

# Onderzoek Kosteneffectiviteit in de NeR

IKC 51189



## Eindrapport

Ministerie van VROM

20 April 2010

# Onderzoek Kosteneffectiviteit in de NeR IKC 51189

## Eindrapport

dossier : C6436-01.001

registratienummer : MD-MV20092032

versie : 1

Ministerie van VROM

20 April 2010

**INHOUD****BLAD**

1	INLEIDING	2
2	VERDUIDELIJKING VAN DE KE IN NER	4
2.1	Verduidelijken gebruik van de NeR 2.11 en 4.13	4
2.2	Afstemming NeR 2.7 en 4.9 met BREF ECME	5
2.3	Flexibiliteit bij gebruik van de indicatieve referentiewaarden	6
3	ACTUALISATIE VAN INDICATIEVE REFERENTIEWAARDEN	7
3.1	Uitgangspunten en berekeningsgrondslag	7
3.1.1	Kentallen en drempelwaarden uit de NeR	7
3.1.2	Fact Sheets Luchtemissiebeperkende Technieken	8
3.1.3	Gegevens uit de praktijk	8
3.2	Gevoeligheidsanalyse KE	9
3.3	Voorstel keuze beoordelingskader indicatieve referentiewaarden	12
4	VOORBEELD BEREKENINGEN	15
5	SAMENVATTING VAN RESULTATEN	17
6	LITERATUUR	19
7	COLOFON	20

**BIJLAGEN**

2	KE curven SO2 maatregelen
3	KE curven VOS maatregelen
4	KE curven maatregelen stof
5	Praktijkvoorbeelden van maatregelen

## 1 INLEIDING

Al in de jaren negentig werd het in Nederland duidelijk dat er behoefte was aan het eenduidig berekenen van kosten voor milieu-investeringen. Het ministerie van VROM stelde hiervoor een Methodiek Milieukosten op [8]. Aan het einde van dat decennium voerde Infomil een enquête uit naar het gebruik van de methodiek. Het bleek en het blijkt nog steeds dat men de KE methodiek in Nederland erg waardeert.

In de Nederlandse emissie Richtlijn Lucht (NeR) wordt in hoofdstuk 2 de kosteneffectiviteit uitgelegd (KE) en bijlage 4.13 gewijd aan de berekening van kosteneffectiviteit van milieumaatregelen. Het instrument kosteneffectiviteit bestaat uit een berekeningsmethode en de zgn. indicatieve referentiewaarden (IR). Naast een beschrijving van de toegepaste methodiek en de uitgangspunten zijn indicatieve referentiewaarden opgenomen, die aangeven welke kosten per vermeden emissie redelijk worden geacht. Deze referentiewaarden zijn opgesteld voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS en totaal stof. Bij de laatste is geen rekening gehouden met specifieke in het stof aanwezige componenten zoals PAK, zware metalen etc. Het bevoegd gezag kan de referentiewaarden gebruiken om vast te stellen of een emissiebeperkende techniek voor een bepaald bedrijf BBT is. Uitgangspunt daarbij is dat technieken uit een BREF in principe kosteneffectief zijn voor IPPC bedrijven (zie ook RvS uitspraak Shell Chemie Moerdijk van juli 2009) en ook dat vigerende emissie-eisen uit de NeR in de gemiddelde situatie kosteneffectief zijn. In individuele vergunningsituaties kan de methode kosteneffectiviteit daarom in directe zin alleen worden gebruikt om enerzijds binnen de BBT-bandbreedte een keuze te maken tussen een grenswaarde aan de scherpe kant en een minder strikte grenswaarde of om anderzijds nog niet in de NeR en BREFs genoemde nieuwe technieken of emerging techniques te beoordelen.

Ook in andere landen worden vergelijkbare instrumenten voor de berekening van de kosteneffectiviteit van milieumaatregelen gebruikt. Zo hanteert de Vlaamse deelregering het zgn. milieukostenmodel (MKM). Dit model berekent marginale kostencurves waarmee men de meest effectieve combinatie van emissiereducerende technieken vaststelt per industriesector om bepaalde (emissie)doelen te bereiken.

Het bevoegd gezag (provincies, gemeenten, waterkwaliteitsbeheerders), en het bedrijfsleven zijn in meerderheid nog steeds voorstander van het gebruik van indicatieve referentiewaarden (IRW) als onderdeel van de methode van kosteneffectiviteit in de NeR. Dit zowel vanwege het hebben van een ijkpunt als vanwege de behoefte aan een gelijk speelveld. Men ziet het gebruik van het instrument kosteneffectiviteit hierbij overigens als een hulpmiddel; een individuele beoordeling afhankelijk van lokale omstandigheden blijft bestaan. De huidige indicatieve referentiewaarden zijn inmiddels verouderd en (vaak) niet meer in overeenstemming met de best beschikbare technieken (BBT).

De *vraagstelling* is nu om een onderzoek te doen naar de methode van kosteneffectiviteit (KE) in de NeR en naar nieuwe indicatieve referentiewaarden (IRW). Het beoogde *resultaat* van dit project is een *voorstel/advies* voor aanpassing van het hoofdstuk over kosteneffectiviteit in de NeR.

Kosteneffectiviteit (KE) is de kosten in euro per vermeden kg verontreiniging.

Met een voldoende kosteneffectieve maatregel wordt hier bedoeld een maatregel waarvan de kosten per kg vermeden emissie voldoende laag zijn om toe te passen ( $KE < IRW$ ).

De IRW is de indicatieve referentie waarde, de getalswaarde waar de KE aan getoetst wordt.

De resultaten van het onderzoek staan in dit rapport en bestaan uit:

1. Een *conceptueel deel* (hoofdstuk 2) waarin een beargumenteerde keuze zal worden gemaakt op welke wijze omgegaan dient te worden met kosteneffectiviteit in de NeR ten aanzien van de uitgangspunten, toepassingsgebied, wijze van gebruik (wijze van omgaan met maatregelen die meerdere stoffen reduceren), wijze van vaststellen, wijze van actualiseren.
1. Een *'fact-finding'* (hoofdstuk 3) gedeelte waarin informatie is verzameld over en is gekeken naar de meest praktische manier van berekenen van kosteneffectiviteit van maatregelen, om zodoende een beoordelingskader voor KE vast te stellen en zo een keuze voor nieuwe indicatieve referentiewaarden te vereenvoudigen.

