ...) als de overheidsorganisatie en de huidige milieuwetgeving onvoldoende gericht op stimulering van milieugerichte technologische ontwikkelingen. Sommige onderdelen lijken zelfs innovaties te belemmeren.

Het is dan ook aangewezen om ten eerste bij de totstandkoming van nieuwe maatregelen (waaronder vergunningvoorschriften, algemene gebods- en verbodsbepalingen en convenanten), altijd nadrukkelijk aandacht te besteden aan mogelijkheden tot bevordering van technologische innovaties of tot wegnemen van belemmeringen. Ten tweede is het zinvol om de bestaande regelgeving regelmatig te laten doorlichten en waar nodig aan te passen (bv. screening van middelvoorschriften in Vlaamse en andere milieuwetgeving). In beide gevallen is het noodzakelijk dat men zich beter bewust is dat er een wezenlijk verschil bestaat tussen stimulering van technologische innovatie en stimulering van diffusie van bestaande technologieën.

### *(3) Aanvulling en verbreding van het milieu-instrumentarium*

Verder suggereren we dat goede voorbeelden uit het buitenland die in Vlaanderen nog niet bestaan of onvoldoende zijn uitgewerkt, worden bekeken. Een heel aantal zijn al de revue gepasseerd. Concrete voorbeelden op niveau van *instrumenten* zijn 'technology forcing standards', 'innovation waivers', sommige subsidiesystemen, 'environmental technology verification/certification', specifieke informatie- en diffusieprogramma's, verbreding van instrumenten voor bedrijfsmilieuzorg naar stimulering van strategisch milieumanagement enz. Voorbeelden op een meer *algemeen niveau* zijn het gebruik van O&O-indicatoren bij de opvolging van het milieubeleid; van scenario's<sup>38</sup> bij de voorbereiding ervan, enz.

### *(4) Milieubeleid als pleitbezorger voor integratie in andere beleidsdomeinen*

Tot slot is het van belang dat het milieubeleid zich opstelt als pleitbezorger voor de integratie in andere beleidsdomeinen van de hier ontwikkelde ideeën rond milieugerichte innovaties. Een groot deel daarvan moet immers niet alleen in het milieubeleid maar ook elders concreet vorm krijgen. Hierbij moet in de eerste plaats worden gedacht aan het energiebeleid, het mobiliteitsbeleid en het huisvestingsbeleid. Zeker op deze terreinen is gezien hun huidige milieu-impact en de aanwezige belemmeringen voor de noodzakelijke systeeminnovaties (lock-in effecten), een actieve houding vanuit het milieubeleid van groot belang. Het gaat in vele gevallen immers om infrastructuur met een lange levensduur. Hierdoor is het tempo waartegen nieuwe technologieën een plaats kunnen veroveren beperkt en blijft de negatieve milieu-impact jarenlang aanwezig. Het is dan ook van enorm belang om het moment waarop deze kapitaalgoederen worden vervangen maximaal te benutten en op dat ogenblik de eco-efficiëntie wezenlijk te verhogen (bv. informatieprogramma's, product-, emissie en prestatienormen, bouwvoorschriften, ...). Daarnaast kan voortijdige vervanging of verbetering van slecht presterende kapitaalgoederen worden gestimuleerd (bv. renovatie, na-isolatie).

Andere voorbeelden van noodzakelijke integratie in andere beleidsdomeinen, zijn het stimuleren in het economisch beleid van maatschappelijk verantwoord ondernemen, en het realiseren van een hogere prioriteit voor milieu in de beleidsdomeinen export, buitenlandse handel en buitenlandse betrekkingen en bij overheidsaankopen ('public procurement').

## **4.2.2 Wat kan het innovatiebeleid doen?**

Het innovatiebeleid kan ook veel meer het belang van milieugerichte technologische innovaties erkennen en ernaar handelen. Dit impliceert ook hier deels een voortzetting en versterking van het huidige beleid op onderdelen, en deels een bijsturing van dat beleid. Concreet kunnen volgende maatregelen worden vermeld.

### *(1) Voortzetting en versterking van het algemene innovatiebeleid*

Veel barrières voor milieu-innovaties komen ook bij andere nieuwe technologieën voor. In de ontwikkelingsfase zijn onder meer het ontbreken van financiering, risicoaversie en onzekerheid, onvoldoende informatie en het ontbreken van de nodige expertise en gekwalificeerd personeel factoren die de ontwikkeling van nieuwe technologie beperken. In dit opzicht zijn de lessen en instrumenten van het algemene technologiebeleid volledig van toepassing op het gebied van milieu- en energietechnologie. Dit betekent dat ook voor milieu-innovaties de voortzetting en versterking van het algemene innovatiebeleid essentieel is. Ter illustratie kunnen we verwijzen naar de doelstellingen die terzake in Europees verband zijn gesteld: de samenhang van het innovatiebeleid vergroten, een voor innovatie gunstig regelgevingskader stimuleren, de oprichting en groei van innoverende ondernemingen aanmoedigen, sleutelinterfaces in het innovatiesysteem verbeteren, en een samenleving creëren die openstaat voor innovatie.

(2) *Inzet van aanvullende maatregelen voor de stimulering van milieu-innovaties*

Milieu-innovaties hebben, zoals eerder aangegeven, echter ook specifieke kenmerken waardoor zij zich onderscheiden van andere types innovaties en waardoor minder milieugericht O&O gebeurt dan O&O naar andere technologieën. Daarbij komt nog dat marktpartijen en ook het huidige instrumentarium vooral gericht zijn op het korte en middellange termijn onderzoek. Het milieubeleid vergt evenwel transitie, en dus lange termijn onderzoek met de bijhorende termijnen, onzekerheden en ambities. In dit licht zijn de reguliere innovatie-instrumenten ontoereikend. *Aanvullende maatregelen* voor de stimulering van milieu-innovaties lijken dan ook gerechtvaardigd.

Daarbij moet niet zozeer worden gedacht aan nieuwe, afzonderlijke impulsprogramma's voor milieutechnologieën, maar aan de *integratie* van milieu in bestaande programma's (zoals momenteel in Vlaanderen gebeurt). Dat geldt o.a. voor instrumenten gericht op scholing en starters, maar ook voor financiële regelingen. In aanvulling hierop zijn specifieke maatregelen aangewezen, gericht op de verdere ontwikkeling van de "milieukennisinfrastructuur", en met name, zoals al vermeld, op de aanpak van zwakke schakels in het milieu-innovatieproces. Verder onderzoek en overleg zijn nodig om deze vast te stellen. Aandachtspunten zijn alvast de bevordering van samenwerkingsverbanden tussen actoren en met internationale partners, de creatie van experimenten en netwerken voor lering en interactie, trajectbegeleiding van ideevorming naar O&O en het op de markt brengen, financiering voor risicovolle projecten, bevordering van publiek-private samenwerking, kennisimport, kennisverspreiding naar bedrijven en communicatie naar de samenleving, demonstratie van technologie, monitoring van het beleid, stimulering van lange termijnonderzoek en 'beleidsleren'.

