

Optimale bestrijding van zure regen in Europa

Veel economisch onderzoek naar zure regen heeft in het verleden een nationaal uitgangspunt gehad. In dit artikel wordt een welvaartstheoretisch optimaliseringsmodel voor 28 landen in Oost- en West-Europa gepresenteerd waarin de internationale aspecten van verzuring centraal staan. Uit het artikel blijkt dat internationale samenwerking bij de bestrijding van zure regen tot grote economische voordelen kan leiden. Ook blijkt duidelijk dat het voorgenomen Europese beleid nog niet streng genoeg is om voor alle landen een duurzame ontwikkeling te waarborgen.

DRS. E.C. VAN IERLAND – IR. J.A.F. COENEN*

Diverse auteurs hebben het vraagstuk van de zure regen in Europa geformuleerd in termen van de speltheorie¹. In deze opvatting zijn er 28 landen in Oost- en West-Europa betrokken bij een spel waarbij elk individueel land een bepaald bestrijdingsbeleid voor zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃) kan voeren. In het algemeen zullen individuele landen, indien zij niet samenwerken, een bestrijdingsbeleid kiezen waarbij de (nationale) marginale baten van het beleid gelijk zijn aan de nationale marginale kosten voor elk van de betreffende landen afzonderlijk. In dat geval bestaan de marginale baten uit de marginale vermeden schade aan gebouwen, gewassen, bossen en dergelijke, terwijl de marginale kosten gelijk zijn aan de kosten die worden gemaakt om een eenheid verzuring te bestrijden. Indien landen op deze wijze hun beleid formuleren zullen zij kiezen voor een gematigd bestrijdingsbeleid, omdat zij immers alleen de schade in het eigen land in hun analyse betrekken². Kenmerkend voor de verzuring in Europa is echter dat het merendeel van de emissies van een land in het buitenland terecht komt, zodat ook het merendeel van de schade in andere landen optreedt.

Kort gezegd komt het erop neer dat bij deze individuele strategieën de betrokken landen weinig bestrijdingskosten maken en veel schade ondervinden. In de speltheorie wordt deze situatie aangeduid als een Nash-evenwicht. Indien zij tot samenwerking zouden besluiten, kunnen zij de som van de bestrijdingskosten en de som van de schade voor alle landen gezamenlijk minimaliseren. In dit geval worden de marginale kosten en baten niet op nationaal, maar op Europees niveau aan elkaar gelijk gesteld. De oplossing die dan ontstaat ligt zeer dicht bij de zogenaamde 'Nash-bargaining solution'³. Door internationale samenwerking zullen de meeste landen netto baten kunnen behalen en slechts enkele landen zullen er per saldo op achteruit gaan. Zoals hierna blijkt, zullen de totale netto baten de totale netto verliezen ruimschoots overtreffen, zodat via compensatie een neoParetiaans optimum kan worden bereikt. Ook wordt een Pareto-optimale variant

gepresenteerd waarbij geen van de landen er per saldo op achteruit gaat.

Het verzuringsvraagstuk kan niet alleen worden bekeken vanuit de hierboven weergegeven neoklassieke kosten-batenbenadering. Het is ook mogelijk een ecologische benadering te volgen, waarbij de maximaal toelaatbare neerslag van verzurende stoffen per regio wordt vastgesteld op grond van ecologische criteria. Op basis van deze zogenaamde 'critical loads' kan vervolgens worden gezocht naar de efficiëntste manier om deze critical loads niet te overschrijden⁴. Er is dan geen sprake meer van het gelijk maken van marginale kosten en marginale baten, zoals dit in neoklassieke zin gebruikelijk is. Het gaat dan om randvoorwaarden die op ecologische gronden met het oog op duurzaamheid zijn geformuleerd.