Het eerste, conceptuele deel, is meer beleidsmatig van karakter en gericht op het vinden van argumenten om tot onderbouwde keuzes te komen hoe de KE methodiek in de praktijk beter is toe te passen. Is er meer of minder vrijheid voor het BG nodig om het instrument goed te kunnen gebruiken? Of is de huidige ruimte voor het toepassen van de KE methode goed genoeg? En is dit dan wel voldoende in lijn met de Europese IPPC richtlijn (artikel 9 lid 4, waarin de technische kenmerken, de geografische ligging en de lokale milieuomstandigheden van een installatie worden genoemd.)? Antwoorden op deze, en andere, vragen zullen (in hoofdstuk 2) worden beantwoord om duidelijkheid te creëren voor een praktische toepassing van de KE methode.

Het tweede deel van het onderzoek geeft de denkwijze weer en zal op basis van een aantal illustratieve berekeningen tot een voorstel voor een referentiekader leiden (hoofdstuk 3).

De illustratieve rekenresultaten op basis van dit voorgestelde beoordelingskader en een aantal praktijkvoorbeelden zullen in hoofdstuk 4 worden gepresenteerd. Op basis van het voorgestelde referentiekader kan de keuze van nieuwe referentiewaarden (IRW) worden gemaakt. Een voorstel tot aanpassing van de KE in de NeR wordt in hoofdstuk 5 gegeven.

Dit rapport is uitdrukkelijk bedoeld als advies naar het ministerie van VROM, om haar beleidskeuze met betrekking tot dit onderwerp verder richting te geven. Op dit moment (d.d. 20-4-2010) is VROM zich namelijk aan het heroriënteren met betrekking tot de exacte locatie en uitwerking van het onderwerp kosteneffectiviteit.

Tenslotte moet worden opgemerkt dat In principe bij het toepassen van BBT rekening kan worden gehouden met kosten en baten, maar er gelden natuurlijk **ook andere overwegingen**, zoals aangegeven in art 5a1 IvB (ook bijlage IV IPPC). In dit rapport wordt alleen op de kosten gefocusseerd.

## 2 VERDUIDELIJKING VAN DE KE IN NER

Een goede uitleg van BBT maatregelen versus KE overwegingen is zeer wenselijk bij alle relevante partijen. De goedkeuring van de nieuwe IPPC richtlijn (herziene IPPC richtlijn) afgelopen juni door de Europese milieuministers draagt bij aan de noodzaak van een goede afstemming van het begrip KE in relatie tot BBT. Het begrip BBT(AEL)<sup>1</sup> zal in de nieuwe richtlijn een meer dwingend karakter krijgen. Er zal minder gemakkelijk van BREFs kunnen worden afgeweken.

Het doel van het onderzoek is om te bezien wat nodig is om de NeR methode zoveel mogelijk te verduidelijken en zo goed mogelijk te laten aansluiten bij de integrale Europese benadering van milieueffecten, en/of aan te sluiten bij de BREF Economics & Cross Media Effects (ECME). Daarnaast zal altijd de wens blijven bestaan, zowel bij bevoegd gezag als bij de bedrijven, om enige flexibiliteit in toepassing bij specifieke situaties te behouden. Op al deze aspecten wordt in dit hoofdstuk apart in gegaan.

In de huidige situatie blijkt dat er vooral bij bestaande (complexe) installaties met regelmaat een lastige discussie over KE van maatregelen ontstaat. Bij nieuw te bouwen installaties lijkt deze discussie veel minder vaak voor te komen. Wanneer en onder welke voorwaarden je nu op kosteneffectiviteit mag beoordelen zal in de nabije toekomst, i.e. in de Industrial Emission Directive of IED (o.a. art. 15 lid 4), duidelijker en strakker worden omschreven dan dat op dit moment het geval is in de IPPC<sup>2</sup>.

### 2.1 Verduidelijken gebruik van de NeR 2.11 en 4.13

Er wordt in eerste instantie uitgegaan van handhaving van de huidige berekeningsmethode 4.13 op hoofdlijnen. De methodiek is gebaseerd op de uitgangspunten in 2.11. Er staat dat "indicatieve referentiewaarden kunnen worden gebruikt om de redelijkheid van de kosten te kunnen schatten en op basis daarvan een besluit te nemen". Het begrip ALARA en stand der techniek wordt in zowel 2.11 als 4.13 van de huidige NeR nog gebruikt, terwijl tegenwoordig de term BBT wordt gebruikt als aanduiding van wat redelijk is.

Nu is het zo dat een BBT maatregel uit de BREF in principe voor de specifieke (IPPC) sector als kosteneffectief is beoordeeld<sup>3</sup>. Voor individuele gevallen bestaan blijkbaar uitzonderingen, zie BREF E&CME onder reikwijdte en hoofdstuk 1, waarvoor referentiewaarden mogen worden gebruikt [3]. Het zou goed zijn om een duidelijk beoordelingskader te hebben waaruit afgeleid kan worden wanneer men over een uitzonderingssituatie spreekt (zie ook tabel 1). Dit moet dan als het ware de onderbouwing van de keuze van de referentiewaarden (IRW) of anders gezegd een referentiekader voor BBT maatregelen worden (zie ook paragraaf 3.2).

#### Kapitaalskosten en afschrijvingen

Een vraag die vooral bij grote complexe bestaande installaties speelt is: hoe moet het bevoegde gezag omgaan met een installatie die financieel is afgeschreven maar nog wel een veel langere technische levensduur heeft? Nu is het zo dat wanneer een bestaande maatregel ouder is dan 10 jaar, de kapitaals-

---

Opmerking: BAT AEL = BAT Associated Emission Level (emissieniveau dat samenhangt met BBT)

<sup>2</sup> vaststelling IED per 2010 door Europees Parlement

Hiermee zou ook rekening met de financiële draagkracht van de bedrijven binnen de sector rekening zijn gehouden.