Inhoudelijk moeten wellicht *prioriteiten* worden gelegd in het publiek gefinancierde langetermijnonderzoek voor milieu en energie. De middelen zijn beperkt, waardoor niet alle opties even sterk kunnen worden ondersteund. Ook door de internationalisering van het onderzoek is een selectie van onderzoeksprioriteiten wenselijk. Het is daarbij van belang dat de keuze voldoende richtinggevend is, en tegelijk ook voldoende algemeen en flexibel zodat keuzes voor specifieke technologieën worden vermeden en indien nodig kan worden bijgestuurd. De invulling van de lange termijn onderzoeksagenda moet op onderbouwde wijze en in nauw overleg met de relevante actoren plaatsvinden (Kader 8).

Kader 8: Prioriteiten in de Nederlandse (MEZ, 2002)

De Nederlandse Energie Onderzoek Strategie (EOS) stelt dat de voorbijgaande inzet van het publiek gefinancierde energie-O&O leidt tot versnippering. Het is beter om een beperkt aantal zaken goed, dan veel zaken half. Daarom moet het lange termijn publieke energie-O&O zich concentreren op een beperkt aantal onderwerpen. Voor de selectie van prioriteiten geldt als belangrijkste criterium de bijdrage aan de transitie naar een duurzame energievoorziening met een gewaarborgde voorzieningszekerheid. Bijkomend criterium is een mogelijke Nederlandse topositie in internationaal verband op het desbetreffende energiegebied. Dat leidt tot de indeling naar thema's, weergegeven in de onderstaande tabel. Het energieonderzoek moet zich volgens de EOS voornamelijk richten op de *speerpunten*. Om versnippering van het onderzoek te voorkomen, is het wenselijk niet meer dan bijvoorbeeld vijf speerpunten te kiezen. *Kennisimportthema's* zijn uit energieoogpunt van belang, maar door een zwakke kennispositie ligt het accent op het handhaven van kennis en het actief volgen en importeren van kennis in het buitenland (demonstratie, minder O&O). *Kennisexportthema's* zijn onderwerpen met een goede kennispositie, maar minder van belang uit specifiek energieoogpunt. Algemene technologiestimulering kan hier in de plaats komen van de af te bouwen ondersteuning via specifiek energie-O&O. Bij *niet-relevante thema's* geldt noch het argument van kennispositie, noch van het lange termijn energiebeleid. Hier wordt volledig geleund op kennis uit het buitenland en is afbouw van ondersteuning via specifieke energieonderzoeksmiddelen gewenst.

Het gaat evenwel niet om een statische indeling. Ontwikkelingen op energiegebied of de kennispositie kunnen ertoe leiden dat onderwerpen een andere prioriteit krijgen. Het concrete selectieproces voor de lange termijn onderzoeksagenda zal in nauw overleg met betrokkenen plaatsvinden. De voorlopige selectie van prioriteiten door de overheid (zie tabel) vormt een startpunt voor discussies met deze betrokkenen, waarna een keuze wordt gemaakt. De eindverantwoordelijkheid voor de keuze ligt bij de overheid. In de EOS wordt ook opgemerkt dat de keuze van speerpunten niet betekent dat de overige onderwerpen geen aandacht vragen. Bij kennisimport wordt immers kennis uit het buitenland gehaald. Maar dan moet Nederland wel daarvoor kunnen meepraten. Bovendien is flexibiliteit nodig: als nieuwe speerpunten opkomen, moet het mogelijk zijn daar snel op in te spelen. Dat vereist een basisinspanning. Onderdeel daarvan is beleidsondersteunende O&O, vooral gericht op transitievraagstukken, en fundamenteel onderzoek.

	Wel een bijdrage aan een duurzame energiehuishouding	Geen bijdrage aan een duurzame energiehuishouding
Nederland heeft internationale toppositie	speerpunten <ul style="list-style-type: none"> <li>• toekomstige gasinzet,</li> <li>• windoffshore en biomassa,</li> <li>• elektriciteits- en gasinfrastructuur,</li> <li>• energiegebruik in energie-intensieve sectoren</li> <li>• energiegebruik in de gebouwde omgeving</li> </ul>	kennisexportthema's
Nederland heeft geen internationale toppositie	kennisimportthema's <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schoon fossiel</li> <li>• Zon-pv</li> </ul>	niet relevante thema's inzet van kolen

### (3) Aanvulling en verbreding van het instrumentarium

Instrumenten of benaderingen die ook voor milieutechnologie opgang maken zijn o.a. meer vraaggestuurd en TA onderzoek, 'technology forecasting' en 'technology roadmaps'.

Veel stimuleringsprogramma's op het gebied van technologische ontwikkeling leggen tot op heden de nadruk op ontwikkeling en overdracht van technologische kennis. Om meer aansluiten bij de wensen en behoeften van de gebruikers ervan, ontstaat meer aandacht voor programma's die worden opgezet met een *vraaggerichte invalshoek* als uitgangspunt. Dit betekent dat meer actoren worden toegelaten in het proces van onderzoek en kennisontwikkeling en zoeken naar participatieve onderzoeksvormen. In dit licht vermelden we ook *technologisch aspectenonderzoek* (TA) en het Vlaams Instituut (viWTA) dat terzake recent werd opgericht. Het heeft als taak de verschillende aspecten en gevolgen van de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling voor de samenleving te bestuderen, en het maatschappelijke debat daarover in Vlaanderen te bevorderen.

'*Technology forecasting* of technologieverkenning wordt, ook voor milieu, meer en meer gebruikt als een hulpmiddel om nieuwe toekomstige technologieën en ontwikkelingen op te sporen en het beleid van zowel bedrijven als overheden daarop af te stemmen (Kader 9). Technologieverkenningen zijn systematische pogingen om te kijken naar de ontwikkeling op langere termijn van wetenschap, technologie, economie en maatschappij, met als doel het identificeren van opkomende nieuwe technologieën. Het zijn geen voorspellingen, maar gefundeerde veronderstellingen die bedrijven en overheid houvast bieden over de richtingen die de ontwikkelingen kunnen uitgaan. Zij stimuleren daardoor ook het strategisch denken. Technologieverkenningen hebben overigens niet alleen een informatieve waarde, maar blijken ook belangrijk te zijn om netwerken en interacties tussen onderzoekers en andere actoren te bevorderen.

Mede op basis van technologieverkenningen wordt in andere landen ook gewerkt aan zgn. '*technology roadmaps*'. Zij geven een samenhangende visie op de ontwikkeling van een bepaald gebied voor de komende 25 jaar en beschrijven de kansen en bedreigingen van technologieën. Verder geven de roadmaps een vertaling van deze ontwikkelingen naar technologische doelen en schetsen ze de weg die leidt tot het bereiken van deze doelen. Ook hier gaat het niet om een keuze door de overheid voor specifieke technologieën, maar om het aangeven van de verwachtingen t.a.v. toekomstige technologische ontwikkelingen.

