



**KOSTEN EFFECTIVITEIT VOS
MAATREGELEN 2010**

Eindrapportage

Jochem Jantzen
Henk van der Woerd

6 oktober 2003

(NOVEM, opdrachtnummer 3301.03-01-01-005,
bestelnummer 47 0000 5461).

Instituut voor Toegepaste Milieu-Economie (TME)
Hogeveenseweg 24
2631 PH NOOTDORP
tel.: 015 310 67 38
fax: 015 380 12 18
e-mail: tme@tme.nu
url: www.tme.nu



INHOUDSOPGAVE

| | Pagina |
|---|--------|
| SAMENVATTING | 1 |
| SUMMARY | 2 |
| VOORWOORD | 3 |
| 1 INLEIDING | 5 |
| 1.1 Doel en resultaat | 5 |
| 1.2 Opbouw rapportage | 5 |
| 2 KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN OM VOS EMISSIES TE REDUCEREN | 7 |
| 2.1 Inleiding | 7 |
| 2.2 Kosten-effectiviteit: een definitie | 7 |
| 2.2.1 Mogelijke bezwaren bij het strikt prioriteren op basis van kosten effectiviteit | 7 |
| 2.2.2 Kosten effectiviteit op het niveau van de sector of op het niveau van het bedrijf / individuele maatregel | 8 |
| 2.2.3 Gemiddelde versus marginale kosten/effectiviteit | 10 |
| 2.3 Maatregelen om de sectorale emissies van VOS te reduceren | 11 |
| 3 OVERZICHT KOSTEN-EFFECTIVITEIT MAATREGELEN IN HET NATIONAAL REDUCTIEPLAN VOS 2010 | 13 |
| 3.1 Inleiding | 13 |
| 3.2 Resultaten | 13 |
| 3.3 Energieproductie sector | 13 |
| 3.4 Aardolieketen | 14 |
| 3.5 Op- en Overslag | 16 |
| 3.6 Tankauto reiniging | 17 |
| 3.7 Verf in de bouwsector en doe het zelf | 18 |
| 3.8 Metalectro: industriële verftoepassingen en ontvetten | 19 |
| 3.9 Hout en meubel industrie | 21 |
| 3.10 Grafische industrie/bedrukken kunststof | 21 |
| 3.11 Chemie | 23 |
| 3.12 Rubber en kunststofverwerking | 24 |
| 3.13 Overige sectoren | 25 |
| 3.14 Conclusies | 25 |
| REFERENTIES | 27 |
| BIJLAGE: KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN VOS REDUCTIEMAATREGELEN IN HET MILIEUKOSTEN MODEL VAN HET RIVM | 31 |



SAMENVATTING

In het kader van het VOS-reductieplan 2010 is de kosten-effectiviteit van maatregelen op branche niveau (exclusief landbouw en verkeer) onderzocht en zo mogelijk door de sector gevalideerd. Daarbij is als basis uitgegaan van de door het Franse onderzoeksinstituut Citepa opgestelde achtergronddocumentatie, waarin op procesniveau schattingen zijn gepresenteerd van (investerings)kosten en opbrengsten van maatregelen om VOS-emissies te reduceren. Voor veel sectoren is naast de Citepa documentatie aanvullende informatie ingewonnen om een min of meer compleet beeld van de kosten-effectiviteit te kunnen krijgen. Vervolgens zijn de maatregelen ingedeeld in 4 klassen: 0 – 2,5 €/kg; 2,5 – 5 €/kg; 5 – 10 €/kg; > 10 €/kg gereduceerde VOS-emissies.

In onderstaande tabel zijn de resultaten van het onderzoek kort samengevat. In totaal zijn tien sectoren (veelal met subsectoren) onderzocht. Voor zeven sectoren daarvan zijn de kosten-effectiviteitscijfers (gedeeltelijk) gevalideerd. Voor drie sectoren is wel een schatting gemaakt van de kosten-effectiviteit van maatregelen die in de betreffende sectoren zouden kunnen worden genomen, maar was het voor de sector niet mogelijk deze cijfers te valideren. Daarbij speelden ofwel principiële argumenten (te bedrijfsspecifiek in de chemie) of tijdsdruk en diversiteit (metalectro en verf) een rol.

Tabel 1 Indicatie Emissie reductie nationaal VOS reductieplan en kosten-effectiviteit van maatregelen, per sector

| Sector | Emissie reductie kton | Kosten Effectiviteit minimaal €/kg VOS | Kosten Effectiviteit maximaal €/kg VOS | Validatie |
|---|-----------------------|--|--|-----------|
| Energiewinning (gas-olie) | 6,3 | 1 | > 10 | v |
| Chemie | 3 | 2,5 | > 10 | - |
| Grafische industrie | 2,9 | 1 | > 10 | V |
| Rubber en kunststofverwerking | 0,7 | 1 | 2,5 | v |
| Metalectro | 1,8 | 2,5 | > 10 | - |
| Raffinage | 3,3 | 1 | 10 | V |
| Op- en overslag | 2,6 | 5 | 15 | v |
| Benzinestations | 0,7 | 4 | 7,5 | V |
| Reinigen tankauto's | 0,2 | 1 | 5 | - |
| Verf: doe het zelf, bouw, meubel/timmer ind | 5,6 | 1 | 2,5 | v, - |

Bron: TME, 2003. V = complete validatie, v = gedeeltelijke validatie

Zoals de resultaten laten zien lopen de kosten-effectiviteiten van maatregelen per sector fors uiteen. In sommige gevallen is het mogelijk om (nog) relatief goedkope maatregelen te treffen, in veel gevallen zal het doorvoeren van verdergaande VOS-reducties de nodige aanpassingen en inspanningen vereisen van bedrijven. Dit kan zich soms uiten in minder gunstige kosten-effectiviteitscijfers.



SUMMARY

Within the framework of the National VOC-reductionplan 2010 the cost-effectiveness of measures to reduce VOC-emissions in the Netherlands at sectoral level had been estimated and (if possible) been validated by the sector. The background documents developed by the French institute Citepa have been used as a starting point. These documents give at process level assessments of (investment) costs and savings connected with the implementation of VOC reducing measures. This Citepa information has been completed (for almost all sectors) by cost-assessments of the sectors themselves, or by making use of other research in this field (VOC Reduction Potential Research project of 2000, international sources). Next the measures have been classified according to 4 classes of cost-effectiveness: 0 – 2,5 €/kg; 2,5 – 5 €/kg; 5 – 10 €/kg; > 10 €/kg reduced VOC-emissions.

The results of the project are summarised in the table. In total ten sectors (mostly with sub sectors) have been investigated. For seven sectors it was possible to (partly) validate the cost-effectiveness of measures to be taken by the sectors. In three cases cost-effectiveness of measures could be partly assessed by TME, but not be validated by the sectors. This was either due to principal arguments (too company-specific in the chemical industry) or time limitation and diversity of the sector (metaelectro en paint).

Table 1 Indication Emission reduction national VOC reductionplan en cost-effectiveness of measures, per sector

| Sector | Emission reduction kton | Cost-Effectiveness minimal €/kg VOC | Cost-Effectiveness maximal €/kg VOC | Validati on |
|--|----------------------------|---|---|----------------|
| Energy exploration (gas-oil) | 6,3 | 1 | > 10 | V |
| Chemical | 3 | 2,5 | > 10 | - |
| Printing industry | 2,9 | 1 | > 10 | V |
| Rubber en plastics processing | 0,7 | 1 | 2,5 | V |
| Metaelectro | 1,8 | 2,5 | > 10 | - |
| Refineries | 3,3 | 1 | 10 | V |
| Storage, transfer | 2,6 | 5 | 15 | V |
| Service stations | 0,7 | 4 | 7,5 | V |
| Cleaning tank-trucks | 0,2 | 1 | 5 | - |
| Paint/coatings: do it yourself, construction, furniture industry | 5,6 | 1 | 2,5 | v, - |

V = complete validation, v = partial validation

As the results show, there are large differences in the cost-effectiveness of measures. In some cases it is still possible to take relative cheap measures, in many cases the implementation of further VOC-reduction measures will demand adaptations of the production process and commitment. This sometimes may be result in unfavourable cost-effectiveness figures.



VOORWOORD

Begin juli 2003. Ik zat net na te denken wat ik op vakantie zou gaan doen toen ik werd gebeld: "Kosten-effectiviteit van VOS-maatregelen, validatie door sectoren", dat was de boodschap. Ik realiseerde me dat het redelijk onmogelijk zou zijn, maar stemde toe, mijn vakantieplannen zouden daardoor een stuk duidelijker worden.