<sup>3</sup> Tot nu toe staat de NOx handel los van de IPPC verplichting (d.d. januari 2010).

kosten gelijk zijn aan nul. Dit is een duidelijke keuze en lijkt voor BBT maatregelen voldoende genuanceerd en voldoende in lijn met de BREF cycli. Ook is dit nog redelijk coulant te noemen in vergelijking met wat in het bedrijfseconomische verkeer als gebruikelijke afschrijvingsperiode wordt gebruikt

Als een bestaande maatregel jonger is dan 10 jaar, worden de kapitaalkosten nu berekend als het product van oorspronkelijke investering en annuïteit, gecorrigeerd voor inflatie met hulp van prijsindices uit het DACE prijzenboekje. Dit boekje wordt sinds 2005 niet meer geactualiseerd en is dus niet bruikbaar meer. Het is bovendien altijd lastig om een maatregel te indiceren aan de hand van alleen grondstofmateriaal- en engineeringprijzen. De beste manier om actuele informatie te krijgen is contact op te nemen met de leverancier, of anders in eerste instantie gebruik te maken van de '*Fact sheets luchtmissiebeperkende technieken*' van Infomil [2]. Dit zal de uniformiteit en ontsluiting van de gebruikte informatie en bronnen ten goede komen.

### Marginale KE

Wanneer een bestaande maatregel naar het oordeel van het bevoegde gezag niet meer voldoet aan BBT, dan zal worden overwogen om de bestaande maatregel uit te breiden of om deze te vervangen door een BBT (dus in principe redelijke) maatregel. Hier werd tot nu toe naast de totale ook de zogenaamde marginale kosteneffectiviteit berekend. In bestaande situaties bleek de toetsing aan de indicatieve referentiewaarden (IRW) nog wel wat problemen op te leveren. Ook in de Achtergrondrapportage bij het Actieplan fijn stof en industrie is gesteld dat de factor 4 tussen totale en marginale kosteneffectiviteit zoals nu opgenomen in de NeR niet bruikbaar is. Dit is opmerkelijk te noemen, omdat in de NeR is aangegeven dat deze waarde met de nodige omzichtigheid moet worden gehanteerd en dus de nodige flexibiliteit lijkt te bieden. Men kan zich wel afvragen of het begrip marginale KE voldoende toegevoegde waarde biedt boven de totale KE, en niet alleen maar tot meer vragen leidt. Het weglaten van het begrip marginale KE uit de NeR 4.13 kan om deze reden worden overwogen. Bovendien zal men in de toekomst bij bestaande bedrijven alleen nog maar te maken hebben met *uitbreiding- of vervangingsinvesteringen*, omdat bestaande bedrijven altijd al maatregelen moeten hebben getroffen. Eén eenduidig begrip voor KE is wenselijk (zie ook paragraaf 3.3).

## 2.2 Afstemming NeR 2.7 en 4.9 met BREF ECME

Vanuit Europese regelgeving (IPPC) is steeds de nadruk gelegd op integrale afweging van milieueffecten. Ook in de vertaling van deze richtlijn naar de praktijk via de technische referentiedocumenten (BREFs) is rekening gehouden met de integrale benadering van milieueffecten. Zo is de BREF ECME gebaseerd op dit principe van integrale afweging van effecten. In de BREF ECME wordt in hoofdstuk 4 ('Evaluating the alternatives') onder paragraaf 4.3.1 verwezen naar de verschillende referentieprijzen en methoden die in de verschillende landen worden gehanteerd om kosten te berekenen en die te vergelijken met referentieprijzen. Zo wordt ook naar de (NeR) methodiek voor Kosteneffectiviteit in België/Nederland verwezen. Het is echter de vraag of de NeR methode voor integrale afweging wel voldoende is afgestemd is met de methode zoals beschreven in de BREF ECME. In de NeR 4.9 (Methodieken integrale afweging) is hiertoe wel een poging gedaan. In deze paragraaf wordt een kwalitatieve beschrijving gegeven van verschillende gemonetariseerde en niet gemonetariseerde methoden voor KE afweging. In NeR 2.7 wordt een toelichting gegeven op 4.9. Het is, afgezien van het informatieve overzicht, niet erg duidelijk wat er met deze paragraaf 4.9 kan worden gedaan. Hoe sluit dit precies aan bij paragraaf 4.13? KE methode 4.13 wordt in deze paragraaf 4.9 als een van de methodieken neergezet. Ook de BREF ECME geeft een dergelijke verwijzing, maar verder geen strikte richtlijn welke KE methode te volgen. Er lijkt hier een zekere vrijheid te bestaan.

Het is met bovengenoemde argumenten in het achterhoofd zinvol om paragraaf 2.7 en 4.9 van de NeR te evalueren en te heroverwegen. Er kan voor worden gekozen om deze paragraaf een meer praktische functie te geven door bijvoorbeeld integrale afweging van milieueffecten meer kwantitatief uit te werken en meer in te bedden in de BREF ECME. Er kan aan de andere kant ook voor worden gekozen om dit hoofdstuk te laten vervallen en binnen de beschrijving van 4.13 (en NeR 2.11) op bepaalde plaatsen (vooral NeR 4.13.3 en verder) terug te verwijzen naar de BREF ECME. De uitwerking van de eerste optie zal meer inspanning vergen dan de laatste optie. Het wordt aanbevolen aan de adviesgroep NeR om de hoofdstukken over integrale afweging aan te passen of weg te laten en alleen te verwijzen naar de BREF ECME. Wat betreft integrale milieueffecten en externe kosten (milieuschade) wordt dan helemaal aangesloten bij Europa. Dit lijkt niet met elkaar te conflicteren.

## 2.3 Flexibiliteit bij gebruik van de indicatieve referentiewaarden

Bij de discussie over het gebruik van referentiewaarden lijkt het goed om een onderscheid te maken tussen bestaande situaties ('brown field') en nieuwe situaties ('green field'). In principe geldt voor nieuwe situaties dat BBT maatregelen moeten worden uitgevoerd. Voor bestaande situaties is de situatie complexer en moet er beoordeeld worden of een hoge of lage waarde voor de kosteneffectiviteit van een maatregel redelijk is en wanneer deze maatregel nog als BBT kan worden beschouwd.

In België worden BBT maatregelen voor de sector aan bestaande (en nieuwe) individuele bedrijven voorgeschreven en wordt de KE berekening en toetsing aan IRW alleen uitgevoerd voor nieuwe technieken/maatregelen (ET of Beyond BBT). Hier is volgens de betrokkenen [bron: VITO, oktober 2009] verder weinig discussie over. In Nederland is bij de toepassing van kosteneffectiviteit voor een andere aanpak gekozen. Uitgangspunt is een goed onderbouwde methode, aan de hand van een duidelijk beoordelingskader. In hoofdstuk 3 zal o.a. met hulp van zogenaamde KE curven hier een eerste aanzet toe worden gegeven.