#### Kader 9: Technologieverkenning: een voorbeeld uit Vlaanderen (Agoria Vlaanderen, 2002)

In opdracht van Agoria Vlaanderen voerde Incentim – de onderzoeksafdeling van de KULeuven die zich bezig houdt met innovatiemanagement – een technologieverkenning uit voor de volgende 10 à 15 jaar op de domeinen materialen, databeheer, software, mecha(tro)nica, energie en industrie algemeen. Daarbij werd beroep gedaan op recente 'technology forecasting' studies in buurlanden en op de expertise en de toekomstvisies van domeinexperts uit het bedrijfsleven en uit kenniscentra in eigen land. De technologieverkenning wil nieuwe ontwikkelingen en trends identificeren. Voor energie bijvoorbeeld verwacht men zowel voor hernieuwbare energiebronnen als voor traditionele energiebronnen belangrijke technologieverbeteringen (o.a. waterstof in brandstofcellen, fotovoltaïsche zonnecellen, nieuwe en lichtere materialen voor windenergie en getijdenenergie enerzijds, en kernenergie, efficiëntere elektriciteitsnetten, efficiënte en schone kolen-, olie- en gasverbranding, verfijnde technieken (microgasturbines) en nieuwe voorraden voor gas (methaanhydraten onder de oceaanbodem) anderzijds). Enkele belangwekkende ontwikkelingen, technologieën en toepassingen voor milieu en energie die werden geïnventariseerd zijn o.a.

Tegen 2000-2005	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hybride materialen, die polymeren en metalen combineren, breken door.</li></ul>
Tegen 2005-2010	<ul style="list-style-type: none"><li>• Productie in gesloten kringloop beheerst de industriële wereld</li><li>• Introductie van nieuwe materialen gebaseerd op nanotechnologie.</li><li>• Alle (productie)bedrijven hebben in situ installaties voor afvalverwerking.</li><li>• Biologisch afbreekbaar verpakkingsmateriaal raakt wijd verspreid.</li><li>• De uitbouw van controle- en sturingslagen en de inzet van enorme transistoren ('power electronics') maken het elektriciteitsnet almaar intelligenter en daardoor betrouwbaarder en efficiënter.</li><li>• Lineaire motoren vervangen meer dan 50% van de pneumatische en hydraulische systemen in lineair bewegende machines.</li><li>• Courant gebruik van goedkope lithium-polymeer-batterijen in consumenten- en voertuigtoepassingen.</li><li>• LED's vervangen gloeilampen in steeds meer toepassingen, zoals verkeerslichten.</li></ul>
Tegen 2010-2015	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geautomatiseerde voertuiggeleiding wordt courant in personenwagenverkeer.</li><li>• Biomaterialen leveren 20% van de chemische grondstoffen en 10% van de kunststoffen op wereldschaal</li><li>• Supergeleidende keramische kabels vervangen koper voor elektriciteitstransmissie.</li><li>• 25% marktaandeel voor biologisch afbreekbare kunststoffen</li><li>• In 25% van de auto's en in de meeste draagbare toestellen zitten brandstofcellen.</li><li>• Windturbines zijn goed voor 15% van de wereldwijde elektriciteitsproductie.</li></ul>
Tegen 2015-2020	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nanotechnologie doet zijn intrede in batterijen en batterijladers.</li><li>• De meeste verbrandingsmotoren slaan energie op bij het remmen op de motor.</li></ul>

#### *(4) Innovatiebeleid als pleitbezorger voor integratie in andere beleidsdomeinen*

Net zoals het milieubeleid heeft ook het innovatiebeleid vandaag al een horizontale beleidsambitie om via samenwerking met andere beleidsdomeinen haar eigen doelstellingen te realiseren. Het is van belang dat het innovatiebeleid zich ook als pleitbezorger opstelt voor de integratie in andere beleidsdomeinen van de hier ontwikkelde ideeën rond milieugerichte innovaties. Belangrijke beleidsdomeinen in dit verband zijn o.a., naast diegene al vermeld bij milieu, onderwijs en arbeidsmarkt.

Daarbij dient te worden samengewerkt met het milieubeleid zodat een *gecoördineerd beleid* kan ontstaan naar de andere beleidsdomeinen toe. Stimulering van milieugerichte technologische innovaties vergt uiteindelijk immers een 'horizontaal beleid' tussen meerdere overheidsdepartementen. De uitdaging bestaat er dus in een geïntegreerde strategie naar de andere beleidsdomeinen toe te ontwikkelen. Coördinatiestructuren tussen beide administraties (milieu en innovatie) zijn daartoe noodzakelijk, maar kunnen slechts goed werken als er overeenstemming bestaat over:

- het opzetten van de beleidsontwikkeling als een leerproces, waarbij experimenten worden gebruikt om nieuw ontwikkelde instrumenten of combinaties van instrumenten te testen op hun effectiviteit als 'change agent';
- het investeren in 'strategische intelligentie' om dit leren te kunnen begeleiden en te verankeren in al zijn fasen (prospectie, beleidsontwikkeling, monitoring, evaluatie);
- het hanteren van 'sociaal procesmanagement' bij dat leren, en dus voor sterke interactie met de actoren die gezamenlijk de uiteindelijke kenmerken van een 'systeem' bepalen.

#### **4.2.3 Transitie management**

Het denken in transitie is vernieuwend en ambitieus. Met het aansturen van een transitie gericht op een algemeen doel als duurzaamheid op een bepaald terrein, is in Vlaanderen en ook elders nog geen echte ervaring opgedaan. Bovendien is transitie management geen vast recept. De aanpak staat niet op voorhand vast. Al lerende moeten we ontdekken hoe transitie management vorm kan krijgen: welke rollen heeft de overheid; hoe activeer je het oplossend vermogen in de samenleving; hoe richt je de aanwezige infrastructuur in de samenleving op transitie? ... De concrete acties dienen het resultaat te zijn van leerprocessen en interacties tussen maatschappelijke actoren, met ruimte voor flexibiliteit. De lange termijnresultaten van

transitiemanagement kunnen dus niet van tevoren 'berekend' worden. Wel blijkt op basis van Nederlands en internationaal onderzoek dat o.a. volgende factoren belangrijk zijn:

- Denken in termen van transitieën, d.w.z. van samenhang tussen op elkaar inwerkende technologische, institutionele, ruimtelijke en structurele veranderingen, en dus ook: bevordering van samenwerking tussen beleidsdomeinen;
- Creëren van ruimte voor experimenten met nieuwe technologie en voor het gebruik van nieuwe technologieën in niches ('strategisch niche management', Kader 10);
- Organiseren van netwerken voor lering en interactie (discussiefora, samenwerkingsverbanden, innovatiecoalities, ...) tussen overheid, bedrijfsleven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties, intermediairs en consumenten/burgers;
- Zoeken van brede maatschappelijke steun voor systeeminnovaties (participatieve beleidsontwikkeling, rol van onderwijs, opdoen van concrete ervaring en successen, ...).