Het hierboven weergegeven spel is door ons geformuleerd als een lineair programmeringsvraagstuk voor SO₂ en NO_x, analoog aan een studie die de Zweedse milieueconoom Måler uitvoerde voor SO₂⁵. De voor de zure-

* De auteurs zijn respectievelijk als docent en als student-assistent verbonden aan de Vakgroep Staathuishoudkunde van de Landbouwwuniversiteit, Wageningen. Onze dank gaat uit naar drs. W. Heijman voor zijn commentaar op een eerdere versie van dit artikel. Drs. W. Swaan leverde de bnp-cijfers voor Oost-Europa.

1. Zie onder andere J.W. Friedman, *Game theory with applications to economics*, Oxford University press, New York, 1986; A. Nentjes, *Public decision making of international pollution*, Paper presented at 44th Congress of the International Institute of Public Finance, 22-25 augustus 1988, Istanboel (nog te verschijnen); K.G. Måler, The acid rain game, in: Folmer en Van Ierland (red.), *Valuation methods and policy making in environmental economics*, Elsevier, Amsterdam, 1989.

2. Een onderzoek naar de bestrijding van zure regen op nationaal niveau in Nederland is uitgevoerd door het LMO en het Centraal Planbureau. Zie: LMO, *Werk maken van zure regen*, Utrecht, 1985.

3. Friedman, op. cit., 1986.

4. Zie voor een overzicht van 'critical loads': J. Nilsson en P. Grennfelt (red.), *Critical loads for sulphur and nitrogen*, miljörapport 1988; 15, Nordic council of Ministers, 1988.

5. Måler, op. cit., 1989.

regen-problematiek belangrijke ammoniakemissies blijven in de onderhavige studie wegens gebrek aan gegevens nog buiten beschouwing⁶. Bij het International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA) in Oostenrijk wordt het 'Rains model' ontwikkeld. Dit model is gedetailleerder opgezet, maar kent nog geen optimaliseringsprocedure voor SO₂ en NO_x⁷. In de hierna volgende paragrafen wordt het programmeringsmodel uiteengezet en wordt een aantal neoklassieke en ecologische modelvarianten besproken.

De achtergronden van het optimaliseringsmodel

Om de situatie voor het jaar 1995 te schetsen zijn in eerste instantie ramingen gemaakt van de toekomstige emissies van SO₂ en NO_x voor 28 landen, aannemende dat geen bestrijdingsbeleid zou plaats vinden ten opzichte van het jaar 1980. Vervolgens kan binnen de optimaliseringsprocedure worden gekozen voor de bestrijding van SO₂ en NO_x apart of samen en in verschillende mate.

Aan deze bestrijding zijn kosten verbonden die voor elk land worden berekend volgens bestrijdingskostenfuncties⁸. De bestrijdingskostenfuncties voor SO₂ zijn stapsgewijs-lineair en de kosten nemen meer dan proportioneel toe, omdat steeds duurdere bestrijdingstechnieken moeten worden toegepast. Voor NO_x worden analoge bestrijdingskostenfuncties gehanteerd.

Vervolgens wordt in het model met behulp van verspreidingsmatrices voor SO₂ en NO_x berekend hoe groot de neerslag van verzurende stoffen in de diverse landen zal zijn. Een verspreidingsmatrix geeft aan hoeveel procent van de emissie van een bepaald land neerslaat in elk van de betreffende landen⁹. De verspreidingsmatrices voor SO₂ en NO_x, die door het Noorse Meteorologisch Instituut worden opgesteld, zijn matrices van 28 x 28, omdat er 28 landen bij de verzuring betrokken zijn¹⁰.