De meeste informatie kwam in de loop van de zomer wel "los", en het schatten van ontbrekende informatie en het daarover communiceren met de sectoren heeft ook de nodige tijd gevergd. Toch is het gelukt om met de hulp en inzet van de vele deskundigen op dit gebied, in korte tijd, een redelijk inzicht te krijgen in de maatregelen om VOS te reduceren op sectorniveau en de kosten-effectiviteit daarvan.

Dat het niet in alle gevallen mogelijk was om volledig gevalideerde cijfers te ramen voor de Nederlandse situatie is gezien de opdracht en de tijd waarin deze moest worden uitgevoerd niet verwonderlijk. In grote lijnen is het beeld wel duidelijk geworden, waarvoor de contacten met de sectoren onontbeerlijk waren.

Ik wil dan ook mijn grote waardering uitspreken voor de inzet en betrokkenheid van de bij de uitvoering van dit onderzoek betrokken branche verenigingen en de vele deskundigen en niet te vergeten de opdrachtgever. Zonder de inzet van deze deskundigen zou het niet mogelijk zijn geweest om tot het voorliggende eindresultaat te komen.

Jochem Jantzen
Directeur TME, Instituut voor Toegepaste Milieu-Economie
Nootdorp, 6 oktober 2003.





1 INLEIDING

De Nederlandse overheid stelt een Nationaal Reductieplan VOS op, o.a. in het kader van de NEC-richtlijn (Nationale Emissieplafonds voor o.a. VOS). In het reductieplan – dat is opgebouwd uit diverse sectorale plannen – wordt van elke sector aangegeven welke emissiereducties haalbaar zijn (zeker en onzeker). Een schatting van de kosten-effectiviteit van de te nemen maatregelen ontbreekt (nog), terwijl de Europese Unie via het 4C-project (4C = 4 ceilings) wel vraagt om gevalideerde Kosten-Effectiviteit cijfers.

NOVEM heeft aan TME gevraagd dit onderzoek uit te voeren in de periode 11 juli tot en met 6 oktober 2003.

Om een tijdrovend proces te vermijden is gekozen voor een aanpak waarbij:

- wordt uitgegaan van de cijfers die door het Franse Instituut Citepa zijn gepubliceerd
- en deze te beoordelen op representativiteit voor de Nederlandse situatie en zonodig aan te vullen met schattingen die betrekking hebben op de Nederlandse situatie.

Naast documenten van Citepa is daarom – waar nodig – ook gekeken naar o.a. in het kader van het VRPO-project (VOS Reductie Potentieel Onderzoek) uitgevoerde studies en zijn aanvullende schattingen gemaakt in overleg met de branches.

Op basis van branche plannen, Citepa documenten en studies verricht in het kader van het VRPO project zijn voor diverse branches achtergronddocumenten opgesteld en voorgelegd aan de branche.

De hier berekende kosten-effectiviteiten zijn ingedeeld in kosten-effectiviteitsklassen:

- € 0 tot € 2,50 per kilogram NMVOS vermeden
- van € 2,50 tot € 5,00 per kilogram NMVOS vermeden
- van € 5,00 tot € 10,00 per kilogram NMVOS vermeden
- en meer dan € 10,00 per kilogram NMVOS vermeden.

1.1 Doel en resultaat

De doelstelling van het project is om te komen tot een set gevalideerde kosten-effectiviteitscijfers voor het Nationaal Reductieplan NMVOS in Nederland.

In deze eindrapportage worden de definitieve resultaten (per 6 oktober 2003) gerapporteerd. Voor alle belangrijke sectoren zijn schattingen van kosten-effectiviteiten (ofwel op basis van Citepa, ofwel op aanvullende informatie zoals uit het VOS Reductie Potentieel Onderzoek) gemaakt en voorgelegd/besproken met branche vertegenwoordigers. Voor zeven van de tien onderzochte branches zijn de kosten-effectiviteitscijfers voor de reductie van VOS (deels) gevalideerd.

1.2 Opbouw rapportage

In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan wat onder kosten-effectiviteit wordt verstaan en hoe berekende kosten-effectiviteiten kunnen en moeten worden geïnterpreteerd.

Vervolgens worden in hoofdstuk 3 per sector de resultaten van het onderzoek gepresenteerd en kort toegelicht. Verdere informatie per (deel)sector is te vinden in de circa 10 achtergrond documenten (TME, 2003b – TME, 2003m).





2 KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN OM VOS EMISSIES TE REDUCEREN

2.1 Inleiding

Voordat wordt overgegaan tot het presenteren van de resultaten van het onderzoek op hoofdlijnen wordt eerst kort ingegaan op het begrip kosten-effectiviteit en wordt de reikwijdte van het begrip aan de hand van een aantal voorbeelden verder toegelicht.

2.2 Kosten-effectiviteit: een definitie

Voor zover kosten voor milieubeleid moeten worden gemaakt waarbij de kosten eenduidig aan een enkele stof kunnen worden toegerekend is kosten-effectiviteit een methode om maatregelen te rangschikken en daarop prioriteiten te baseren bij het treffen van maatregelen.

Kosten-effectiviteit wordt gedefinieerd als:

$$\text{Kosten-effectiviteit} = \frac{\text{Kosten maatregel}}{\text{Effect maatregel}}$$

Voor Vluchtige Organische Stoffen (VOS) ligt het in de rede om het effect van een maatregel uit te drukken in gereduceerde kilogrammen VOS-emissie. Dan komt men tot de volgende definitie:

$$\text{Kosten-effectiviteit} = \frac{\text{Kosten maatregel in euro}}{\text{Effect maatregel in kg gereduceerde VOS emissie}}$$

Toepassing van voorgaande definitie maakt het mogelijk om milieumaatregelen af te wegen. Vanuit milieu-economisch perspectief is het logisch dat de "goedkoopste" maatregelen (d.i. met de hoogste kosten-effectiviteit) eerst in te zetten om bijkomende emissiereducties te realiseren.

Hoewel de kosten-effectiviteits methode een elegante wijze is om maatregelen en daarmee beleid te prioriteren kleven er ook wat bezwaren aan de methode. Hierop wordt in de volgende paragrafen ingegaan.

2.2.1 Mogelijke bezwaren bij het strikt prioriteren op basis van kosten effectiviteit

Een eerste bezwaar bij het bepalen van de kosten-effectiviteit bij VOS is dat er vele soorten VOS bestaan die qua toxiciteit verschillen. Dit zou eventueel te ondervangen zijn door met weegfactoren te rekenen. Dit wordt in de praktijk echter niet gedaan.

Een ander bezwaar van het strikt prioriteren op basis van kosten-effectiviteit voor de reductie van VOS-emissies, is dat er bij de kosten-effectiviteit niet wordt gekeken naar ruimtelijke aspecten. VOS emissies dragen bij aan ozonvorming op leefniveau. Daarmee wordt de luchtkwaliteit (negatief) beïnvloed. Het is echter goed voorstelbaar dat in de ene situatie (binnenstad b.v.) ozonvorming een groot probleem vormt, waardoor de luchtkwaliteit



negatief wordt beïnvloed. In de andere situatie (platteland) zijn minder VOS bronnen per oppervlakte eenheid, waardoor de luchtkwaliteit daar nauwelijks negatief wordt beïnvloed. Een maatregel heeft dan in de eerste geschetste situatie veel meer effect dan in de tweede situatie.

Een derde bezwaar heeft te maken met de wijze waarop kosten-effectiviteit wordt bepaald. Wordt bijvoorbeeld alleen naar een sector-gemiddelde gekeken (door de kosten van een maatregelpakket af te zetten tegen de verwachte emissiereductie in de sector) dan verdwijnen daarmee de voor bedrijven – individueel – geldende kosten-effectiviteiten. Dit probleem is eigenlijk alleen goed te ondervangen door voor elke individuele maatregel de kosten-effectiviteit – op bedrijfsniveau – te bepalen¹. Omdat dit echter te veel inspanningen vergt van sectoren of stuit op het probleem van de betrouwbaarheid van bedrijfsinformatie wordt veelal gekozen voor het definiëren van modelbedrijven die dan min of meer representatief worden geacht voor een (deel) sector. Dit wordt hierna aan de hand van een getallenvoorbeeld geïllustreerd.

2.2.2 Kosten effectiviteit op het niveau van de sector of op het niveau van het bedrijf / individuele maatregel

Bij het bepalen van de kosten-effectiviteit van een individuele maatregel op bedrijfsniveau spelen een aantal factoren een kritische rol:

- de bedrijfstijd: gaat het om een bedrijf dat 40 uur per week werkt of bijvoorbeeld volcontinu?
- De schaal: gaat het om een klein of groot bedrijf, dit heeft namelijk consequenties voor de omvang van investeringen (en schaalvoordelen)
- Reeds getroffen maatregelen om VOS te reduceren (waardoor de concentraties van VOS in afgezogen lucht lager komen te liggen).