Kader 10: Strategisch niche management (Kemp, 1999)

Radical innovaties worden belemmerd door factoren zoals schaalvoordelen in het bestaande technologisch regime, institutionele en culturele drempels, beperkte informatie, enz. Hierdoor is sprake van padafhankelijkheid in de technologische vooruitgang en lock-in in bestaande technologische regimes. In deze context zijn zgn. niches belangrijk voor transitieën. Een niche is een experimenteerterruimte waarin een nieuwe technologie gedeeltelijk en tijdelijk is afgeschermd van de normale selectiedruk van de markt. Hierdoor wordt het leerproces rond een nieuwe technologie vergemakkelijkt, alsook de maatschappelijke inbedding ervan (verspreiding van kennis, aanvaarding door gebruikers, bijeenbrengen van kapitaal, ...). Het daadwerkelijke gebruik van een nieuwe technologie in de praktijk is immers een belangrijke voorwaarde om vooruitgang te boeken, d.w.z. om ervaring op te doen en te leren uit tekortkomingen en uit suggesties van gebruikers. Vanuit een niche kan de technologie zich dus verder ontwikkelen en kunnen nieuwe toepassingen ontstaan. Niches zijn m.a.w. een groeibed voor technieken en een stapsteen zijn voor radicale innovaties en systeemveranderingen. Dit geldt in het bijzonder voor zgn. 'pathway technologies'. Dit zijn technologieën die compatibel zijn met zowel het bestaande als nieuwe technologisch regime en een cascade van innovaties mogelijk maken. Energieopslag is daarvan een voorbeeld. De opslag van energie is belangrijk voor het gebruik van hernieuwbare energiebronnen zoals wind- en zonne-energie waarvan het aanbod fluctueert, maar is ook belangrijk voor het bestaande gecentraliseerde energiesysteem om pieken in de vraag op te vangen. *Strategisch niche management* is dan het gepland creëren en onderhouden (en later het gepland afbouwen) van niches voor nieuwe technische ontwikkelingen, en het linken van experimenten zodat er kan op worden verder gebouwd.

Ook is consensus gegroeid over een mogelijke werkwijze, die bestaat uit volgende stappen:

1. *Probleemoriëntatie en inventarisatie van actoren*. Eerst wordt het concrete milieuprobleem verkend, en wordt gekeken in welke richting oplossingen kunnen worden gezocht. Tegelijk brengt men in kaart wie betrokken moet worden bij de probleemformulering en bij de volgende stappen in het proces. In ieder geval gaat het om sleutelfiguren en opinieleiders uit de vierhoek overheid, kennisinstellingen, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties. Ook hun belangen, behoeften, visies, mogelijke inbreng en 'hindermacht' worden bekeken.

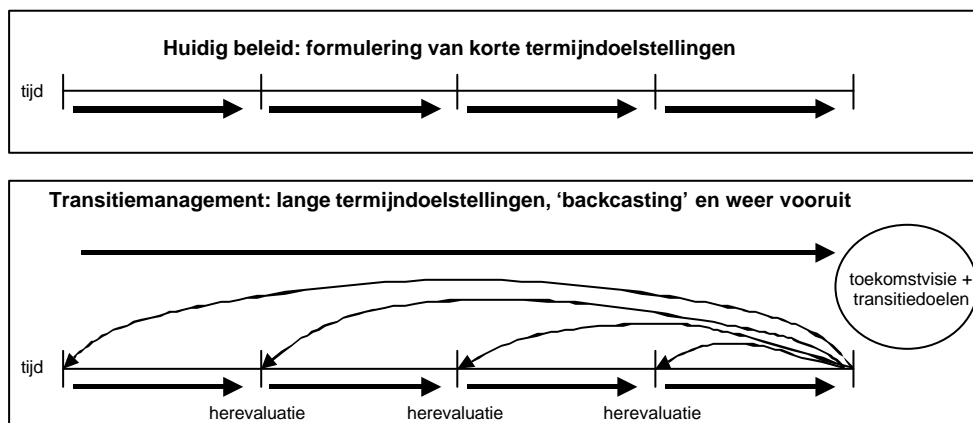
2. *Ontwikkeling van toekomstbeelden en transitiedoelen*. Vervolgens wordt een streefbeeld ontwikkeld voor de toekomst op voldoende lange termijn (25 jaar of meer), waaraan transitiedoelen worden gekoppeld. Het gaat daarbij niet om kwantitatieve doelstellingen zoals we die vandaag kennen (bv. bepaald percentage emissiereductie), maar om kwalitatieve totaalbeelden voor een bepaald terrein die fungeren als oriëntatiepunt voor het beleid op kortere termijn. Belangrijk daarbij is dat in deze fase niet vanuit de techniek een bepaalde oplossingsrichting wordt voorgeschreven. Men denkt eerder in termen van *functievervulling*, waardoor men zekerder is dat het beleid op essentiële, blijvende zaken is gericht. Mensen hebben geen behoefte aan kilowatturen stroom maar aan licht, geen behoefte aan gas maar aan warmte, enz. Men vraagt zich dus eerst af welke menselijke en maatschappelijke behoeften er zijn, en of dit blijvende behoeften zijn. Pas nadien is het de vraag welke technologieën kunnen of zouden moeten worden gebruikt bij het vervullen van die behoeften. Denken in termen van functievervulling laat ook toe dat mensen loskomen van het heden (bv. van de fysieke beperkingen van de huidige infrastructuur) en van korte termijn belangen, en stimuleert de verbeeldingskracht en creativiteit.

3. *Bepalen van interimdoelstellingen.* Voor de realisatie van de ontwikkelde toekomstbeelden zullen trendbreuken en interventies nodig zijn. Door interimdoelstellingen te bepalen, kan een brug worden gelegd tussen het lange termijn streefbeeld en korte termijn acties. Interimdoelstellingen zijn doelstellingen voor de kortere termijn (bv. 5 jaar). Zij kunnen kwantitatief worden geformuleerd zoals de huidige milieudoelstellingen, maar er zijn twee belangrijke verschillen. Ten eerste worden bij transitie management de interimdoelstellingen afgeleid van de lange termijn transitiedoelen, via een proces dat 'backcasting' noemt. Zij komen niet tot stand via het doortrekken en periodiek verscherpen van het bestaande beleid in de toekomst<sup>39</sup>, maar via het 'terugredeneren' vanuit het toekomstbeeld<sup>40</sup> (Figuur 14). Ten tweede worden interimdoelstellingen ook geformuleerd onder de vorm van procesdoelstellingen (kwaliteit van het transitieproces, gedrag en perspectieven van de verschillende actoren, ...) en leerdoelstellingen (wat werd er geleerd uit experimenten; welke opties werden open gehouden? ...).