In het optimaliseringsmodel wordt vervolgens per land met behulp van een schadefunctie berekend hoe groot de schade is die als gevolg van de verzurende deposities optreedt. Het behoeft geen betoog dat het een moeilijke opgave is om deze schadefunctie vast te stellen. De schade betreft immers gewassen, gebouwen, gezondheid en ecosystemen, waarvoor dikwijls geen marktprijzen beschikbaar zijn om te komen tot een monetaire waardering¹¹. De beschikbare waarderingmethoden, zoals de 'hedonic pricing'-methode en de 'contingent valuation'-methode, kennen nog veel methodologische problemen. In het onderzoek wordt een lineaire schadefunctie gehanteerd waarbij is aangenomen dat geen schade optreedt tot een depositie van 300 zuurequivalenten per hectare. Voor elke ton SO₂ wordt f 2.500 schade berekend en voor elke ton NO_x f 1.700¹². De schadefunctie die is gekozen, moet worden beschouwd als een eerste schatting en nader onderzoek moet de juistheid ervan aantonen. Om de problemen rond de waardering van de schade te vermijden wordt hieronder ook een variant besproken die is gebaseerd op de critical loads. In dat geval speelt de monetaire schade geen expliciete rol en is geen schadefunctie nodig voor de optimaliseringsprocedure.

Het programmeringsmodel

Het lineaire programmeringsmodel kan voor het geval van volledige internationale samenwerking als volgt worden genoteerd: minimaliseer de som van de schade, weergegeven door de vector S, en de bestrijdingskosten van respectievelijk SO₂ en NO_x, weergegeven door de vectoren KS en KN, voor alle landen:

$$\min (\Sigma S + \Sigma KS + \Sigma KN) \quad (1)$$

(elke vector heeft de afmeting (28 * 1))

onder de volgende voorwaarden:

– de vectoren van de emissies van respectievelijk SO₂ en NO_x na bestrijding (SO₂, NO_x) zijn gelijk aan de emissie voor bestrijding (SO₂, NO_x) verminderd met de zuivering (ZSO₂, ZNO_x):

$$SO_2 = \underline{SO}_2 - ZSO_2 \quad (2)$$

$$NO_x = \underline{NO}_x - ZNO_x \quad (3)$$

– de vectoren van de bestrijdingskosten (KS, KN) zijn een functie van de gezuiverde hoeveelheid (ZSO₂, ZNO_x):

$$KS = f_1 (ZSO_2) \quad (4)$$

$$KN = f_2 (ZNO_x) \quad (5)$$

– de vectoren van de deposities van SO₂ en NO_x (respectievelijk DS en DN) zijn het produkt van de verspreidingsmatrices (respectievelijk SM en NM) en de vectoren van emissies per land:

$$DS = SM * SO_2 \quad (6)$$

$$DN = NM * NO_x \quad (7)$$

– de schadevector van de schade per land (S) is een functie van de vectoren van de depositie van SO₂ en NO_x:

$$S = f_3 (DS, DN) \quad (8)$$

De modelberekeningen

Met het optimaliseringsmodel hebben we een aantal varianten berekend die van belang zijn voor de optimale bestrijding van zure regen. Het gaat om de volgende varianten:

- voorgenomen beleid (VB)
- volledige samenwerking (VS)
- Pareto-optimaliteit (PO)
- Westeuropese samenwerking (WS)
- critical load (CL)

Deze varianten worden hierna achtereenvolgens besproken.

Voorgenomen beleid

In de variant die het voorgenomen beleid beschrijft, leggen we vast welke emissies er per land zullen plaatsvinden bij het voorgenomen beleid, zoals dat is weergege-

6. Zie voor een overzicht van de ammoniakemissies in Europa: E. Buijsman e.a., *Ammonia emission in Europe*, summary report, Instituut voor meteorologie en oceanografie, Rijksuniversiteit Utrecht, 1985.

7. IIASA, *Rains*, Enem version 3.b, Laxenburg, 1987.

8. Zie voor bestrijdingstechnieken en -kosten: Organisation for Economic Co-operation and Development, *The compendium of emissions control techniques and their costs*, Paris, 1988.

9. Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe (EMEP), *Estimates of airborne transboundary transport of sulphur and nitrogen over Europe*, The Norwegian Meteorological Institute, Meteorological Synthesizing Centre West (MSC-W) of EMEP, 1988.