Het is ook bekend dat voor het BG een zekere beoordelingsvrijheid in veel gevallen zeer gewenst is en dat hier in de jurisprudentie ook vaak naar verwezen wordt (zoals toepassen van BBT voor een inrichting art. 8.11 Wm). Het is de vraag onder welke voorwaarden een *individuele* KE beoordeling (van BBT maatregelen) afhankelijk van lokale omstandigheden kan blijven bestaan voor IPPC bedrijven. De flexibiliteit van toepassen van BBT qua kosten (artikel 5a1 IvB) staat onder druk.

Verder bestaat er de discussie over hoe om te gaan met de indicatieve referentiewaarden (IRW). Hoe strikt moeten de indicatieve referentiewaarden (IRW) worden aangehouden? In de praktijk worden deze waarden door de betrokken partijen regelmatig als een harde afkapgrens beschouwd, terwijl dit door de beleidsmakers toch duidelijk niet zo is bedoeld. Het bevoegde gezag (provincies, gemeenten, waterkwaliteitsbeheerders), en het bedrijfsleven is in meerderheid nog steeds voorstander van het gebruik van indicatieve referentiewaarden als onderdeel van de methode van kosteneffectiviteit in de NeR. Dit zowel vanwege het hebben van een duidelijk ijkpunt als vanwege de behoefte aan een gelijk speelveld.

Men ziet het gebruik van het instrument kosteneffectiviteit hierbij overigens als een hulpmiddel. De vraag is waar de grenzen van *flexibele toepassing* liggen. Hoe indicatief zijn de referentiewaarden in de praktijk bijvoorbeeld? Er zijn enkele voorbeelden bekend in de praktijk van dat een BBT maatregel die, na toetsing aan de IRW, berekend werd als *net niet-kosteneffectief* toch als maatregel werd voorgeschreven in de vergunning. In de meeste gevallen blijkt echter dat als de KE berekening boven de IRW ligt de maatregel niet wordt voorgeschreven. Het staat echter duidelijk in de NeR 2.11.3 dat dit laatste uitdrukkelijk niet de bedoeling is en dat zowel naar onder als naar boven mag worden afgeweken indien goed gemotiveerd [6]. Het kan overwogen worden deze toelichting toch nog wat explicieter en/of nog wat meer accent te geven in de NeR.



### 3 ACTUALISATIE VAN INDICATIEVE REFERENTIEWAARDEN

#### 3.1 Uitgangspunten en berekeningsgrondslag

Er vanuit gaande dat de indicatieve referentiewaarden in ieder geval worden gehandhaafd voor bepaalde situaties, zoals voor niet-IPPC bedrijven en voor het beoordelen van nieuwe technieken of emerging techniek (zie tabel 1), dan zijn de centrale (samenhangende) vragen bij deze stap de volgende:

1. Op welke wijze kunnen nieuwe indicatieve referentiewaarden worden vastgesteld?
2. Op welke manier kunnen de indicatieve referentiewaarden in de toekomst actueel gehouden worden?

Op basis van de BREFs, informatie van de industrie en van leveranciers van technieken kan de kosteneffectiviteit bepaald worden van maatregelen aan de scherpe kant van de BBT-range en van minder vergaande maatregelen. Het gaat daarbij in eerste instantie om de stoffen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS en totaal stof. Voor BBT maatregelen kunnen voor de stoffen SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS en totaal stof dus KE-waarden worden berekend<sup>4</sup>. In een eerder stadium zijn vergelijkbare KE berekeningen uitgevoerd voor een aantal technieken in de "Factsheets luchtmissiebeperkende technieken" studie voor Infomil (ook: "Dutch notes on BAT" voor de herziening van de CWWWG BREF). Essentieel is dat er bij de KE berekeningen enige aannames moeten worden gedaan. Dit kan worden gedaan op basis van de kengetallen voor investeringen die hiervoor worden gegeven in de NeR 4.13. Er kan nu per stof een spreiding van KE-waarden worden gevonden (gevoeligheidsanalyse). Deze kosten kunnen dan per stof en voor een aantal BBT maatregelen/technieken in een grafiek worden weergegeven.

##### 3.1.1 Kentallen en drempelwaarden uit de NeR

###### Nauwkeurigheid van schattingen

Het is natuurlijk altijd het beste om in directe communicatie met de leverancier investeringskosten vast te stellen. Maar in de praktijk blijkt dat men al vaak in een zeer vroeg stadium moet inschatten of de hoogte van de Kosteneffectiviteit van een maatregel redelijk of niet. Vaak beschikt men dan alleen over een verkennend ontwerp en moet op basis van deze informatie een schatting van de KE maken. Dit betekent dat de nauwkeurigheid meestal niet beneden de 30% komt. is [5].

Belangrijk is is dat men een uniforme manier aanhoudt om de KE in dit vroegtijdige stadium te bepalen. Een manier om dat te doen, bij gebrek aan betere informatie, kan zijn om de eerste KE berekening te baseren op informatie uit de NeR wat betreft kosten zoals eenmalige en bijkomende investeringen (tot 250% van de aanschafprijs), vaste operationele kosten (3-5% van de aanschafprijs) en tijd voor onderhoud (2% van de bedrijfstijd per jaar). In de NeR 4.13 zijn deze richtwaarden terug te vinden [6].

###### Vrachten en drempelwaarden

Voor wat betreft het rekening houden met grote en kleine bronnen en debieten wordt voorgesteld om aan te sluiten bij de methodiek van de NeR. Hier worden concentratie-eisen gesteld aan bronnen die boven een bepaalde vracht in kg per uur uit komen. De hoogte van de vracht in kg per uur hangt weer af van de aard van de stof, bijvoorbeeld een gO1 (Formaldehyde > 0,5 kg/uur) of gO2 (Pentane > 2 kg/uur) stof. Om een concentratie-eis te halen zijn vaak maatregelen nodig.