4. *selectie van projecten.* Vervolgens worden projecten afbakenend op het gebied van duurzame technologische ontwikkeling, samen met de beoogde resultaten. De vorm kan per project verschillen. Het kan gaan om onderzoeksprojecten, communicatie- en demonstratieprojecten, invoeringsprojecten enz. Projecten met bijhorende beleidsmaatregelen worden niet alleen gekozen en beoordeeld op grond van hun bijdrage tot de transitiedoelen, maar ook op basis van hun bijdrage tot het transitieproces. Daarbij zijn de mogelijkheid van leereffecten, het openhouden van verschillende technologische opties en institutionele verandering belangrijke criteria.

5. *Periodieke evaluatie, gericht op bijleren.* Tot slot maakt transitie management gebruik gemaakt van periodieke evaluatierondes, die de realisaties in termen van milieuresultaten, dynamiek van het transitieproces en toegevoegde ervaring en kennis bekijken. De evaluaties zijn geen moment waarop het beleid wordt 'afgerekend', maar zijn in de eerste plaats gericht op bijleren: waarom precies werden interimdoelstellingen al dan niet gerealiseerd; hoe beoordelen de actoren het proces; op welke momenten en op welke manier werd het meest geleerd; en wat betekent dit alles voor het toekomstige beleid; moeten er andere actoren worden betrokken; moeten andere vormen van participatie worden uitprobeerde; moeten de transitiedoelen worden herbekeken ...? Na elke evaluatieronde worden zo nodig de ingezette maatregelen en doelen bijgesteld.

Figuur 14: Bepaling van doelstellingen: huidig milieubeleid en transitiebeleid vergeleken (Kemp, 2002)



Vooraf in Nederland is intussen enige ervaring opgedaan met deze werkwijze (Kader 11). Daaruit blijkt dat in principe vooraf geen uitgebreid onderzoek nodig is om transitiebeleid in gang te zetten. Het is een kwestie van 'gewoon doen'. Toch kan men bij de toepassing van deze aanpak in Vlaanderen baat hebben bij een meer uitvoerige bestudering van de Nederlandse ervaringen (die overigens geen onverdeelde succes blijken te zijn) en bij de inzichten die op basis van onderzoek verkregen kunnen worden.



#### Kader 11: Het Nederlandse DTO-programma

De in de hoofdtekst beschreven aanpak is in Nederland gevolgd door het interdepartementaal onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling dat liep van 1993 tot 1997. Het doel van het DTO-programma was om trekkers van technologieontwikkeling (bij technologische instituten, bedrijven en universiteiten) ervan te overtuigen dat het wenselijk is om duurzame ontwikkeling als leidraad te nemen bij (technologisch) onderzoek en ontwikkeling. Een ander doel was beleidsmakers te overtuigen van de noodzaak van de ontwikkeling van duurzame technologie en hen te laten zien hoe dergelijke ontwikkeling daadwerkelijk ter hand kan worden genomen en welke (beleids)voorwaarden daarvoor nodig zijn. Er werden 14 experimentele projecten uitgevoerd, zgn. illustratieprocessen, waarin is nagegaan of en hoe innovatieprocessen kunnen worden ingeleid en onderhouden die leiden tot de systeemvernieuwingen die voor een duurzame ontwikkeling nodig zijn. Deze illustratieprocessen vonden plaats op het gebied van de menselijke behoeften voeden, verplaatsen, huisvesten, water en chemie. Het ging concreet om duurzaam multifunctioneel landgebruik (Voeden), High-tech agroproductie (Voeden), Integrale gewasbenutting (Voeden, daarna Chemie), Nieuwe eiwit-voedingsmiddelen (Voeden), Ondergrondse buisleiding transport (Verplaatsen), Geautomatiseerde vraag-aanbod afhandeling (Verplaatsen), Electricische hybride aandrijving (Verplaatsen), Waterstofcellen in mobiele toepassing (Verplaatsen), Mainport Rotterdam (Verplaatsen), Duurzame wijkvernieuwing in Rotterdam (Huisvesten), Duurzaam kantoorgebouw (Huisvesten), Duurzame chemische ontwikkeling (Chemie), Geïntegreerde waterketen in landelijk gebied (Water) en Duurzaam wassen (Water). Het DTO-programma werd opgevolgd door het DTO-KOV-programma vervoloprogramma Kennis-Overdracht en Verankering, met als doel het bruikbaar maken en overdragen van de opgedane kennis en ervaring van de DTO aanpak via het reguliere onderwijs en via projecten in de praktijk. In uitvoering van het nieuwe milieubeleidsplan (NMP4) zal transitiebeleid concreet worden uitgewerkt voor de thema's biodiversiteit, klimaatverandering en natuurlijke hulpbronnen.

### 4.3 Besluit

De ervaring met en wetenschappelijke literatuur over stimulering van milieugerichte technologische innovaties en in het bijzonder van systeeminnovaties is nog heel beperkt. Ook de Vlaamse beperkingen en marges zijn nog onvoldoende uitgeklaard. Er is dan ook grote nood aan meer onderzoek, experimenten, benchmarking en debat. Met de formulering van enkele mogelijke bouwstenen en instrumenten voor een beleid ter bevordering van milieugerichte technologische innovaties hebben we een eerste aanzet willen geven. De ontwikkelde ideeën zijn dan ook niet bedoeld als eindpunt, maar als vertrekpunt voor verder overleg en discussie.

De kern is dat het milieubeleid een 'innovatietoets' zou moeten ondergaan, en omgekeerd het innovatiebeleid een 'milieutoets', maar ook dat het milieubeleid actief moet bijdragen tot innovatiedoelstellingen, en omgekeerd. Uit de analyse blijkt immers dat het milieu- en innovatiebeleid veel gemeen hebben en elkaars doelstellingen kunnen versterken. Een huwelijk zal echter nog niet onmiddellijk kunnen plaatsvinden. Daarvoor is de huisstijl van beide partijen vandaag nog te verschillend.

*Eerst* zullen het milieubeleid en het innovatiebeleid elk voor zich maatregelen moeten nemen. Dit vereist dat het milieu- en innovatiebeleid expliciet (in plaats van impliciet) begaan zijn met het bevorderen van milieugerichte technologische innovaties, en daartoe hun huishouding aanpassen.

*Ten tweede* kunnen beide partijen dicht bij mekaar worden gebracht via gezamenlijke maatregelen en projecten die uitgaan van de synergie tussen milieu- en innovatiemaatregelen. Dit betekent een gerichte combinatie van initiatieven over beide beleidsdomeinen geen voor het vergroten van de vraag (de prikkel), het aanbod (de mogelijkheid) en de informatie over vraag en aanbod (de kennis) om te innoveren.

*Ten derde* kan worden samengewerkt rond transitie management voor de lange termijn. De ervaring daarmee is nog heel beperkt, maar in principe is geen uitgebreid onderzoek nodig om transitiebeleid in gang te zetten. Het is een kwestie van gewoon doen en leren.