10. EMEP hanteert een verdeling van Europa in blokken van 150 km x 150 km. Daarnaast wordt een geaggregeerde verspreidingsmatrix voor 28 landen gepubliceerd. De NO_x-matrix heeft nog een voorlopig karakter.

11. Zie voor het waarderen van milieuschade bij voorbeeld: H. Folmer en E. van Ierland (red.), *Valuation methods and policy making in environmental economics*, Elsevier, Amsterdam, 1989.

12. De schade per ton NO_x is lager omdat een ton NO_x minder zuurequivalenten veroorzaakt. De schadebedragen reflecteren de relatieve bijdrage aan de verzuring van een ton SO₂ en een ton NO_x. Voor de omrekenfactoren van SO₂ (1 ton SO₂ = 31.500 zuurequivalenten) en NO_x (1 ton NO_x = 21.500 zuurequivalenten) naar zuurequivalenten zie: W.J. Beek en P.J.M. Stallen, *Naar een nationaal beleid tegen de verzuring*, Stichting Maatschappij en Onderneming (SMO), Den Haag, 1989.

Tabel 1. Geraamde bestrijdingskosten en schade door verzuring in 1995 en netto baten ten opzichte van voorgenomen beleid (mln. gulden)

Land	Voorgenomen beleid		Volledige samenwerking		Pareto-optimaal	
	Bestrijdingskosten	Kosten en schade	Bestrijdingskosten ^a	Netto baten ^b	Bestrijdingskosten ^a	Netto baten ^b
België	146	693	438	-162	213	0
Denemarken	207	521	67	73	65	75
Engeland	2010	4710	818	237	1191	0
Frankrijk	1540	4965	700	1105	700	1136
Hongarije	820	2703	1548	-184	1313	1
Italië	1262	4983	1839	381	1839	386
Nederland	305	811	154	42	153	58
Noorwegen	74	342	-38	306	-43	311
O-Duitsland	800	4884	3210	-688	2077	0
Polen	20	8807	5971	706	5971	603
Rusland	6589	25326	2618	8213	2618	8107
Spanje	900	4094	2316	53	2316	65
Tsjechoslowakije	2866	8708	267	3234	1171	2511
W-Duitsland	5396	9101	-2866	4335	-1768	3518
Zweden	925	1706	-430	1067	-430	1061
Overig ^c	2496	13260	2561	4761	2467	4781
Totaal	26356	95614	19173	23479	19853	22613

a. Verandering ten opzichte van voorgenomen beleid.

b. Netto baten: vermindering van bestrijdingskosten en schade ten opzichte van voorgenomen beleid.

c. Dertien Europese landen.

ven in een samenvatting van het officiële voorgenomen beleid per land (ECE, 1987)¹³. Voor de meeste landen betreft dit een bescheiden emissiereductie ten opzichte van 1980. West Duitsland voert echter een stringent beleid tot 1995 met een emissiereductie ten opzichte van 1980 van respectievelijk 69% voor SO₂ en 45% voor NO_x. De overeenkomstige cijfers voor Nederland bedragen 51% voor SO₂ en 4% voor NO_x.

Met het model is vervolgens berekend hoeveel de bestrijdingskosten zullen bedragen, welke depositie er per land gemiddeld per hectare per jaar zal plaatsvinden en hoe groot derhalve de schade per land zal zijn. In tabel 1 is voor een beperkt aantal landen aangegeven hoe groot de bestrijdingskosten zijn en hoeveel de som van de bestrijdingskosten en de schade per land is.

Uit de tabel blijkt dat het totaal van de bestrijdingskosten ongeveer f 26,4 mrd. (prijsspeil 1985) bedraagt¹⁴. Het totaal van de bestrijdingskosten en de schade, die samen de nadelige aspecten (sommigen spreken van 'disutility' of 'diseconomies') van verzuring aangeven, bedraagt bij het voorgenomen beleid volgens onze berekeningen circa f 95,6 mrd. Bij het voorgenomen beleid zal zeer omvangrijke schade optreden. Dit blijkt niet alleen uit de in tabel 1 weergegeven cijfers, maar ook uit de gemiddelde depositie van verzurende stoffen per hectare per jaar in de verschillende landen.