Een en ander kan aan de hand van een voorbeeld voor een naverbrander worden toegelicht. Allereerst wordt ingegaan op het verschil in bedrijfstijd, bij een overigens in technische zin vergelijkbare installatie. Daarbij worden de volgende situaties onderscheiden:

- een heat set drukkerij met een bedrijfstijd van 40 uur per week
- een heat set drukkerij met een bedrijfstijd van 120 uur per week

Uit Citepa (Citepa, 2003) kunnen de volgende cijfers worden afgeleid:

¹ Dit is bijvoorbeeld wel gedaan in het project "Emissie handel verzurende emissies" (TME, 1997), waarbij voor 40 bedrijven van ca. 400 NOX-reductiemaatregelen de kosten-effectiviteit is bepaald.



Tabel 2.1 Voorbeeldberekening kosten-effectiviteit: zelfde installatie bij verschillende bedrijfstijden

| | Emissie reductie in ton per jaar | investering | operationele kosten | jaarlijkse kosten | kosten- effectiviteit €/ kg VOS gereduceerd |
|--|--|-------------|------------------------|----------------------|--|
| naverbrander bij heatset, 40 uur per week, 30 ton inkt per jaar | 10,5 | € 442.000 | € 24.900 | € 82.141 | € 7,80 |
| naverbrander bij heatset, 120 uur per week, 90 ton inkt per jaar | 31,6 | € 442.000 | € 30.500 | € 87.741 | € 2,78 |

Bron: TME schatting o.b.v. Citepa, 2003 (heat set)

Uit de voorbeeld berekening is al direct af te leiden dat de kosten-effectiviteit op bedrijfsniveau sterk afhankelijk is van specifieke bedrijfssituaties. Wordt er in dagdienst gewerkt en 40 uur per week, dan is de gedane investering in een naverbrander relatief duur, VOS wordt gereduceerd tegen kosten van € 7,80 per kg. Als er echter in ploegendienst wordt gewerkt (120 uur per week bijvoorbeeld), dan nemen de jaarlijkse kosten nauwelijks toe, terwijl de naverbrander wel drie maal zo veel VOS reduceert, wat resulteert in een hoge kosten-effectiviteit van € 2,78 per gereduceerde kg VOS.

Het schaal effect kan worden toegelicht aan de hand van het tweede voorbeeld, waarbij weer van een zelfde type installatie wordt uitgegaan (naverbrander), maar waarbij nu wordt gekeken naar een kleine drukkerij (30 ton inkt per jaar) versus een grote drukkerij (1000 ton inkt per jaar).

Tabel 2.2 Voorbeeldberekening kosten-effectiviteit: zelfde installatie / technische maatregel bij verschillende schaal grootte (30 respectievelijk 1000 ton inkt per jaar)

| | Emissie reductie in ton per jaar | Investering | operationele kosten | jaarlijkse kosten | kosten- effectiviteit €/ kg VOS gereduceerd |
|---|--|-------------|------------------------|----------------------|--|
| naverbrander bij heatset, 30 ton inkt per jaar | 10,5 | € 442.000 | € 24.900 | € 82.141 | € 7,80 |
| naverbrander bij heatset, 1000 ton inkt per jaar | 351,0 | € 1.390.000 | € 121.600 | € 301.611 | € 0,86 |

Bron: TME schatting o.b.v. Citepa, 2003 (heat set)

Uit de voorbeeld berekening blijkt dat de kosten-effectiviteit sterk kan worden beïnvloed door de schaal van de installatie. In het voorbeeld scheelt dat bijna een factor 10.

Tenslotte kan ook gekeken worden naar het effect van een brongerichte maatregel op de kosten-effectiviteit van de hiervoor gepresenteerde naverbrander. Omdat het luchtdebet dat moet worden verwerkt door de naverbrander even groot blijft verandert er aan de "kosten



structuur" van de naverbrander weinig. Wel neemt de VOS concentratie af in de afgezogen lucht, waardoor de naverbrander minder VOS kan verwerken.

Tabel 2.3 Voorbeeld berekening kosten-effectiviteit: zelfde installatie / technische maatregel bij verschillende emissiereducties en dezelfde schaalgrootte (30 ton inkt per jaar)

| | Emissie reductie in ton per jaar (door naverbrander) | Investering | operationele kosten | jaarlijkse kosten | kosten-effectiviteit €/ kg VOS gereduceerd |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------|--|
| naverbrander bij heatset, 30 ton inkt per jaar | 10,5 | € 442.000 | € 24.900 | € 82.141 | € 7,80 |
| naverbrander bij heatset, na het treffen van brongerichte maatregel (verlaging IPA en reinigingsmiddelen) | 7,8 | € 442.000 | € 24.900 | € 82.141 | € 10,49 |

Bron: TME schatting o.b.v. Citepa, 2003 (heat set)

Doordat de brongerichte maatregel er voor zorgt dat de in de naverbrander te verwerken emissies met ca. 25% afnemen, is ook de door de naverbrander gerealiseerde emissiereductie lager (7,8 ton in plaats van 10,5 ton per jaar). De kosten van de naverbrander op jaarbasis blijven echter (nagenoeg) ongewijzigd. Dit leidt tot een lagere kosten-effectiviteit van de naverbrander: € 10,49 in plaats van € 7,80 per kg gereduceerde VOS.

De drie voorgaande voorbeeldberekeningen laten zien dat de kosten-effectiviteit van één en dezelfde techniek (naverbranding) tot aanzienlijke verschillen in kosten en effectiviteit kunnen leiden, afhankelijk van de specifieke bedrijfsomstandigheden.

In de voorbeelden is uitgegaan van gemiddelde bedragen voor investeringen en operationele kosten. Als gevolg van bedrijfsspecifieke omstandigheden is het echter goed mogelijk dat investeringen (veel) hoger uitvallen dan voor het model bedrijf (de zogenaamde retrofit/factor), waardoor de kosten/effectiviteit in individuele gevallen bijvoorbeeld twee maal lager uitvalt dan hiervoor is berekend.

2.2.3 Gemiddelde versus marginale kosten/effectiviteit

In de Citepa documenten worden de investeringen en operationele kosten en baten bepaald voor "maatregel combinaties" die worden toegepast op een modelbedrijf (of referentie installatie). Daardoor wordt bij het bepalen niet de marginale kosten-effectiviteit berekend, maar de gemiddelde. Een en ander kan weer worden toegelicht aan de hand van een getallen voorbeeld.



Tabel 2.4 Gemiddelde en marginale kosten-effectiviteit van maatregelen, voorbeeld voor "special chemicals"

| omschrijving | emissie reductie in kg per jaar | investering (€) | operationele kosten (€/y) | Kosten Effectiviteit (€/kg) |
|--|---------------------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| primaire maatregelen pakket 1 en weinig gebruik secundaire maatregelen (verbranding, absorptie, condensatie) | 660.000 | € 2.640.000 | € 448.800 | € 1,08 |
| primaire maatregelen pakket 2 en veel gebruik secundaire maatregelen (verbranding, absorptie, condensatie) | 795.000 | € 6.678.000 | € 1.009.550 | € 2,31 |
| marginaal primaire maatregelen pakket 2 en veel gebruik secundaire maatregelen (verbranding, absorptie, condensatie) | 135.000 | € 4.038.000 | € 560.750 | € 7,84 |

Bron: TME schatting o.b.v. Citepa, 2003 (special chemicals)

In bovenstaande voorbeeldberekening kan worden gezien dat de gemiddelde kosten-effectiviteit voor maatregelenpakket 1 iets meer dan € 1 per kg bedraagt. Wordt pakket 2 genomen, dan bedraagt de gemiddelde kosten-effectiviteit (dus inclusief maatregelen uit pakket 1) zo'n € 2,5 per kg.

Als we echter naar de extra reductie van pakket 2 kijken (135.000 kg per jaar ten opzichte van pakket 1) en deze vergelijken met extra investeringen en operationele kosten (onderste rij in de tabel), dan zien we dat de zogenaamde marginale kosten-effectiviteit uitkomt op € 7,84 per kg, ofwel ruim 3x hoger dan de gemiddelde kosten-effectiviteit.

In dit document wordt in de meeste gevallen uitgegaan van de gemiddelde kosten-effectiviteit van maatregelenpakketten op sectorniveau. Bij het beoordelen van de kosten-effectiviteit van maatregelen (b.v. op bedrijfsniveau) zal ook gekeken moeten worden naar de marginale kosten-effectiviteit van maatregelen! Pas dan is het mogelijk een goede afweging te kunnen maken tussen extra kosten en extra baten (emissie reducties).