Tot slot: stimulering van milieugerichte technologische innovaties vergt uiteindelijk vooral een 'horizontaal beleid' tussen meerdere overheidsdepartementen. Zowel het milieubeleid als het innovatiebeleid hebben op zichzelf al

een horizontale beleidsambitie. Zij hebben met vele andere departementen te maken als kritische succesfactoren voor hun eigen strategische doelstellingen. De uitdaging bestaat er bijgevolg in om voor milieu-innovaties een geïntegreerde strategie naar de andere beleidsdomeinen toe te ontwikkelen. De daartoe noodzakelijke coördinatiestructuren tussen het milieubeleid en het innovatiebeleid kunnen slechts goed werken als bij beide partijen overeenstemming bestaat over het opzetten van de beleidsontwikkeling als een leerproces, het investeren in mensen en middelen om dit leren te begeleiden en te verankeren en het organiseren van een sterke interactie met de actoren die gezamenlijk de voorwaarden voor radicale milieugerichte technologische innovaties moeten vervullen.

## 5. BIBLIOGRAFIE

- Agoria Vlaanderen (2002). Technologie overmorgen. Een verkenning van de mogelijke technologische doorbraken binnen vijf, tien en vijftien jaar. Agoria/INCENTIM Internationaal onderzoekscentrum voor ondernemerschap
- Ashford, N. (1994). An Innovation-Based Strategy for the Environment. In: Finkel, A. and D. Golding (Eds.) *Worst things first? The debate over risk-based national environmental priorities*. Washington, D.C., Resources for the Future.
- Ashford, N. (2000). An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment. In J. Hemmelskamp e.a. (ed.). *Innovation-oriented environmental regulation. Theoretical Approaches and Empirical Analysis*. ZEW Economic Studies, No. 10, Mannheim.
- Ausubel, J.H. (1989). Regularities in Technological Development. An Environmental View. In Ausubel, J.H., en H.E. Sladovich (ed), *Technology and environment*, Washington, National Academy Press.
- Boekholt, Patries (2002). Innovation policy and sustainable development: can public innovation incentives make a difference? Towards Policy Integration. In Patries Boekholt (ed.) *Innovation policy and sustainable development: can public innovation incentives make a difference? Contributions to a Six Countries Programme*. IWT, Brussel.
- Bourdeaud'hui, Ria (1998). Product- en diensteninnovativiteit van Vlaamse ondernemingen. Enquêteresultaten 1997. VTO-studies nr. 16, Brussel.
- Clarysse, Bart, e.a. (2000). De relatie tussen subsidies, regelgeving en innovatie herbekeken : een analyse van Vlaamse innovatieve ondernemingen in technologie gerelateerde sectoren. Universiteit Gent.
- Coenen, Lars (2000). DTO Illustratieprocessen, wordt vervolgd...? Onderzoek naar vervolgtrajecten op de Illustratieprocessen van het interdepartementaal onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling (1993-1997). DTO-KOV, Delft.
- Commoner, B. (1971). *The Closing Circle*. Knopf, New York, NY.
- David, P., B. Hall and A. Toole (2000), "Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence", *Research Policy* 29:497-529
- Downing, P.B. en White, L.J. (1986), "Innovation in pollution control", *Journal of Environmental Economics and Management* 13, pp. 18-29.
- Europese Commissie (2000). *Innovatie in een kenniseconomie*. COM (2000) 567
- Fischer, C., I.W.H. Parry, and W.A. Pizer (1998), "Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation is Endogenous", *Resources for the Future Discussion Paper 99-04*, Washington, D.C.
- Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter Publishers, London.
- Grubb, Michael, Jonathan Koehler, Dennis Anderson (2002). *Technical Change and Energy/Environmental Modelling*. In OECD. *Technology Policy and the Environment*.
- Guellec Dominique and Bruno Van Pottelsberghe (2000). *The Impact Of Public R&D Expenditure On Business R&D*. STI working papers 2000/4
- Guy, Ken (2002). Innovation and environmental policies for sustainable development. In Patries Boekholt (Ed.) *Innovation policy and sustainable development: can public innovation incentives make a difference? Contributions to a Six Countries Programme*, IWT, Brussel.
- Hassett, K.A. and G.E. Metcalf (1995), "Energy Tax Credits and Residential Conservation Investment: Evidence form Panel Data", *Journal of Public Economics* 57:201-217.
- Heaton, G. (1999). *Environmental Policies: technology effects*. In OECD. *Technology and the environment: Towards policy integration*. OECD, Paris.
- Heaton, G. (2002). Policies for innovation and the environment: towards an arranged marriage. in Patries Boekholt (Ed.) *Innovation policy and sustainable development: can public innovation incentives make a difference? Contributions to a Six Countries Programme*. IWT, Brussel.
- IEA (2000). *Experience Curves for Energy Technology Policy*. IEA, Paris.
- IEA (2001a) *Energy Policies in IEA Countries*. IEA, Paris.
- IEA (2001b). *Energy Policies in IEA countries. Review Belgium*. IEA, Paris.
- IEA (2002). *Energy technology and climate change: A Call to Action*. IEA, Paris.
- IWT (2002a). *Handleiding bij het aanvragen van specifieke steunmaatregelen voor projecten gericht op een bijdrage tot duurzame technologischeontwikkeling (DTO)*. IWT, Brussel.
- IWT (2002b). *Voorstel van steunregeling voor projecten gericht op een bijdrage tot duurzame technologische ontwikkeling (DTO)*. Bijlage 2: Kwantitatieve analyse van de IWT -portfolio m.b.t. DTO. IWT, Brussel.
- Jaffe, A. and R. Stavins (1994). *The Energy Paradox and the Diffusion of Conservation Technology*. *Resource and Energy Economics* 16: 91-122.