Met name in Oost-Europa is de gemiddelde jaarlijkse depositie erg hoog. In Tsjechoslowakije bedraagt de depositie ca. 6.000 zuurequivalenten per hectare, terwijl algemeen wordt aangenomen dat boven een depositie van 1.400 zuurequivalent per ha. de naaldwouden op de zandgronden in Nederland zullen sterven¹⁵. Ook Oost-Duitsland, Hongarije en Polen kennen zeer hoge deposities: respectievelijk 5055, 2851 en 3841 zuurequivalenten per ha. In West-Europa ligt de gemiddelde depositie per ha. in een aantal landen ook ruim boven de norm van 1.400 zuurequivalenten, bij voorbeeld in België (2561) en West-Duitsland (2170).

Volledige samenwerking

In de variant van volledige samenwerking wordt in neoklassieke zin gezocht naar het optimale bestrijdingsbeleid. Dat wil zeggen dat de som van de schade en de bestrijdingskosten door verzuring voor alle landen gezamenlijk wordt geminimaliseerd. In dat geval wordt rekening gehouden met alle schade die door de emissies van de diverse landen wordt veroorzaakt. De emissiereductie zal in die landen plaatsvinden waar de emissiereductie het goedkoopst is en tegelijkertijd het meest bijdraagt aan het vermijden van schade.

In tabel 1 is aangegeven wat de invloed van deze variant is op het voorgenomen beleid. In de meeste landen nemen de bestrijdingskosten toe, omdat een intensiever beleid wordt gevoerd. Slechts West-Duitsland, Noorwegen en Zweden kunnen volstaan met geringere bestrijdingskosten dan bij het voorgenomen beleid. De netto baten die de verschillende landen van samenwerking ondervinden zijn eveneens weergegeven in tabel 1. De netto baten zijn gedefinieerd als het saldo van de bestrijdingskosten en de schade, vergeleken met de situatie van het voorgenomen beleid. Er is sprake van netto baten indien de som van de bestrijdingskosten en schade bij samenwerking kleiner is dan bij het voorgenomen beleid. Het totaal van de geraamde netto baten bedraagt ca. f 23,5 mrd. Bijna alle landen winnen bij samenwerking, omdat de schade substantieel afneemt, meer dan de toeneming van de bestrijdingskosten. Slechts drie landen gaan er (overigens in bescheiden mate) op achteruit, namelijk België, Oost-Duitsland en Hongarije. De depositiecijfers zien er in vergelijking met het voorgenomen beleid veel gunstiger uit. Alleen in Tsjechoslowakije en Oost-Duitsland ligt de depositie (respectievelijk 2606 en 2119 zuurequivalenten per ha. per jaar) nog beduidend boven de door ons gehanteerde referentiewaarde van 1400.

Pareto-optimaliteit

Om te voorkomen dat sommige landen er per saldo op achteruit gaan (dat wil zeggen negatieve netto baten hebben), zijn er twee mogelijkheden. Ten eerste kunnen de landen die er sterk op vooruit gaan de verliezende landen compenseren via financiële tegemoetkomingen. De verdeling van de netto baten wordt dan gewijzigd, zodanig dat geen enkel land er op achteruit hoeft te gaan. De tweede mogelijkheid is om in het optimaliseringsmodel als randvoorwaarde op te nemen dat de som van de bestrijdingskosten en de schade voor geen enkel land groter mag zijn dan bij het reeds voorgenomen beleid. De uitkomsten van deze variant, die we aanduiden als Pareto-optimaliteit, zijn opgenomen in tabel 1. Uit de tabel blijkt dat de netto baten voor de meeste landen iets kleiner worden dan bij volledige samenwerking en dat niemand er meer op achteruit gaat. Alleen België, Oost-Duitsland, Hongarije en Engeland blijven op hetzelfde niveau als bij het voorgenomen beleid.