### 3.1.2 Fact Sheets Luchtemissiebeperkende Technieken

#### *Uniformiteit en ontsluiting van gebruikte informatiebronnen*

Vaak kan men niet goed aangeven waar de gebruikte kostengetallen vandaan komen. Dit leidt niet zelden tot veel discussie. Wanneer men niet over goede kosteninformatie beschikt of een toets wil uitvoeren zouden de kosten voor maatregelen zoals gegeven in "Factsheets Luchtemissiebeperkende technieken" kunnen worden gebruikt [2]. Deze handreiking beperkt zich tot luchtemissiebeperkende technieken die op dit moment op industriële schaal in Nederland worden toegepast. Technieken die alleen op laboratorium- of experimentele schaal worden toegepast, zijn niet in deze handreiking beschreven. De technieken zijn onderverdeeld naar werkingsprincipe, zoals: gravitatiescheiding, filtratie en adsorptie. De belangrijkste uitvoeringsvormen zijn beschreven in de factsheets. De genoemde technieken vertegenwoordigen het grootste deel van de luchtemissiebeperkende technieken die er zijn. Dit zal de uniformiteit van gebruikte informatie ten goede komen en dus een meer gelijk speelveld opleveren..

Voor de actualisatie van de factsheets is samengewerkt met onderzoekinstelling VITO (België) en met leveranciers, bedrijven en overheden. De informatie uit deze factsheets is ook digitaal terug te vinden op de website van Infomil: <http://www.infomil.nl> onder Milieumaatregelen.

### 3.1.3 Gegevens uit de praktijk

**Ter illustratie** van de niveaus van de kosteneffectiviteit zijn voor een vijftal recente praktijksituaties berekeningen uitgevoerd. De praktijkgegevens en voorbeelden die zijn gebruikt zijn onder andere afkomstig uit de chemische-, de glasindustrie, farmaceutische industrie, de raffinaderijen en de sector basismetalen. In de tabel staat een samenvattend overzicht van de KE berekeningen. De informatie in de tabel is **bedoeld als een illustratie van de kosteneffectiviteit** van verschillende technieken in situaties zoals die in de praktijk kunnen voorkomen. De berekeningen zijn, op één situatie na, gebaseerd op de methode zoals beschreven in de Nederlandse luchtemissie richtlijn lucht, NeR 4.13. Bij de ene berekening (techniek 4) is de methode uit de BREF Economics en Cross Media Effects (ECME) gevolgd (o.a. externe kosten meegenomen). Ook uit andere studies is naar voren gekomen dat relatief hoge KE waarden worden berekend voor (BBT) maatregelen [5].

Het is goed om te realiseren dat de uitkomsten van de KE berekeningen in eerste instantie vaak gebaseerd zijn op schattingen met een (on)nauwkeurigheid van 30% of groter. Als men besluit verder het investeringstraject in te gaan wordt de nauwkeurigheid groter, tot 10%. Onderstaande voorbeelden gaan over bestaande situaties (dus inclusief zogenaamde "retrofit" factor) en hebben betrekking op zowel grotere en kleinere installaties.

Component	Techniek	Operationele kosten, k€	Kapitaalskosten, k€	Vermeden emissie, ton	KE, €/kg	IRW NeR
SO <sub>2</sub>	1. Gaswasser	483	519	99	5 (5-10)	2,3
VOS	2. Actief koolfilter	28	5	2	17	4,6
Stof	3. Doekenfilter	44	900	2	95	2,3
VOS	4. Gaswasser	1	7	< 1	11	4,6
VOS	5. Naverbrander	88	146	20	9	4,6

Tabel 1<sup>5</sup>. Praktijkvoorbeelden van kosteneffectiviteit van luchtmissie beperkende technieken<sup>6</sup> [2].

De bovenstaande praktijkgegevens zijn ook gebruikt bij de gevoeligheidsanalyse in de volgende paragraaf.

### 3.2 Gevoeligheidsanalyse KE

Om de variatie van resultaten te illustreren is op basis van een combinatie van praktijkgegevens (procescondities), informatie uit de factsheets 'luchtmissiebeperkende technieken' en kengetallen uit de NeR 4.13 een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Als basiscase voor de berekeningen is uitgegaan van een SCR installatie voor een bestaande raffinaderij.

#### SCR bij raffinaderij

Er zijn aannames gemaakt voor de kosten van NH<sub>3</sub> (EUR/kg per ton NO<sub>x</sub>), stroomverbruik en kosten en kosten voor de katalysator. Deze aannames zijn gebaseerd op informatie van geïmplementeerde SCR's.

Als uitgangspunt voor de uitgangconcentratie van het afgas zijn twee waarden genomen:

- 70 mg/Nm<sup>3</sup>: strengste BREF waarde uit de BREF Refineries
- 100 mg/Nm<sup>3</sup>: ruimste NeR waarde voor SCRs bij een vracht >2 kg/uur (paragraaf 3.2.3.)

Bij een gekozen efficiëntie van een emissiereducerende maatregel kan vervolgens de maximale ingangconcentratie worden berekend. Dus bij een overall efficiëntie van 90% voor een SCR en een uitgangconcentratie van 70 mg/Nm<sup>3</sup> is de maximale ingangconcentratie 700 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>5</sup> Maatregelen in tabel zijn niet uitgevoerd omdat deze boven IRW liggen.

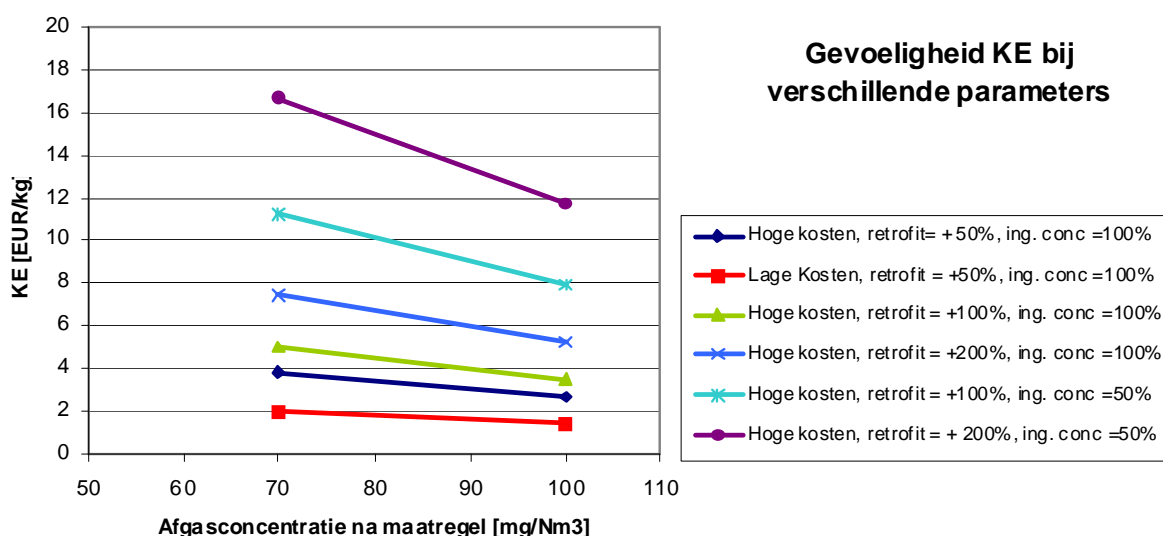
<sup>6</sup> Met een kosteneffectieve maatregel wordt hier bedoeld een maatregel waarvan de kosten per kg vermeden emissie voldoende laag zijn om toe te passen (KE < IRW).