- Jaffe, A. and R. Stavins (1995). "Dynamic incentives of environmental regulations: The effects of alternative policy instruments on technology diffusion", *Journal of Environmental Economics and Management* 29, pp. 43-63.
- Jaffe, A., R. Newell and R. Stavins (2002). *Environmental Policy and Technological Change*. Nota Di Lavoro, FEEM, Venice
- Jansen, J. (1994). *The environment: towards a sustainable future*. Kluwer academic publishers, Dordrecht.
- Kemp, René (1997). *Environmental Policy and Technical Change. A comparison of the technological impact of policy instruments*. Cheltenham UK: Edward Elgar.
- Kemp, René (1999). *Governance of technical change — the example of environmental policy* An internal discussion note for PRET project. MERIT, Maastricht.
- Kemp, René (2002). *An integrated policy for innovation for the environment*. In Ptries Boekholt (Ed.) *Innovation policy and sustainable development: can public innovation incentives make a difference? Contributions to a Six Countries Programme*, IWT, Brussel.
- Larosse, Jan (1997). *Het Vlaams innovatie Systeem. Een nieuw statistisch kader voor het innovatie- en technologiebeleid*. IWT observatorium, Brussel.
- Leroy, Pieter, Ilse Loots e.a. (2002). *Meerjarenprogramma Steunpunt Milieubeleidswetenschappen*. Universiteit Antwerpen, Wilrijk.
- Meeusen, Wim en Wim Janssens (2000). 'Additionaliteit'- versus 'substitutie'-effecten van overheidssteun aan O&O in bedrijven in Vlaanderen: een econometrische analyse aangevuld met de resultaten van een kwalitatieve bevraging. IWT-observatorium, Brussel.
- MEZ (2002). *EOS energie onderzoek strategie*. Minister van Economische Zaken. Den Haag.
- Ministerie van de Vlaamse gemeenschap (1999). *Vlaams indicatorenboek wetenschap, innovatie, technologie*. Brussel.
- Norberg-Bohm, Vicki (2000a) *Beyond the double dividend: public and private roles in the supply of and demand for environmental enhancing technologies*. In OECD. *Innovation and the environment*. OECD, Paris.
- Norberg-Bohm, Vicky (2000b). *Technology Commercialization and environmental regulation: lessons from the US Energy Sector*. in J. Hemmelskamp e.a. (ed.). *Innovation-oriented environmental regulation. Theoretical Approaches and Empirical Analysis*. ZEW Economic Studies, No. 10, Mannheim.
- OCDE (1997). *Diffusing technology to industry: government policies and programmes*.
- OECD (2001). *Science, Technology and Industry Scoreboard 2001 - Towards a knowledge-based economy*.
- OECD (2002). *Science, Technology and Industry Outlook*.
- Panayotou, T. (2000). *Economic Growth and the Environment*. Harvard University Center for International Development, CID Working Paper No. 56.
- Porter M.E., C. Van der Linde (1995). "Green and Competitive. Ending the Stalemate", *Harvard Business Review*, Sept.-Oct. (1995), pp 120-134
- Robinson, J. and J. Tinker (1996). *Reconciling Ecological, Economic and Social Imperatives: Towards an Analytical Framework*. Vancouver: Sustainable Development Research Institute (UBC).
- SERV (1999). *Sociaal-economische analyse van de Vlaamse milieu-industrie*. Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen, Brussel.
- Ulph, D. (1998): "Environmental policy and technological innovation", in C. Carraro en D. Siniscalco (eds.), *New Directions in the Economic Theory of the Environment*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Van Kasteren, J. (2001). *Transities in de praktijk. Ervarenen met duurzame technologische ontwikkeling, kennisoverdracht en verankering*. DTO-KOV, Delft.
- Van Speybroeck, Patrick (2001). *Vlaamse Milieuhouding, beschrijving en evaluatie van de werking*. Vlaamse regering, Brussel.
- Verbruggen, Aviel (2000). *Milieu en Energie: Duurzaam Verband*. Symposium Duurzaam Afvalbeleid, Gent (IFEST) 24 oktober 2000. Antwerpen, Technologisch Instituut.
- Vervliet, Greta (2000, 2001, 2002). *Speurgids Wetenschap, Technologie en Innovatie*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Administratie Wetenschap en Innovatie. Brussel.
- Veugelaers, Reinhilde (2000). *Inhoudelijke analyse van de O&O-enquête 1998 (Vlaanderen)*. IWT, Brussel.
- Von Weiszäcker, E., Lovins, A. and Lovins, L. (1997). *The factor four - Doubling Wealth, Halving Resource Use*. Earthscan, London.

## 6. NOTEN

---

<sup>1</sup> H. Wijffels, geciteerd in Van Kasteren (2001).

<sup>2</sup> Deze tekst is een ingekorte versie van een meer uitgebreide discussienota. Daarin zijn ook meer voorbeelden en alle referenties gedetailleerd terug te vinden. De discussienota kan worden opgevraagd bij het Secretariaat van de SERV.

<sup>3</sup> Jaffe en Stavins (1990).

<sup>4</sup> Beeldspraak ontleend aan Heaton (2002).

<sup>5</sup> Van Kasteren (2001).

<sup>6</sup> Porter (1995).

<sup>7</sup> Om brood te maken is meel, een oven en een bakker nodig, maar ovens en bakkers kunnen nooit meel vervangen, hoeveel ovens en bakkers men ook beschikbaar stelt. Bovendien moet de bakker ook eten en vraagt de oven energie. In dezelfde zin: wat zijn we met houtzagerijen zonder hout, met een vissersvloot zonder vissen, met olieraffinaderijen zonder olie, ...

<sup>8</sup> Zie o.a. de platformtekst van de SERV voor de Vlaamse conferentie, en de 21 doelstellingen van het zgn. Pact van Vilvoorde.

<sup>9</sup> Niet elke soort regelgeving is geschikt om de 'Porter hypothese' (milieubeleid kan leiden tot meer innovatie en zo tot kostenbesparingen en een betere competitiviteit) te realiseren. Porter zelf spreekt van 'properly designed environmental regulation' en 'regulation of the right kind'. We zullen verder concreet aangeven wat hij daarmee bedoelt.

<sup>10</sup> SERV (1999).

<sup>11</sup> Von Weiszäcker e.a. (1997).

<sup>12</sup> Een illustratief voorbeeld voor de wisselwerking tussen technologie en maatschappelijke veranderingen (met aanpassing van instituties, normen en waardenpatronen) is de seksuele revolutie, mogelijk gemaakt door de ontdekking van de anticonceptiepil begin jaren '60 van de vorige eeuw (Van Kasteren, 2001).

<sup>13</sup> Beeldspraak ontleend aan Verbruggen (2000).

<sup>14</sup> Minstens even vaak was beleid en nieuwe wetgeving een reactie op een of ander concreet incident of op verplichtingen van internationale of Europeesrechtelijke aard.

<sup>15</sup> Het meerjarenprogramma van het interdisciplinaire Steunpunt Milieubeleidswetenschappen dat onlangs in Vlaanderen werd opgericht, vormt daarvan een illustratie (Leroy e.a., 2002). Technologie wordt weliswaar in de inleiding vermeld, maar geen enkele van de onderzoeksclusters of projecten heeft beleidsgericht onderzoek inzake stimulering van technologische innovatie als voorwerp.

<sup>16</sup> Merk op dat deze voorstelling verschilt van de traditionele voorstelling met marginale in plaats van totale kostencurves. Strikt genomen ligt het economisch optimale emissiereductieniveau in een bepaalde periode bij een vermindering van de emissies tot het punt waar de marginale bestrijdingskosten gelijk zijn aan de marginale schadekosten. Voor de verdeling van de inspanningen tussen doelgroepen geldt als regel voor een economisch optimale verdeling dat de marginale bestrijdingskosten voor elke sector dezelfde moeten zijn. Het gebruik van totale kostencurves gebeurt hier voornamelijk om didactische redenen, omdat zij beter toelaten een aantal zaken te illustreren. Volgens Ashford leunt het criterium dat in deze figuur wordt gebruikt, nl. dat de baten van het beleid minstens gelijk moeten zijn aan de kosten, overigens beter aan bij de in de praktijk gebruikte politieke beslissingsregels.