2.3 Maatregelen om de sectorale emissies van VOS te reduceren

Maatregelen om de emissies van VOS te reduceren kunnen als volgt worden ingedeeld:

- voorkomen dat VOS in de lucht komt door het VOS gehalte van producten / halfabrikaten te verlagen (b.v. oplosmiddelarme verf, oplosmiddelarme schoonmaakmiddelen, IPA-loze offset, ontvetten met zeep in plaats van met oplosmiddelen, etc.). Voorzover het "binnen" toepassingen betreft gelden in Nederland diverse vervangingsregimes die gericht zijn op het uitbannen van VOS;
- afsluiten van bronnen van VOS-emissies (b.v. blikken afsluiten, of het VOS-dicht maken van pakkingen), zodat bij de bronnen geen VOS meer kan vrijkomen;
- afzuigen van VOS-emissies, kanaliseren daarvan en dan verder verwerken (filteren, absorberen, verbranden).

Voor de meeste sectoren geldt dat de bronnen waar VOS uit wordt geëmitteerd redelijk tot goed zijn gedocumenteerd. Voor deze sectoren is het dan ook relatief gemakkelijk om tot het definiëren van concrete reductiemaatregelen te komen. Voor een enkele sector, vooral de



chemische sector, geldt dat er een veelheid van processen is die tot VOS-emissies leiden. Daarvoor is het dus veel lastiger om concrete maatregelen op sector niveau te definiëren.



3 OVERZICHT KOSTEN-EFFECTIVITEIT MAATREGELEN IN HET NATIONAAL REDUCTIEPLAN VOS 2010

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de studie. Daarbij is een onderverdeling naar sectoren/branches gemaakt om een makkelijke aansluiting te verkrijgen bij de sectorale reductieplannen.

De werkwijze voor het valideren van kosten-effectiviteitscijfers is als volgt geweest:

- eerst is nagegaan of Citepa documenten heeft opgesteld voor de betreffende sector;
- als dat niet zo is, is nagegaan of er andere studies zijn verricht (vooral in het kader van het VOS Reductie Potentieel Onderzoek: VRPO) waaruit maatregelen en kosten-effectiviteiten zijn af te leiden. Zo nodig zijn wat additionele berekeningen gemaakt om meer inzicht te krijgen in maatregelen en kosten;
- vervolgens zijn – voorzover mogelijk – maatregelen uit reductieplannen gekoppeld aan de berekende kosten-effectiviteiten;
- er is per branche een rapportage opgesteld (TME, 2003, b t/m m);
- een en ander is vervolgens voorgelegd aan en bediscussieerd en besproken met de brancheorganisaties ter validatie.

Gezien de periode en het korte tijdsbestek waarin deze studie moest worden uitgevoerd was het niet in alle gevallen mogelijk om volledig gevalideerde cijfers van alle branches te krijgen. Dit is ook aangegeven in de tabel (status validatie).

3.2 Resultaten

De resultaten van het onderzoek zijn gegroepeerd per branche. Daarbij is zo goed als mogelijk aangegeven:

- de maatregelen uit het reductieplan van de branche óf een inschatting van mogelijke maatregelen;
- emissies 2000 en emissie-reductie tussen 2000 – 2010 (inclusief verrekening van eventuele groei van de afzet van de sector);
- de kosten-effectiviteitsrange van de maatregel;
- opmerking over de kostenschatting;
- status van de validatie en of er schattingen van Citepa beschikbaar zijn.

De resultaten zijn ingedeeld per sector.

3.3 Energieproductie sector

Door de energieproductie sector (gas- en oliewinning) is een reductieplan en een actualisatie daarvan opgesteld (NOGEP, 2002/2003).

Het reductieplan geeft wel per lid, maar niet per maatregel aan welke reductie kan worden bereikt, vandaar dat in de tabel alleen de sector emissies zijn opgenomen. In het achtergrond document voor deze sector (TME, 2003e) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.1 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies van de Energieproductiesector

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|---|---------------------------|-------------------------------|---|--|--|
| Stikstof purging. | | | 5 - 10 | Niet altijd kosten effectief, uitschieters naar € 70 per kg | |
| rerouting flashgas | | | >10 0 – 2,5 | Bij kleinere platforms is rerouting flash gas niet kosten-effectief | |
| vapour recovery unit | | | 0 – 2,5 2,5 - 5 | Bij kleinere platforms is een vapour recovery unit niet kosten-effectief | |
| Totaal | 9,3 | 6,3 | | | KE gevalideerd geen Citepa documenten beschikbaar |

De kosten-effectiviteiten genoemd in de tabel zijn gevalideerd. Omdat de berekende kosten-effectiviteiten betrekking hebben op individuele installaties, gelden ze slechts als indicaties voor de gehele sector. Binnen de sector wordt gerekend met kosten-effectiviteitsplafonds. Deze kunnen niet zonder meer vertaald worden naar het doel van dit onderzoek, omdat in plaats van de kosten-effectiviteit voor NMVOS gekeken wordt naar de integrale kosten-effectiviteit. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar NMVOS, maar ook naar methaan. Als grens wordt € 10-15 per kg gereduceerde EIU (Environmental Impact Unit) genomen.

Door Citepa zijn voor deze sector geen relevante documenten opgesteld.

3.4 Aardolieketen

Door de aardolieketen (raffinaderijen, terminals, distributie en benzine stations) is een reductieplan en een actualisatie daarvan opgesteld (NVPI, 2003). Het reductieplan geeft een indicatie van de met maatregelen in de sector te bereiken emissiereducties. Omdat alleen voor benzinstations achtergrond informatie van Citepa beschikbaar is (Citepa, 2003) zijn voor de andere maatregelen in overleg met de branche kostenschattingen gemaakt op basis van o.a. resultaten van het VRPO project. In de twee achtergrond documenten voor deze sector (Aardolieketen; Benzinstations; TME, 2003b/c) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.2 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies van de Aardolieketen

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|--|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|---|
| Raffinaderijen | | | | | |
| Controlesysteem voor fakkeldmissies via doorlatende afsluiters en veiligheidskleppen | 0,867 | 0,2 | 0 - 2,5 | KE vergelijkbaar met diffuse emissies | Gevalideerd |
| Invoering nieuw uniform protocol voor diffuse emissies | 3,591 | 1,6 | 0 - 2,5 | berekening Stork is aanpast aan nw reductie, en kosten reparaties | Gevalideerd |
| Invoering nieuw uniform protocol voor tankemissies (ext drijvend dak) en aantal raffinaderij specifieke acties | 1,501 | 0,7 | 2,5 - 5 | KostenEffectiever dan Stork, andere aanpak: kleine bronnen, kosten nog onduidelijk, lijken relatief laag te zijn | Gevalideerd |
| (Gedeeltelijke) reductie VOS emissies bij switchloading | 1,126 | 0,3 | 5 - 10 | in 50% aansluiten op bestaande DVI, lagere kosten dan Stork | Gevalideerd |
| Emissies van puntbronnen (Afdekken olie/water afscheider) | 1,825 | 0,5 | 0 - 2,5 | Maatregel is reeds getroffen (2001), verdergaande maatregelen zijn tot 4x duurder | Gevalideerd |
| Schoonmaken tanks | 0,017 | 0,0 | - | geen maatregelen voorzien | |
| Verbrandingsemissies | 0,502 | | | geen maatregelen voorzien | |
| Tussen totaal raffinage | 9,4 | 3,3 | | | Gevalideerd |
| Tussen totaal Terminals | 0,7 | | | nog geen maatregelen gedefinieerd | |
| Tussentotaal Distributie | 0,8 | | | nog geen maatregelen gedefinieerd | |
| Benzinetankstations | | | | | |
| fase II maatregelen, dampretourslangen, grote stations kleine stations | 2 | 0,7 | 2,5 - 5 5 - 10 | inschatting op basis van Citepa en VITO BBT, maatregel in 2000 voor 79% ingevoerd, veronderstelling 100% in 2010 | Gevalideerd, VNPI gaat uit van 1,99 kton in 2010 |
| Aardolieketen totaal | 13,0 | 4,0 | | | In Citepa ontbreken grotendeels de door de aardolieketen inzetbare reductie technieken |



Op basis van de resultaten en de communicatie met de VNPI kunnen de in bovenstaande tabel opgenomen cijfers als gevalideerd worden beschouwd. Omdat bedrijven in deze branche redelijk met elkaar zijn te vergelijken (qua processen en omvang) gelden de cijfers voor de gehele sector.