### Investingering en bijkomende kosten (retrofit)

Allereerst is de variatie in de KE berekend voor:

- Investeringskosten;
- **retrofitkosten** (dit zijn extra bijkomende kosten omdat men met een bestaande situatie te maken heeft, bijvoorbeeld door ruimtegebrek; letterlijk vertaald ‘*achteraf aanpassen*’);
- variatie in de ingangconcentratie.

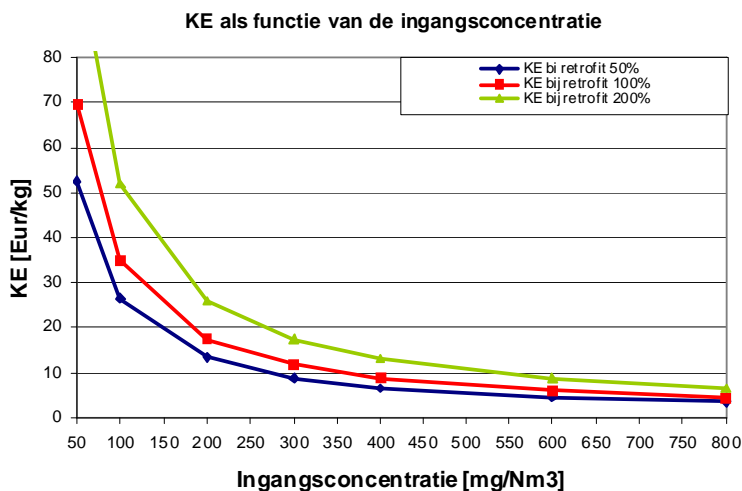
Dit is weergegeven in Figuur 1.



**Figuur 1** KE berekeningen met als parameters investeringskosten en kosten retrofit

### Concentratie van te verwijderen stof

Opmerkelijk in de figuur is het effect van het verlagen van de ingangconcentratie (in gaande concentratie = 50% - 100%). In de vier onderste lijnen is uitgegaan van een ingangconcentratie die berekend is door uit te gaan van 90% efficiëntie en 70 - 100 mg/Nm<sup>3</sup> uitgangconcentratie, wat resulteert in een ingangconcentratie van 1000 – 700 mg/Nm<sup>3</sup>. In de twee bovenste lijnen is ook uitgegaan van een uitgangconcentratie van 70 – 100 mg/Nm<sup>3</sup>, echter voor de ingangconcentratie is nu de helft genomen (350 – 500 mg/Nm<sup>3</sup>). Een verlaging van de ingangconcentratie met een factor 2 geeft een ruime verdubbeling van de KE. In Figuur 2 is het effect van verlaging van de ingangconcentratie op de KE verder uitgewerkt. Voor de vracht van de te verwijderen stof wordt aangesloten bij de methodiek van de NeR (zie ook paragraaf 3.1.1)

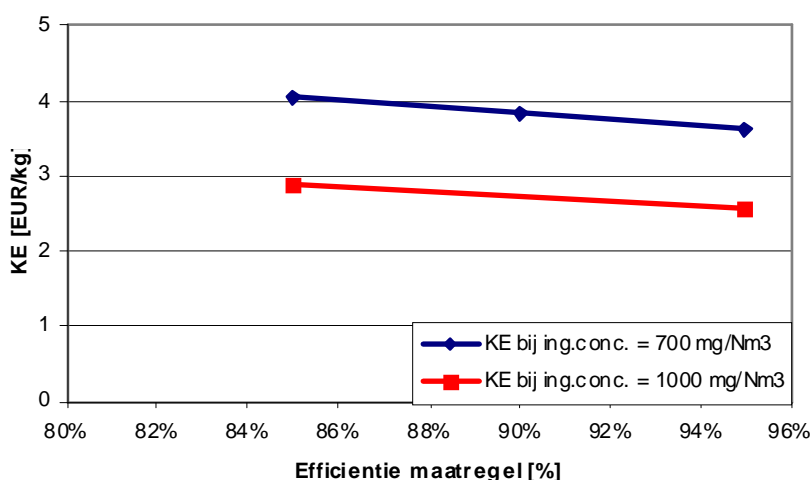


**Figuur 2** KE versus ingangconcentratie

Zoals is te verwachten neemt de KE snel toe als de ingangconcentratie afneemt. Zeker bij lage concentraties heeft een klein verschil in de ingangconcentratie een groot effect op de kosteneffectiviteit. Ook ten opzichte van de retrofitfactor heeft de ingangconcentratie nog steeds een groot effect. Zo is bijvoorbeeld de KE voor de situatie [ing.conc. = 600mg/Nm<sup>3</sup>, retrofit=200%] ongeveer gelijk aan de KE voor de situatie [ing.conc = 400 mg/Nm<sup>3</sup>, retrofit = 100%].

**Rendement van de maatregel**

In Figuur 3 is het effect van variaties in de efficiëntie van de maatregel weergegeven. Voor deze berekeningen is de ingangconcentratie constant gehouden op 700 resp. 1000 mg/Nm<sup>3</sup>.