Wat betreft de deposities zijn de verschillen tussen 'Pareto-optimaliteit' en 'volledige samenwerking' over het algemeen klein.

Een Westeuropese samenwerking

Met het model is onderzocht of coalitievorming binnen West-Europa tot een belangrijke verbetering van de situatie kan leiden. In de variant is aangenomen dat Oost-Euro-

13. Economic Commission for Europe (ECE), *National strategies and policies for air pollution abatement*, United Nations, New York, 1987.

14. Deze berekende kosten kunnen afwijken van de realiteit omdat in het model volgens de optimalisering steeds eerst de goedkoopste bestrijdingstechnieken worden ingezet. In de praktijk worden soms duurdere technieken gehanteerd.

15. RIVM, *Zorgen voor morgen*, Samsom-H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn, 1988.

Tabel 2. Geraamde bestrijdingskosten en netto baten voor 'Westeuropese samenwerking' en 'critical loads'

Land	Westeuropese samenwerking		Critical load	
	Bestrijdingskosten ^a	Netto baten ^b	Bestrijdingskosten ^a	Netto baten ^b
België	438	-168	917	598
Denemarken	65	-21	326	-59
Engeland	909	90	3747	-1444
Frankrijk	700	964	1692	1037
Hongarije	0	57	2138	-559
Italië	1839	45	3330	-258
Nederland	153	17	667	-292
Noorwegen	27	76	-62	330
O-Duitsland	0	72	7085	3676
Polen	0	133	7343	254
Spanje	2316	40	2316	157
Rusland	0	770	6233	9321
Tsjechoslowakije	0	270	4276	449
W-Duitsland	-2866	3523	-121	2733
Zweden	-430	538	-602	1383
Overig ^c	245	1499	3615	-3152
Totaal	3396	7905	42900	14174
Coalitieleden	3396	6223	n.v.t.	n.v.t.
Niet-coalitieleden	0	1684	n.v.t.	n.v.t.

a. Verandering ten opzichte van voorgenomen beleid.

b. Netto baten: vermindering van bestrijdingskosten en schade ten opzichte van voorgenomen beleid.

c. Dertien Europese landen.

pa het voorgenomen beleid handhaaft, terwijl de overige landen in een coalitie besluiten om de gezamenlijke belangen van West-Europa te maximaliseren. Dit betekent dat de Westeuropese landen onderling rekening houden met de schade die ze bij elkaar berokkenen. De schade die aan Oosteuropese landen wordt toegebracht laten ze echter (omdat is verondersteld dat het Oostblok buiten de coalitie valt) buiten beschouwing. Uit tabel 2 blijkt dat de Westeuropese landen meer bestrijdingskosten maken dan bij voorgenomen beleid, met uitzondering van West-Duitsland en Zweden. Per saldo worden in totaal netto baten behaald van ongeveer f 8 mrd. De baten vallen vooral toe aan Frankrijk en West-Duitsland. Voor de coalitieleden bedragen de netto-baten f 6 mrd. Voor het Oostblok zijn de resultaten voor alle landen positief, omdat zij profiteren van de emissiereductie in het Westen. De netto baten voor het Oostblok bedragen f 1,6 mrd.

Bekijken we de depositiecijfers die bij een Westeuropese coalitie behoren, dan blijkt dat de depositie in alle landen lager is dan bij het voorgenomen beleid. In Oost-Europa blijven de deposities echter extreem hoog: 5789 in Tsjechoslowakije, 4971 in Oost-Duitsland, 2773 in Hongarije en 3787 in Polen. Voor West-Europa zijn de depositiecijfers iets ongunstiger dan bij volledige samenwerking. Dit geldt vooral voor de Scandinavische landen en West-Duitsland.