3.5 Op- en Overslag

Er is geen reductieplan VOS-emissies 2000-2010 voor de op- en overslag beschikbaar. Wel worden in het kader van het convenant dat in de maak is afspraken gemaakt ten aanzien van maatregelen voor de op- en overslag sector (VOTOB, 2003).

De in de tabel genoemde reductie is indicatief en gebaseerd op de lage schatting uit het VRPO project (Stork, 2000).

In het achtergrond document voor deze sector (TME, 2003i) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.3 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies van de Op- en overslagsector

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|--|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|---|
| Aansluiting vast dak tanks zonder maatregel op DVI | 1,9 | 1,1 | >> 10 | obv VOTOB schatting | gevalideerd |
| Aanpak kleine bronnen tanks | | | 2,5 - 5 | TME schatting obv schatting voor raffinaderijen | niet gevalideerd |
| DVI opstellen voor dampstromen vrijkomend bij niet-benzine verlading | 1,1 | 0,6 | >10 | obv Stork schatting | niet gevalideerd |
| Aanbrengen dampretouraansluiting op schepen en plaatsen nieuwe DVI | 1,7 | 0,4 | 5 - 10 | obv Stork schatting | niet gevalideerd |
| Op en overslag totaal | 4,7 | 2,1 | | | In Citepa ontbreken de door de op- en overslag inzetbare reductie technieken |

Voor deze sector geldt dat het om redelijk vergelijkbare bedrijven gaat zodat de kosten-effectiviteiten op bedrijfsniveau niet sterk zullen afwijken van die op sector niveau.

Voor het aansluiten van vastdaktanks op een dampverwerkingsinstallatie is het cijfer door de VOTOB gevalideerd, voor de overige voorgestelde maatregelen is geen validatie mogelijk gebleken.



3.6 Tankauto reiniging

Deze branche, verenigd in de ACTN, heeft geen VOS-reductieplan opgesteld. Wel is door de branche aangegeven (ATCN, 2002) dat er een reductie van ca. 40% kan worden behaald, waarbij maatregelen met naam worden genoemd.

In de onderstaande tabel is een eerste inschatting gegeven van de mogelijke kosten van het door de branche voorgestelde maatregelenpakket. Door Citepa zijn geen documenten opgesteld voor tankautoreiniging.

In het achtergrond document voor deze sector (TME, 2003j) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.4 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies van de tankauto reiniging

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|---|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|---|
| aftappen achtergebleven lading opvangen voorspoelwater gesloten afvoer spoelwater afzuiging en VOS-verwijdering bij FFU (waterzuivering) gesloten opvang, opslag en afvoer zuiveringsslib | | | | | |
| Totaal | 0,5 | 0,2 | 0 - 2,5 5 - 10 | kosten globaal ingeschat op basis van beschrijving maatregelen | niet gevalideerd geen Citepa documentatie |

De door TME geschatte kosten-effectiviteit van het maatregelenpakket voor de sector is niet gevalideerd.

3.7 Verf in de bouwsector en doe het zelf

De verf sector (VVVF) heeft in het "VOS Reductieplan 2010 voor de verf- en drukinkt industrie" (VVVF, 2002) aangegeven welke emissiereducties voor deze sector haalbaar worden geacht voor 2010. Belangrijk voor deze sector is de "vervangingsregeling" die bedrijven in de schildersbranche verplicht om met VOS-arme verven te gaan werken. Het (verder) introduceren van VOS-arme verven in de doe het zelf sector is lastiger omdat hier geen wettelijke verplichtingen gelden, en de verkoopkanalen (detailhandel, bouwmarkten) vaak geïmporteerde verf leveren, waarvan het VOS-gehalte relatief hoog is.

De in de tabel gegeven kostenschatting is gebaseerd op Citepa (2003). In het achtergrond document voor deze sector is een verdere toelichting op de cijfers te vinden (TME, 2003k/l).

Tabel 3.5 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies van de verfgebruik in de bouw en doe het zelf

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|---|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| doe het zelf lakken, reductie VOS-gehalte | 4,9 | 3,1 | 0 - 2,5 | KE gebaseerd op Citepa | gevalideerd |
| doe hel zelf overig, geen maatregelen | 1,8 | -1 | 0 - 2,5 | gebaseerd op Citepa | gevalideerd |
| bouw lakken, reductie VOS-gehalte | 6,6 | 2,3 | 0 - 2,5 | gebaseerd op Citepa | niet gevalideerd |
| bouw overig, geen maatregelen | 1,8 | -0,5 | 0 - 2,5 | gebaseerd op Citepa | niet gevalideerd |
| timmerindustrie, reductie VOS gehalte | 1,8 | 1,4 | 0 - 2,5 | gebaseerd op Citepa | niet gevalideerd |
| wegenverf, reductie VOS gehalte | 0,9 | 0,4 | 0 - 2,5 | gebaseerd op Citepa | niet gevalideerd |
| Totaal | 17,8 | 5,7 | 0 - 2,5 | gebaseerd op Citepa | deels gevalideerd |

Op basis van de bestudeerde documenten (Citepa, COT) kan geconcludeerd worden dat de kosten-effectiviteit van maatregelen in de orde van grootte van € 0 - € 2,5 per kg gereduceerde VOS komt. Citepa gaat daarbij van de meerkosten van verf uit (30% op droge stof basis) en bepaalt vervolgens hoeveel VOS-emissies gereduceerd kunnen worden. Het resultaat van deze eenvoudige rekensom is dat het ca. € 2,30 per kg gereduceerde VOS kost. Het COT (adviesbureau voor onderhoudstechniek in de bouw en de industrie) gaat uit van 10-15% duurdere verf (onduidelijk of het om droge stof dan wel om liter kosten gaat), maar vermeldt daarnaast dat de watergedragen verf efficiënter kan worden aangebracht (2 lagen in plaats van 1 laag per dag, dus een kostenbesparing) en dat het meer voorbereiding vereist (kostenverhogend is) (COT, 2000, p. 15).

Een en ander lijkt te duiden op een redelijke inschatting van de kosten-effectiviteit door Citepa. De cijfers zijn niet gevalideerd door de sector, mede omdat de branche (VVVF) te weinig inzicht heeft in de operationele aspecten (die bij afnemers spelen, de VVVF is toeleverancier).

3.8 Metaelectro: industriële verftoepassingen en ontvetten

De metaelectro sector, verenigd in de branche vereniging FME-CWM, heeft in het "VOS Reductieplan 2010 voor de metaelectro" (FME-CWM, 2003) aangegeven welke VOS-emissiereducties voor deze sector haalbaar worden geacht voor 2010. De in de tabel gegeven kostenschattings zijn ten dele gebaseerd op Citepa (2003).

In het achtergrond document voor deze sector (TME, 2003h) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.6 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies van het verfgebruik en ontvetting/oppervlakte reiniging in de metaelectro

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|---|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------|
| Automotive | | | | | |
| verder overgaan op WAD uitbesteden natlak buitenl poedercoatininstall minder spoelmiddelen door WAD efficiënter gebruik spoelmiddelen coil coat | | 0,25 | 5 - 10 | In NL zit Nedcar al >> 10 op scherpste norm | geen definitieve validatie |
| geen verdere reductie, 40% OLM houdende coatings en naverbranding | | 0 | 0 - 2,5 | maatregel in Nederland al genomen | |
| stalen vaten en blikemballage | | | | | |
| verder overgaan op WAD of naverbranders minder spoelmiddelen door WAD efficiënter gebruik spoelmiddelen | | 0,4 | 0 - 2,5 | geen maatregelen in Citepa beschreven, deels vergelijkbaar met automotive | geen definitieve validatie |
| Tussentotaal automotive - stalen vaten/blik | 2,95 | 0,65 | | | |
| Individuele bedrijven | | | | | |
| verder overgaan op WAD | 0,15 | 0,05 | 0 - 2,5 | geen maatregelen in Citepa beschreven, deels vergelijkbaar met automotive | geen definitieve validatie |
| metaal overig | | | | | |
| efficiënter verfgebruik (electrostat.) toename WAD moffellak WAD naar poedercoat verlaging VOS high solid efficiënter gebruik spoelmiddel automatisering effect verfopleiding | 4 | 0,65 | 0 - 2,5 | geen maatregelen in Citepa beschreven, deels vergelijkbaar met automotive | geen definitieve validatie |
| Scheepsbouw | | | | | |
| lagere VOS-gehalte lakken nwe spuittechniek | 3,5 | 0,85 | 0 - 2,5 | geen maatregelen in Citepa beschreven, deels vergelijkbaar met automotive | geen definitieve validatie |
| Conserveren staalconstruities | | | | | |



| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|---|---------------------|-------------------------|---|--|--|
| hoger vaste stofgehalte high solid meer WAD lakken meer poedercoating efficiënter toepassen (elektrostatisch) | 1,4 | 0,3 | 0 - 2,5 | geen maatregelen in Citepa beschreven, deels vergelijkbaar met automotive | geen definitieve validatie |
| proces emissies | | | | | |
| Basismetalaal: maatregelen niet gespecificeerd | | 0,3 | 0 - 2,5 | nog onduidelijk wat kosten zijn geen Citepa documentatie | geen validatie |
| gieterijen vervanging IPA | | 0,1 | 5 - 10 | Kosten deels te vergelijken met maatregelen in Grafische industrie | geen definitieve validatie |
| overige proces emissies: o.a. TL-buis productie, nadere niet gespecificeerde maatregel | | 0,2 | 0 - 2,5 | | |
| Ontvetten | | | | | |
| TRI/PER in gesloten systemen, waterbasis intvettingsystemen | | 0,9 | 0 - 2,5 2,5 - 5 afhankelijk van te 5 - 10 treffen | kosten effectiviteit afhankelijk van te treffen maatregelen, schatting o.b.v. Citepa | geen definitieve validatie |
| Totaal metalectro | 12 | 4 | | | Geen definitieve validatie Citepa beschrijft slechts deel van maatregelen |

Citepa heeft een duidelijke documentatie opgesteld voor de “automotive” sector, “coil coating” en ontvetten. Voor de overige verftoepassingen in de metaalindustrie zijn geen relevante documenten beschikbaar van Citepa.

Uit de beschrijving van de maatregelen in het brancheplan en contacten met de branche blijkt dat de Citepa documentatie wel aanknopingspunten biedt: het gaat vaak om hetzelfde type maatregelen als in de branche. Over de kosten kan de branche (FME) nu nog weinig zeggen, onderzoek is nu in gang gezet. Op bedrijfsniveau zal de invoering vaak specifiek zijn, en bijvoorbeeld afhankelijk van “natuurlijke” vervanging van afgeschreven installaties (waardoor kosten van VOS-reductie veel lager uitvallen), voor kleine bedrijven gelden andere technieken dan voor grote bedrijven (schaalgrootte). Naverbranding wordt in de branche als duur beschouwd (als de kosten-effectiviteit € 3-4 per gereduceerde kg VOS bedraagt). Daaruit kan worden afgeleid dat de te nemen maatregelen in de branche in het algemeen niet duurder zullen uitvallen.

Hoewel de in de tabel genoemde kosten-effectiviteiten niet door de branche zijn gevalideerd, kan op basis van de Citepa documenten in vergelijking met de branche-plannen worden geconcludeerd dat de meeste maatregelen in de branche in de lagere kosten-effectiviteitsklassen (€ 0 – 2,5; € 2,5 – 5; € 5 – 10 per kg VOS) zullen vallen.

3.9 Hout en meubel industrie

In de hout- en meubel industrie zijn VOS-emissies gerelateerd aan het gebruik van lak. De hout en meubel industrie heeft in 2002 een reductieplan opgesteld (CBM, 2002). Maatregelen om VOS te reduceren in deze sector hebben een nauwe samenhang met het ARBO-beleid (vervangingsplicht).

De in de tabel gegeven kostenschatting zijn gebaseerd op Citepa (2003). In het achtergrond document voor deze sector (TME, 2003I) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.7 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies van de verfgebruik in de hout en meubel industrie

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|--|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|------------------|
| uitbannen celluluselak, OLM arme laktechnieken (zuurhardend, 2componentenlak UV drogend) | 2,8 | 0,8 - 1 | 0 - 2,5 5 - 10 | Volgens Citepa geen netto kosten verbonden aan high solid lakken Wel hoge kosten voor b.v. naverbranding | Gevalideerd |

Citepa geeft een redelijke onderbouwing van maatregelen en kosten voor de sector. In de sector wordt momenteel hard gewerkt aan de implementatie van maatregelen. De cijfers zijn gevalideerd door de sector.

3.10 Grafische industrie/bedrukken kunststof

De grafische industrie - verenigd in de branche vereniging KVGGO - en bedrukkers van kunststof hebben in 2002 een reductieplan opgesteld (KVGGO, 2002). Door Citepa zijn een aantal relevante documenten opgesteld waaruit kosten-effectiviteiten kunnen worden afgeleid. Deze zijn vergeleken met het reductieplan en andere (kosten) informatie. De resultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

In het achtergrond document voor deze sector (TME, 2003f) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.8 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies in de grafische industrie

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|---|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Illustratiediepdruk: een combinatie van rendementsverbetering TWI, gebruik retentie-inkten en maatregelpakket beperking diffuus (branchemaatregel: via MBO) | 2,2 | 0,6 | > 10 | mogelijk hogere kosten agv hogere investering dan citepa en extra energie kosten | Via branche-plan door KVGGO. |
| Offset: IPA-concentratie in vochtwater verlagen tot 5% | 1,8 | 0,3 | 5 - 10 | van 8-5% bestaande pers KVGGO, NIET IN CITEPA | Via branche-plan door KVGGO, inclusief |



| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie kosten en KE. |
|---|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|--|
| Offset: IPA-loze offset bij 80% van de nieuwe persen (onzeker: via MBO) | 1,5 | 0,6 | > 10 | nieuwe pers KVGO, vervangt pers 5% IPA, NIET IN CITEPA | Via brancheplan door KVGO, inclusief kosten en KE. |
| Offset: Voor 90% van het volume omschakeling naar minder- en niet-vluchtige reinigingsmiddelen (branchemaatregel: via arboconvenant Grafimedia) | 0,6 | 0,2 | 0 - 2,5 | nauwelijks investeringen: nieuwere persen hebben geschikte wasinstallatie; wel aanpassing software automatische wassystemen, NIET IN CITEPA | Via brancheplan door KVGO, inclusief kosten en KE. |
| Verpakkingsdrukkerijen < 150 ton: verdere overschakeling op oplosmiddelarme producten/nageschakelde techniek | 0,9 | 0,6 | 2,5 - 5 | Via Oplosmiddelenbesluit en Vervangingsregeling (Arbo) | Gevalideerd |
| Verpakkingsdrukkerijen > 150 ton: het verlies aan oplosmiddelen terugbrengen tot 12%. | 2,0 | 0,4 | 0 - 2,5 | bij (over)capaciteit naverbrander terugbrengen tot 10% mogelijk | Gevalideerd |
| Verpakkingsdrukkerijen > 150 ton: het verlies aan oplosmiddelen terugbrengen van 12% tot 10%. | 1,6 | 0,1 | 0 - 2,5 | bij (over)capaciteit naverbrander terugbrengen tot 10%; (onzeker: regelen via MBO) | Gevalideerd |
| Heatset: in 2010 geen onbestreden schoorsteenemissies (via Oplosmiddelen besluit) | 0,04 | 0,03 | 5 - 10 | op basis Citepa en (25%) hogere investering | Via brancheplan door KVGO. |
| Zeefdruk: voor 50% van het volume omschakeling naar oplosmiddelarme inkten (branchemaatregel) | 0,2 | 0,1 | 2,5 - 5 > 10 | in de praktijk betekent dit overschakeling op UV inkten, relatief goedkoop voor grote bedrijven, duur voor kleine bedrijven | Via brancheplan door KVGO, inclusief kosten en KE. |
| Totaal | 10,84 | 2,93 | | | Gevalideerd. Citepa geeft geen volledige dekking en moet worden aangepast |

Niet voor alle deelsectoren van de grafische industrie (zeefdruk en vellenoffset) zijn door Citepa documenten opgesteld. De kosten-effectiviteits cijfers zijn met de sector besproken en gevalideerd.

3.11 Chemie

Voor de chemische industrie heeft de VNCI aangegeven dat op basis van de BMP's van leden een zekere emissie reductie kan worden ingeschat van ca. 25% (VNCI, 2002). Er is geen verdere uitwerking gemaakt van de door de sector te treffen maatregelen in een sector reductieplan. Uit de reacties van bedrijven is gebleken dat maatregelen in deze sector "niet onder een hoedje zijn te vangen". In veel gevallen zal het om "fundamentele" maatregelen gaan (procesaangepassing, die ingevoerd kunnen worden op investeringsmomenten), in bijna alle gevallen gaat het om maatwerk (in tegenstelling tot andere sectoren).