**Figuur 3** Efficiëntie of rendement van de maatregel

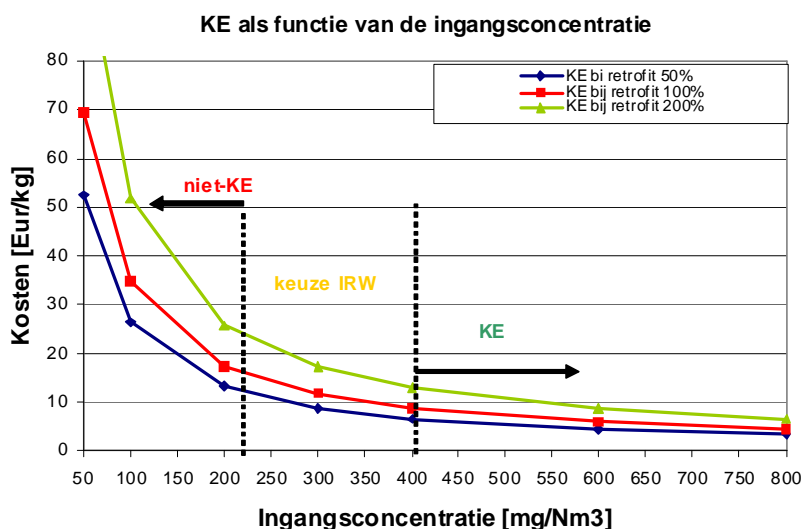
Uit de figuur volgt dat de KE in beperkte mate afhankelijk is van de efficiëntie van de maatregel binnen het werkingsgebied van de maatregel.

Dit zijn slechts enkele berekeningen die aangeven hoe de KE kan variëren binnen de ranges voor kosten die worden aangegeven voor een maatregel. Vooral de curve die de ingangconcentratie (of emissiereductie) als functie van de kosten (euro/kg) beschrijft is van belang bij de discussie over wat als KE kan worden gezien of niet. De volgende paragraaf gaat daar verder op in.

### 3.3 Voorstel keuze beoordelingskader indicatieve referentiewaarden

Het is duidelijk dat het vlakke deel van kostencurve in Figuur 4 de maatregelen met een lage waarde voor de KE (milieuwinst per extra euro aan kosten) illustreren en dat het steile deel maatregelen met een hoge waarde voor de KE weergeven. Tussen deze twee gebieden bevindt zich een grijs gebied. In dit gebied bevindt zich ook ergens het *overgangspunt* tussen wat een BBT maatregel is en wat niet meer. Dit punt ligt niet hard vast, en kan enigszins arbitrair worden gekozen.

Voorgesteld wordt om de keuze van de indicatieve referentiewaarde (IRW) te baseren op deze weergave van kosten als functie van de emissievermindering (of ingangconcentratie). **De waarde voor de IRW is uiteindelijk een keuze die, in overleg, door VROM moet worden gemaakt.** Deze zullen wel een factor hoger liggen dan de huidige referentiewaarden (IRW) in de NeR. Vergelijkbare curven zijn ook door de Environmental Agency (UK) en VITO (België) gebruikt [7].



**Figuur 4** NO<sub>x</sub> vermindering door toepassing van SCR bij raffinaderij.

#### Complexe situaties

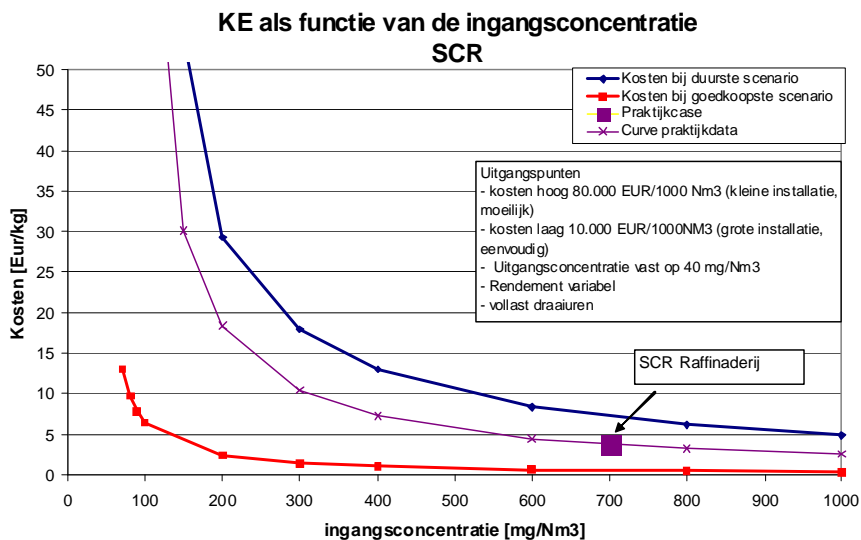
De meeste discussie over KE van BREF maatregelen vindt plaats bij bestaande (complexe) installaties van IPPC bedrijven. Er vanuit gaande dat het toepassen van een BREF maatregelen relatief duur is en dat de waarde van de KE hoger is dan de nieuwe nog vast te stellen IRW, zou voor deze situaties niet aan een vaste (gemiddelde) IRW waarde moeten worden getoetst. Voor elke dergelijke specifieke situatie zou ("tailor made") een kostencurve kunnen worden opgesteld en worden bepaald waar men zich met de BREF maatregel op de curve bevindt. Bevindt men zich op het steilste deel (keuze ook weer enigszins

arbitrair) dan kan men de maatregel als te duur kwalificeren. In alle andere gevallen is deze maatregel dan in principe wel BBT (KE is laag genoeg).

**Het punt waarbij een maatregel nog KE is, is dus een keuze. De richtingscoëfficiënt kan een vorm zijn voor het vaststellen hiervan. Een voorbeeld uitwerking in detail van een KE berekening is terug te vinden in bijlage 5. Deze voorbeelden zijn puur illustratief bedoeld over hoe je met een kostencurve kan omgaan.**

Voor een (complexe) installatie kan in een verkennend stadium een op maat gemaakte kostencurve met de door het bedrijf geraamde kosten en emissiereducties worden geplott, ook op basis van gegevens uit de literatuur ("fact sheets"). De gemiddelde procescondities waarvoor het bedrijf de maatregel wil inzetten wordt een punt op deze curve. Uit deze informatie is direct af te lezen waar een maatregel zich op de kostencurve bevindt. De beslissing of dat dan wel of niet KE is, blijft een keuze. Het geboden kader biedt echter wel duidelijkheid of de maatregel zich binnen de gangbare kosten bevindt of er ver boven/onder. Indien deze zich er ver boven bevindt, zal duidelijk moeten worden waarom dat zo is (motivatie afwijken).

Figuur 5 geeft hiervan een voorbeeld. Hieruit volgt duidelijk dat de maatregel (SCR) in deze case (condities: retrofit, grote installatie, vollast draaiuren) zich in het 'horizontale deel' van de grafiek bevindt en tussen de maximale en minimale kostencurve. Deze maatregel zou dus zeker als een kosteneffectieve maatregel<sup>7</sup> (= uitvoerbaar) gezien kunnen worden.