De 'critical loads'-benadering

In het voorgaande werd steeds een neoklassieke kosten-batenbenadering toegepast. Vanuit een meer ecologisch geïntereerd standpunt kunnen we ook de 'critical loads'-benadering hanteren. Voor elk land specificeren we een maximaal toelaatbare gemiddelde depositie van bij voorbeeld 1400 zuurequivalenten per hectare per jaar. Deze norm komt volgens het rapport *Zorgen voor morgen* overeen met de norm die in Nederland de naaldbossen in voldoende mate beschermt. In principe kan voor elke bodemsoort en elk gewas of voor elk aquatisch systeem een critical load worden geformuleerd. Met name voor gevoelige aquatische systemen in Scandinavië is een veel lagere

critical load gewenst. In onze berekeningen hebben we de critical load voor alle landen gesteld op 1400 zuurequivalenten per hectare per jaar. In de optimaliseringsprocedure wordt nu berekend hoe tegen de geringste kosten aan deze depositienorm kan worden voldaan.

De financiële resultaten zijn weergegeven in tabel 2. Uit de tabel blijkt dat de meeste landen extra bestrijdingskosten moeten maken, in totaal voor ca. f 43 mrd. in vergelijking met het voorgenomen beleid. Vooral de Oostbloklanden moeten een veel intensiever beleid voeren, maar bij voorbeeld ook Frankrijk, Italië, Spanje en Engeland moeten veel extra kosten maken. De netto baten zijn in dit geval positief, omdat door een stringenter milieubeleid veel schade wordt vermeden. De totale netto baten zijn echter kleiner dan bij volledige samenwerking, omdat in de 'critical loads'-benadering niet naar een zuiver economisch optimum in traditionele zin wordt gezocht.

Gezien de onzekerheid over de juistheid van schade-functies en gezien het lange-termijnkarakter van de zure regen verdient de 'critical loads'-benadering volle aandacht. Deze kan immers, makkelijker dan schadefuncties, rekening houden met de cumulatieve werking van verzurende deposities op de lange termijn.

Bestrijdingskosten als percentage bnp

Belangrijker dan de absolute omvang van de bestrijdingskosten is het beslag dat wordt gelegd op het bruto nationaal produkt. In tabel 3 is voor de verschillende varianten aangegeven hoeveel deze percentages ongeveer zijn.

Bij voorgenomen beleid beperken de bestrijdingskosten zich tot ongeveer 0,1 – 0,7% van het bnp. Uitzondering vormt Tsjechoslowakije met ca. 1,6%. Hierbij moet worden aangekend dat de bnp-cijfers voor Oostbloklanden in verschillende bronnen vrij sterk variëren. De kosten zijn voor de Oostbloklanden uitgedrukt in % van het bnp in 1980, omdat geen recentere cijfers ter beschikking zijn. Voor de overige landen is het bnp in 1985 gehanteerd. Bij volledige samenwerking lopen de bestrijdingskosten in Oost-Europa in belangrijke mate op, tot 1,8% in Oost-Duitsland en 2,0% in Hongarije.

In geval van een Westeuropese coalitie nemen de bestrijdingskosten alleen in West-Europa toe, met name in België, Italië, Spanje en Engeland. In Denemarken, West-Duitsland en Zweden kunnen ze afnemen. Ten slotte blijkt in de 'critical loads'-benadering dat Tsjechoslowakije, Hongarije, Oost-Duitsland en Polen hoge percentages moeten uitgeven.

Tabel 3. Geraamde bestrijdingskosten in 1995 in procenten van het bruto nationaal produkt, 1985

Land	Voorgenomen beleid	Volledige samenw.	Westeuropese samenw.	Critical load
België	0,1	0,2	0,2	0,4
Denemarken	0,1	0,1	0,0	0,5
Engeland	0,1	0,2	0,2	0,5
Frankrijk	0,1	0,1	0,1	0,2
Hongarije ^a	0,7	2,0	0,7	2,1
Italië	0,1	0,3	0,2	0,4
Nederland	0,1	0,1	0,1	0,3
Noorwegen	0,0	0,0	0,1	0,0
Oost-Duitsland ^a	0,4	1,8	0,4	3,5
Polen ^a	0,0	1,7	0,0	2,0
Rusland ^a	0,2	0,3	0,2	0,5
Spanje	0,2	0,6	0,4	0,6
Tsjechoslowakije ^a	1,6	1,7	1,6	4,0
West-Duitsland	0,3	0,1	0,1	0,3
Zweden	0,3	0,2	0,1	0,2

a. Bruto nationaal produkt 1980.