De in de onderstaande tabel genoemde maatregelen zijn indicatief en zijn bijna alle afgeleid uit het in het kader van het VRPO project gedane onderzoek (Stork, 2000). Citepa heeft slechts voor 2 (kleine) deelsectoren van de chemie documenten opgesteld, die door de sector niet representatief worden geacht voor maatregelen die in Nederland kunnen worden getroffen.

In het voor deze sector opgesteld achtergrond document is een verdere toelichting gegeven op de in de tabel gepresenteerde cijfers (TME, 2003d).

Tabel 3.9 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies in de chemische industrie

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie potentieel (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|---|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| Opslagtanks, aansluiten op dvi/maatregelen kleine bronnen | 1,2 | 0,7 | 2,5 - 5 5 - 10 | Uit Stork afgeleid, ook naar NVPI maatregelen gekeken | Geen validatie |
| puntbronnen, procesemissies, >0,5gew%VOS, cryo-condensatie, adsorptie/actief kool | 0,8 | 0,4 | 5 - 10 > 10 | Uit Stork afgeleid | Geen validatie |
| puntbronnen, procesemissies, 0,05-0,5gew%VOS, adsorptie/actief kool, regeneratieve naverbranding | 0,6 | 0,15 | 5 - 10 > 10 | Uit Stork afgeleid | Geen validatie |
| puntbronnen, procesemissies, 0,005-0,05gew%VOS, ventilatie, biofiltratie | 0,6 | 0,1 | >> 10 | Uit Stork afgeleid | Geen validatie |
| overige puntbronnen, lage concentraties, regeneratieve oxidatie | 3,9 | 1,6 | > 10 | Uit Stork afgeleid | Geen validatie |
| lekverliezen/difffuus, monitoring en reparatie | 2,1 | 0,4 | 2,5 - 5 5 - 10 | Uit Stork afgeleid | Geen validatie |
| overig difffuus, riolen/oliewaterscheiders, koeltorens, etc., nageschakelde techniek, afsluiten olie/waterscheiders | 2,1 | 0,2 | 0 - 2,5 5 - 10 | Uit Stork afgeleid, ook naar NVPI maatregelen gekeken | Geen validatie |
| Totaal | 11,3 | 3,6 | | | Citepa documenten beiden geen aanknopingspunten |



De opsplitsing van emissies van de chemische industrie is afgeleid uit het VRPO project (Stork, 2000). Deze opsplitsing komt niet (geheel) overeen met de documentatie van de chemische industrie. Ook wijken de cijfers t.a.v. emissies in 2000, en de emissiereductie af.

De kosten-effectiviteitscijfers kunnen niet door de branche (VNCI) worden gevalideerd. Wel wordt het beeld bevestigd van zeer uiteenlopende kosten-effectiviteiten van maatregelen, en dat veel maatregelen minder kosten-effectief (€5- 10, > € 10 per kg VOS) kunnen uitpakken. Dit is in lijn met de verwachtingen van de sector.

3.12 Rubber en kunststofverwerking

De rubber- en kunststofverwerkende industrie, verenigd in o.a. de branche verenigingen NRK en Stibenex hebben de sectorale emissiereductie in het kader van het reductieplan onderbouwd op basis van de BMP's van de grootste bedrijven. In het IMT (Integrale Milieutaakstelling) handboek worden ca. 20 maatregelen beschreven om VOS-emissies te reduceren in de sector. Niet is bekend met welke kosten-effectiviteit deze kunnen worden toegepast bij bedrijven.

Door Citepa zijn een tweetal documenten opgesteld die relevant zijn voor de sector, een voor het schuimen van polystyreen en een voor banden productie.

In het achtergrond document voor deze sector (TME, 2003g) is een verdere toelichting op de cijfers te vinden.

Tabel 3.10 Schatting en validatie kosten-effectiviteit van reductie van VOS-emissies in de rubber- en kunststofverwerkende industrie

| Maatregel branche reductieplan of eigen inschatting maatregelen | Emissie 2000 (kton) | Emissie reductie (kton) | Kosten – effectiviteit (€ kg VOS) | Opmerkingen | Status validatie |
|--|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|---|
| Hergebruik polystyreen afval, lager pentaan gehalte | | | 0 - 2,5 | Volgens Citepa geen kosten aan verbonden | Gevalideerd |
| Naverbranding | | | 0 - 2,5 | Obv Citepa | Geen validatie |
| Productie 100% gevulcaniseerd rubber, nieuw processen ; 25% oplosmiddelhoudende middelen | | | 0 - 2,5 | Obv Citepa, in NL 100% oplosmiddelvrij | Gevalideerd |
| Sector | 1,6 | 0,7 | | | Deels validatie Citepa documenten bieden deels aanknopings punten |

In vergelijking met maatregelen door de branche beschreven dekt Citepa maar een beperkt deel van de emissies (en dus maatregelen). De maatregelen voor polystyreen en bandenproductie zijn deels in Nederland toepasbaar of al toegepast. De genoemde cijfers voor die deelsectoren kunnen representatief worden geacht. Voor andere maatregelen voor de sector (zie achtergronddocument) kunnen momenteel geen cijfers worden genoemd of gevalideerd.



3.13 Overige sectoren

Van de overige sectoren zijn geen kosten effectiviteiten bepaald omdat:

- anderen (b.v. RIVM) zich daarop richten (landbouw, verkeer);
- er te weinig duidelijkheid bestaat over mogelijk te treffen maatregelen tussen 2000 en 2010 (cosmetica/spuitbussen, schoonmaakmiddelen, open haarden);
- de emissies al grotendeels zijn teruggedrongen en daarom nauwelijks bijdragen in het totaal (b.v. lijm, bloemenverven, etc.).

Wel is voor een aantal VOS-emissies indicatief nagegaan wat het reductiepotentieel is voor 2010 (TME, 2003a).

3.14 Conclusies

Voor alle belangrijke branches zijn schattingen gemaakt van de kosten-effectiviteit van maatregelen. Deze schattingen zijn besproken met de branche op basis van door TME opgestelde achtergronddocumenten.

Het validatieproces is per sector verschillend verlopen en leidt voor 7 van de 10 onderzochte sectoren voor geheel of gedeeltelijk gevalideerde kosten-effectiviteitscijfers. Voor de chemische industrie geldt dat bedrijfsspecifieke maatregelen worden genomen, waarvoor op sectorniveau geen uitspraken zijn te doen over de kosten-effectiviteit, voor de metalectro bestaat nog te weinig inzicht in de kosten, hetzelfde geldt voor decoratieve verftoepassingen (in de bouw) en tankautoreiniging. De in de voorgaande paragrafen gepresenteerde cijfers voor deze sectoren zijn dan ook verkennend en voor rekening van TME. Voor de overige sectoren is het wel mogelijk gebleken om (deels) gevalideerde kosten-effectiviteitscijfers te schatten op sectorniveau.

Een paar algemene conclusies kunnen dan ook worden getrokken:

- "geïntegreerde" oplossingen (door VOS-gehalte te verlagen) zijn vaak redelijk kosten-effectief (tussen 0 - 5 € per gereduceerde kilogram VOS). Het toepassen van geïntegreerde maatregelen vergt vaak wel ingrijpende wijzigingen in het productieproces, zodat ze alleen kosten effectief kunnen worden toegepast bij aansluiting op en inpassing in de investeringscyclus van bedrijven;
- in veel gevallen zullen nageschakelde technieken moeten worden overwogen, die bij grotere bedrijven wel redelijk kosten-effectief zijn in te zetten (0 tot 5 € per gereduceerde kilogram VOS), maar bij kleinere bedrijven duur zullen uitvallen (tussen > 10 en >> 10 € per gereduceerde kilogram VOS);
- in het algemeen geldt dat naarmate een bedrijf kleiner is en een kortere werkweek heeft, het toepassen van kapitaalintensieve oplossingen (naverbrander, nieuwe machines) de kosten-effectiviteit lager zal uitvallen. In veel gevallen zullen dan maatregelen met een kosten-effectiviteit van boven de € 10 per gereduceerde kilogram VOS in zicht komen.

Omdat in veel sectoren toch gelijksoortige problemen spelen (reiniging heeft bijna overal plaats, VOS-gehalte verlaging wordt ook bijna overal bestudeerd en toegepast) of voor hetzelfde type oplossingen wordt gekozen (bijvoorbeeld nageschakelde technieken) wordt de verwachting uitgesproken dat de uiteindelijke validatie van cijfers niet tot grote aanpassingen van de cijfers zal leiden.



Het blijkt ook dat voor veel branches geldt dat de Citepa documentatie onvoldoende aanknopingspunten biedt om alleen op basis daarvan kosten-effectiviteiten voor het VOS reductieplan te kunnen baseren. In de voorgaande paragrafen is daarom aangegeven welke maatregelen in Citepa ontbreken en wel zouden kunnen worden opgenomen.