<sup>17</sup> Fisher e.a. (1998) en Ulph (1998) hebben evenwel aangetoond dat het effect van een verstrenging van de regelgeving of verhoging van een heffing op de innovatie-inspanningen (O&O) niet eenduidig is omdat er twee elkaar tegenwerkende effecten zijn: enerzijds het directe effect van de gestegen kosten, waardoor de stimulans om te investeren in O&O vergroot, anderzijds het indirecte effect van de gedaalde output, hetgeen de stimulans om te investeren in O&O verkleint.

<sup>18</sup> Vergelijk met wat Michael Porter (1995) verstaat onder goede regelgeving: Turning environmental concern into competitive advantage demands that we establish the right kind of regulations. (...) To induce cost-saving and quality-improving innovation, environmental regulation should satisfy the following criteria: 1) it should stress pollution prevention rather than merely abatement or cleanup; 2) it should not constrain ... technology; 3) it should be sensitive to the costs involved; 4) it should use market incentives.

<sup>19</sup> Een bekend voorbeeld hiervan is de eigenaar/huurder relatie bij woningen, waarbij de huurder betaalt voor het gebruik nutsvoorzieningen (gas, water, elektriciteit, ...) maar de hoofdverantwoordelijkheid om de woning te isoleren, te investeren in water- en energiebesparende apparatuur enz. bij de eigenaar ligt. Hierdoor hebben beiden weinig stimuli om deze investeringen te doen. Soortgelijke situaties doen zich ook binnen bedrijven voor tussen afdelingen. Ook in Vlaanderen werd vastgesteld dat bedrijven het omgaan met milieuregelgeving als complex ervaren, en het daarom toegekend wordt aan een gespecialiseerde interne verantwoordelijke of aan een externe dienstverlener (zie bv. Clarysse, 2000). Hierdoor is er vaak sprake van een scheiding tussen afdelingen bevoegd voor milieu en voor O&O en innovatie.

<sup>20</sup> Voor een overzicht en bespreking van deze literatuur, zie bv. Kemp (1997) en Jaffe e.a. (2002).

<sup>21</sup> Hiervoor bestaan twee redenen. Ten eerste geven mensen en bedrijven omwille van psychologische factoren een groter gewicht aan het initiële investeringsbedrag dan aan de totale kosten over de levensduur van de investering. Ten tweede bestaat er altijd onzekerheid over de toekomstige kostenbesparingen, zeker wanneer deze mee afhangen van overheidsbeslissingen over bv. milieueffingen, waardoor men ook een groter gewicht geeft aan het vaststaande initiële investeringsbedrag dan aan de onzekere toekomstige kosten en kostenbesparing.

<sup>22</sup> Jaffe en Stavins (1994), Hassett en Metcalf (1995).

<sup>23</sup> bv. in Vlaanderen voor milieubeleidsvereenkomsten wettelijk vastgesteld op maximum 5 jaar.

<sup>24</sup> Dit is voor een deel ook te wijten aan het feit dat bedrijven deze technologie in de eerste plaats voor zichzelf willen houden, teneinde deze te kunnen uitspelen in de concurrentie met andere bedrijven.

<sup>25</sup> Dit wil zeggen dat de overheid de 'verkeerde' keuze maakt en daardoor gevangen geraakt in een minder gunstig technologisch traject.

<sup>26</sup> Zie bv. David e.a. (2000), Meeusen e.a. (2000).

<sup>27</sup> Boekholt (2002). Vlaanderen lijkt hierop met het nieuwe DTO-programma de uitzondering op de regel te zijn. Eerder dan de duurzame technologische ontwikkeling op te sluiten in afgezonderde actieprogramma's werd ervoor geopteerd om deze projecten te integreren in het volledige arsenaal van steun aan technologische innovatie. Om die reden zijn impulsprogramma's voor de regering niet langer een prioritaire ondersteuningsvorm. Voor een evaluatie van het Vlaamse DTO-programma is het echter nog te vroeg.

<sup>28</sup> OECD (2001) en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1999).

---

<sup>29</sup> In de OESO-landen wordt 2 % van het totale O&O-budget besteed aan milieu. Het aandeel stijgt tot 5% indien ook het milieugerichte onderzoek in de beleidssectoren energie en landbouw wordt meegerekend.

<sup>30</sup> IEA (2001a) en IEA (2001b).

<sup>31</sup> Op basis van het horizontaal begrotingsprogramma wetenschapsbeleid en de detailanalyse uitgevoerd voor milieu in de speurgids 2000. Deze laatste kredieten omvatten wetenschaps- en technologieuitgaven inzake milieu van AMINAL, VMM, OVAM, VLM, Aquafin, IN, IWB, TWOL, PBO, IMEC, VITO, FWO en IWT.

<sup>32</sup> Vervliet (2000).

<sup>33</sup> De eerste analyse gebeurde op basis van technologiecodes voor alle projecten van het IWT (uitgezonderd specialisatiebeurzen) en omvatte enkel de pure milieu- en energietechnologie. De geciteerde cijfers voor de tweede latere analyse, over een ander tijdsperiode, slaan enkel op de projecten ingediend door bedrijven, KMO's en grote bedrijven, en gaan over alle soorten technologieën (dus niet enkel milieu- en energietechnologie).

<sup>34</sup> Veugelers (2000). Dit betekent niet dat het aandeel van milieutechnologische projecten van die orde is omdat ook bedrijven met andere kerndomeinen ook milieutechnologische projecten uitvoeren. Zo staan ondernemingen die 'materiaaltechnologie' als kerndomein opgeven, goed voor 7,3 % van het totale budget, dicht bij eco-efficiënt O&O.

<sup>35</sup> Bourdeaud'hui (1998). Voor nieuwe of sterk verbeterde materiaaleigenschappen is dit 10,7% van de totale populatie, ook voor het merendeel zelf ontwikkeld.

<sup>36</sup> Van Speybroeck (2001).

<sup>37</sup> Internationalisering vindt ook meer algemeen plaats op onderzoeksgebied. Zo lanceerde de Europese Commissie de idee van een Europese onderzoeksruimte (European Research Area of ERA).

<sup>38</sup> De scenario's hier bedoeld betreffen vooral socio-technische scenario's die de kloof dichten tussen technologieverkenningen op sectoraal vlak enerzijds en macro-economische scenario's anderzijds.

<sup>39</sup> Voorbeeld: Welke reductie van broeikasgasemissies is haalbaar in Vlaanderen en in Europa in het jaar 2050 met het huidige beleid (BAU) en met een verscherping van dat beleid?

<sup>40</sup> Voorbeeld: Stel dat in Vlaanderen en in Europa in het jaar 2050 een reductie van broeikasgasemissies van 80% is gerealiseerd ten opzichte van het emissieniveau van 1990, welke maatregelen zijn er dan genomen om dit te bereiken? Dit hoeven niet alleen technologische innovaties te zijn. Het kunnen ook culturele of structurele aspecten betreffen.