Bron: Mares, 1985, in: *East European economies*, JEC VS Congress, 1985.

Conclusies

De studie naar verzuring in Europa laat zien dat het voorgenomen bestrijdingsbeleid voor 1995 onvoldoende is om de milieuschade door verzuring binnen de perken te houden. Gezien de zeer hoge depositiecijfers, met name in centraal Europa, moet worden gevreesd dat nog grote oppervlakten bos zullen sterven. Bij volledige samenwerking kan een omvangrijke emissiereductie worden gerealiseerd, zodanig dat de extra bestrijdingskosten lager zullen zijn dan de schade die door het stringentere beleid wordt vermeden. Per saldo zijn er daarom grote netto baten te behalen.

In de Pareto-optimale variant hoeft geen enkel land er ten opzichte van het voorgenomen beleid op achteruit te gaan. De variant waarin een Westeuropese coalitie wordt verondersteld laat duidelijk zien dat in West-Europa zeer omvangrijke depositiereducties mogelijk zijn en dat Oost-Europa daar slechts in beperkte mate van profiteert. Een stringent Westeuropes beleid hoeft daarom niet per definitie door een gematigd Oosteuropes beleid te worden gefrustreerd. De deposities in Oost-Europa blijven dan wel zeer hoog.

De 'critical loads'-benadering kan garanderen dat op langere termijn geen omvangrijke schade door verzuring zal optreden. Daartoe is een zeer stringent bestrijdingsbeleid vereist. De netto baten van deze benadering zijn bij de door ons gehanteerde schadefuncties lager dan bij volledige samenwerking, maar daar staat tegenover dat een duurzame ontwikkeling wordt veilig gesteld.

Met name de kostenaspecten staan een snelle oplossing van het verzuringsvraagstuk op Europese schaal in de weg. De bestrijdingskosten in Oost-Europa zijn volgens

onze berekeningen hoog in verhouding tot het nationaal inkomen. Daarom moet worden gevreesd dat het Oosteuropese beleid weinig slagvaardig zal zijn. Het Westen kan hierop op twee manieren reageren, namelijk door het eigen beleid scherp aan te zetten (zoals op dit moment met name West-Duitsland en een aantal Scandinavische landen doen), of door bij te dragen aan de bestrijdingskosten in Oost-Europa. In het eerste geval wordt (ook zonder een stringent bestrijdingsbeleid in Oost-Europa) een substantiele afnemng van verzurende deposities in West-Europa bereikt. In het laatste geval wordt het principe van de vervuiler betaalt verlaten en treedt het 'slachtoffer betaalt'-principe in werking. Zolang er echter geen juridisch kader is waarlangs de vervuilde zijn recht bij de vervuiler kan halen, is dit principe misschien voor Oost en West nog wel de beste oplossing.

Ten slotte zij nog gewezen op enkele beperkingen van de modelberekeningen. In het model wordt vooral gekeken naar 'end of pipe'-zuiveringstechnieken. De mogelijkheden van extra energiebesparing en de toepassing van duurzame energiebronnen zijn er nog niet in betrokken. Met name in Oost-Europa kan het gebruik van schonere energiebronnen (zoals bij voorbeeld stromingsenergie, aardgas of zwa-velarme olie en kolen) tot omvangrijke emissiereducties leiden. De kostenaspecten van deze opties dienen eveneens in het onderzoek te worden betrokken.

Ekko van Ierland
Hans Coenen