Een laatste opmerking betreft een vergelijking tussen de nu gevonden kosten-effectiviteiten en die door het RIVM (in 1999) zijn geschat². Het blijkt dat de maatregelen in het milieukostenmodel van het RIVM in het algemeen gemiddeld goedkoper zijn dan de in deze rapportage beschreven maatregelen.

² Zie bijlage.



REFERENTIES:

ATCN, 2002, "Emissie reductie Vluchtige Organische Stoffen Tankautoreiniging", brief aan VROM d.d. 4 oktober 2002.

CBM, 2002, "Reductieplan terugdringen VOS-emissies binnen de meubelindustrie", versie 2, Haarlem, 5 september 2002.

CE, 2002, "Plan van aanpak voor de reductie van VOS, opgesteld voor de VNPI", dr. Sander de Bruyn et al, Delft, september 2002.

Citepa, 2003a, "Distribution of gasoline, service stations", Paris, draft document, 25 July 2003.

Citepa, 2003, "Speciality organic chemical industry including the pharmaceutical product manufacturing", final background document on the sector, Parijs, 24 June 2003.

Citepa, 2003, "Manufacture of paints, inks and glues final background document on the sector", Parijs, 16 May 2003.

Citepa, 2003, "Tyre production", final document, Paris, 17 May 2003.

Citepa, 2003, "Polystyrene processing", final document, Paris, 13 June 2003.

Citepa, 2003, "Heat set offset, final background document", Paris, 17 May 2003.

Citepa, 2003, "Flexography and rotogravure in packaging, final background document", Paris, 16 June 2003.

Citepa, 2003, "Publication gravure, final background document", Paris, 17 June 2003.

Citepa, 2003, "Coil coating, final background document", Paris, 16/06/03.

Citepa, 2003, "Surface cleaning, final background document", Paris, 30/06/03.

Citepa, 2003, "Trucks and vans coating ", draft working document, Paris, 30 June 2003.

Citepa, 2003, "Truck Cabin coating ", draft working document, Paris, 30 June 2003.

Citepa, 2003, "Vehicle Refinishing", Final working document, Paris, 17/06/03.

Citepa, 2003, "Coating of Buses", Draft working document, Paris, 30/06/03

Citepa, 2003, "Derivation of secondary measure cost: biofiltration", Paris, draft document, 17 June 2003.

Citepa, 2003, "Wood coating", final working document, Paris, 30 June 2003.



- Citepa, 2003, "Architectural and domestic use of paint", draft working document, Paris, 26 June 2003.
- COT, 2000, "VOS-Reductie potentieel onderzoek (VRPO). Tweede fase quick scan pakket 1: verven en lakken", Haarlem 4 februari 2000.
- CREM, 2000, "VOS Reductiepotentieel onderzoek deelpakket 5, Quick scan fase 2", Amsterdam, februari 2000.
- DSM, 2003, "DSM Triple P verslag 2002, People, Planet, Profit", Maart 2003.
- NOGEPa, 2002, "VOC-emission reduction plan 2000-2010 for the Netherlands oil and gas-producing industry", Jacobs Consultancy, Leiden, 4 juni 2002.
- FME-CWM, 2003, "VOS-reductieplan 2010", 31 maart 2003.
- FO-Industrie, 2003, "Werkboek Milieumaatregelen, rubber- en kunststofverwerkende industrie", (www.nfk.nl of www.fo-industrie.nl, 2003).
- KVGO, 2002, "VOS Reductieplan 2000–2010 voor de grafische industrie en verpakkingsdrukkerijen", 7 mei 2002 (tabel met status reductie, 21 februari 2003).
- Nedcar, 2003, "Milieujaarverslag Nedcar, 2001", www.nedcar.nl, Born, juli 2002.
- NOGEPa, 2003, "Actualisering prognose VOS emissies Nogepa operators", Ouderkerk aan den IJssel, 3 april 2003.
- NVPI, 2003, "Reductieplan VOS 2000 – 2010 voor de aardolieketen", opgesteld door ir. P.N. Houtman, versie 27 augustus 2003.
- RIVM, 1999, "Kosten schattingen maatregelen VOS-reductie Milieukosten model RIVM", Bilthoven, 1999.
- Stork, 2000, "Quick scan – Fase 2 VOS Reductiepotentieel onderzoek, Aardolieketen, chemie, reinigen van tankauto's, binnenvaart,- en zeeschepen, gasdistributie, Amsterdam", Amsterdam, 4 februari 2000.
- TME, 1997, "Kiezen voor Winst", Den Haag, 1997.
- TME/Sitmae, 2000, "VOS Reductie potentieel onderzoek (VRPO), deelpakket 4: Grafische Industrie en Verpakkingsdrukkerijen en bedrukken zacht PVC", Den Haag, 8 februari 2000.
- TME, 2003a, "Validatie emissie reductie cijfers NMVOS 2010, Chemische bedrijven (niet VNCI), verf, consumenten producten, open haarden / hout kachels", Nootdorp, concept 19 augustus 2003, in voorbereiding.
- TME, 2003b, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Aardolieketen", Nootdorp, september 2003.



TME, 2003c, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Benzine stations", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003d, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Chemie", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003e, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Energieproductie", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003f, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Grafische industrie", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003g, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Rubber en kunststofverwerkende industrie", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003h, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Metalectro", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003i, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Op- en Overslag", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003j, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Tankauto reiniging", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003k, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Verf decoratief", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003l, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Verf: industriële toepassingen", Nootdorp, september 2003.

TME, 2003m, "Kosten-effectiviteit VOS maatregelen, Achtergronddocument Verf-, inkt en lijmindustrie", Nootdorp, september 2003.

FME-CWM, 2003, "VOS-reductieplan 2010", 31 maart 2003.

VITO, 1999, "Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor de benzinestations, Eindrapport", Peter Meulepas, Peter Vercaemst en Roger Dijkmans, Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (Vito) in opdracht van het Vlaams Gewest, 1999/PPE/P/103, Vito, Oktober 1999.

VITO, 2002, "Beste Beschikbare Technieken (BBT) het inwendig reinigen van tanks en vaten", Finaal rapport, D. Huybrechts, P. Vercaemst en R. Dijkmans, Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (Vito) in opdracht van het Vlaams Gewest, November 2002.

VNCI, 2002, "Toelichting reducties VOS-emissies chemische industrie", Leidschendam, 23 juli 2002.

VNPI, 2003a, "informatie VNPI", gesprek d.d. 1 september met VNPI, de heer J. G. van der Steen, de heer P. Houtman, de heer J. de Visser, Den Haag.



Vredestein, 2003, "Milieu-informatie op website www.vredestein.com", d.d. september 2003.

VROM/Infomil, 2003, "Reductieplan VOS 2010", concept d.d. juli 2003.

VVVF, 2002, "VOS Reductieplan 2010 voor de verf- en drukinkt industrie", Leiden, december 2002.



BIJLAGE: KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN VOS REDUCTIEMAATREGELEN IN HET MILIEUKOSTEN MODEL VAN HET RIVM

Bijgaande tabel geeft een overzicht van de in het milieukostenmodel van het RIVM opgenomen maatregelen voor de reductie van VOS-emissies.

| maatregelen in het milieukosten model RIVM (1999) | kosten effectiviteit |
|---|-------------------------|
| euro 3 personenauto's benzine | € 6,06 |
| euro4 personenauto's benzine | € 23,76 |
| euro4 emissienormering vrachtwagens | € 25,60 |
| Incinerator; chemische industrie | € 203,85 |
| KWS-maatregelen chemisch bedrijf | € 2,87 |
| Chemisch bedrijf, beperken diffuse emissie | € 0,72 |
| Verdergaande VOS-maatregelen grafische industrie | € 0,50 |
| Verdergaande VOS-maatregelen metalelectro industrie | € 0,92 |
| Verdergaande VOS-maatregelen chemische industrie | € 0,98 |
| Maatregelen basis chemie | € 1,37 |
| Verdergaande VOS-maatregelen rubber en kunststoffenindustrie | € 2,00 |
| Verdergaande VOS-maatregelen voedingsmiddelenindustrie | € 8,32 |
| Emission compliance project, chemisch bedrijf | € 3,56 |
| Good Housekeeping; illustratiedruk; Grafische industrie | € 0,51 |
| Terugbrengen verlies% oplosmiddelen; verpakkingsdrukkerijen Grafische industrie | € 0,05 |
| Typekeuring houtkachels | € 0,00 |

Bron: RIVM, 1999/2003