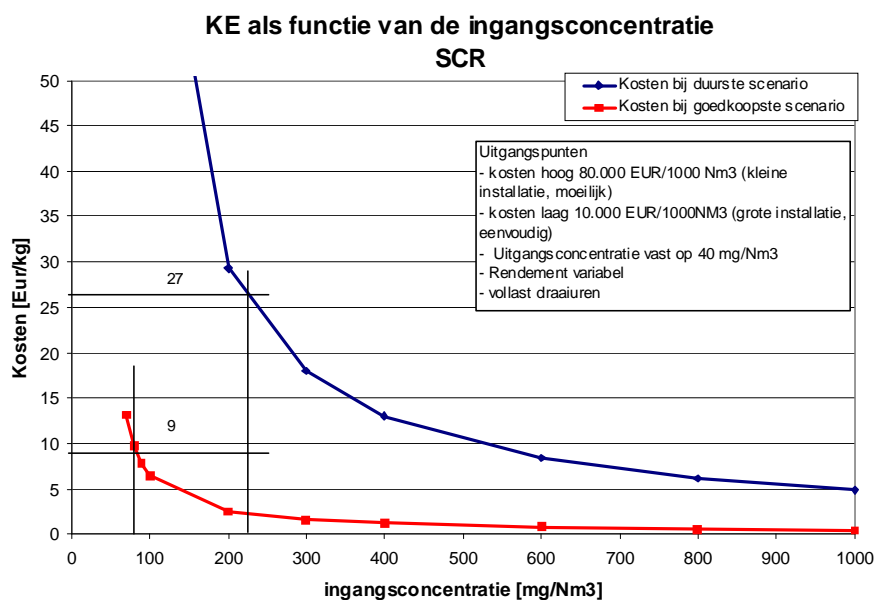


**Figuur 5** KE-curves met een "case" voor een SCR bij een raffinaderij.

In bijlage 5 worden *ter illustratie* meerdere voorbeelden uit de praktijk gepresenteerd binnen kostencurven. Dit zijn voorbeelden van (nationale en internationale) maatregelen getroffen bij o.a. basismetaal, farmacie, glasindustrie, raffinaderij en chemie.

Voor (minder complexe) installaties is het maken van "tailor-made" (op maat) kostencurven wellicht te veel gevraagd. Daarom kan op basis van de kostencurven een range of gemiddelde waarde per maatregel en/of stof worden vastgesteld waarbinnen een maatregel als kosteneffectief wordt aangemerkt. In onder-

staande Figuur 6 is dat als *voorbeeld* aangeven. In dit *voorbeeld* is aangenomen dat maatregelen als kosteneffectief worden beschouwd bij een bepaalde richtingscoëfficiënt van de kostencurve.



**Figuur 6.** Voorbeeld voor het bepalen van KE range.



## 4 VOORBEELD BEREKENINGEN

In hoofdstuk 3 is aangegeven hoe op basis van de kostencurven een kosteneffectiviteitsrange kan worden bepaald. **Ter illustratie** is voor de maatregelen waarvoor in dit hoofdstuk kostencurven zijn bepaald, KE ranges berekend. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de resultaten van de berekeningen van kostencurven voor NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, VOS en stof voor een aantal veel toegepaste technieken.

Voor de KE van verschillende (BBT) maatregelen en voor verschillende stoffen (zie tabel 2) zijn berekeningen uitgevoerd. De resultaten van deze berekeningen staan in deze paragraaf vermeld. Dit zijn een aantal van de meest toegepaste technieken. Dit overzicht van technieken is dus niet uitputtend, maar kan als een basis worden aangehouden voor de verdere uitwerking van meerdere technieken.

Stof	Maatregel
Stof	Doekenfilter ESP
NO <sub>x</sub>	SCR SNCR
SO <sub>x</sub>	Semi-droge wasser Alkalische wasser
VOS	Regeneratieve thermische oxidator Adsorptie actief kool Gaswasser

**Tabel 2** Overzicht van de maatregelen waarvoor een kostencurve is berekend.

Bij de berekeningen zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de kosten zijn de gegevens uit de Factsheets luchtmissiebeperkende technieken gebruikt.
- Voor de uitgangskoncentratie is uitgegaan van de laagst haalbare emissieconcentratie van de maatregel zoals aangegeven in de Factsheets luchtmissiebeperkende technieken.
- Voor het aantal draaiuren is uitgegaan van 8760 uren per jaar. De kosteneffectiviteit is sterk afhankelijk van de concentraties en het aantal draaiuren. De kostencurves geven een referentiekader voor de afweging van de kosteneffectiviteit. Daarbij is gekozen om in de referentiesituatie uit te gaan van 8760 draaiuren per jaar (-2% tijd door storingen). Als een bedrijf minder draaiuren maakt, dan zal hierdoor de kosteneffectiviteit van de maatregel in dat specifieke geval negatief beïnvloed worden. Dit zou dan een argument kunnen zijn om een maatregel niet te implementeren.
- In analogie met de NeR (4.13.2.9) wordt aangenomen dat de installatie 2% storing kent, waarbij de emissies ongereinigd de schoorsteen verlaten.
- De maximale kostencurve is een grafiek die voor een bepaalde techniek de situatie weergeeft waarbij er sprake is van een complexe installatie, met een moeilijke inpassing en/of geen/weinig schaalvoordelen. Er wordt daarbij uitgegaan van de onderstaande waarden:
  - o Additionele retrofit kosten 200% van de investeringskosten
  - o Hoogste waarde van de kostenranges (investerings, energiegebruik, gebruik katalysator, operationele kosten etc.) zoals opgenomen in de Factsheets luchtmissiebeperkende technieken.
- De minimale kostencurve is een grafiek die voor een bepaalde techniek de situatie weergeeft waarbij er sprake is van een relatief eenvoudige installatie met eenvoudige inpassingen en/of schaalvoordelen. Bij de berekeningen wordt uitgegaan van de onderstaande waarden:
  - o Additionele retrofitkosten 50% van de investeringskosten

- o Laagste waarde van de kostenranges (investeringen, energiegebruik, gebruik katalysator, operationele kosten etc.) zoals opgenomen in de Factsheets luchtmissiebeperkende technieken.

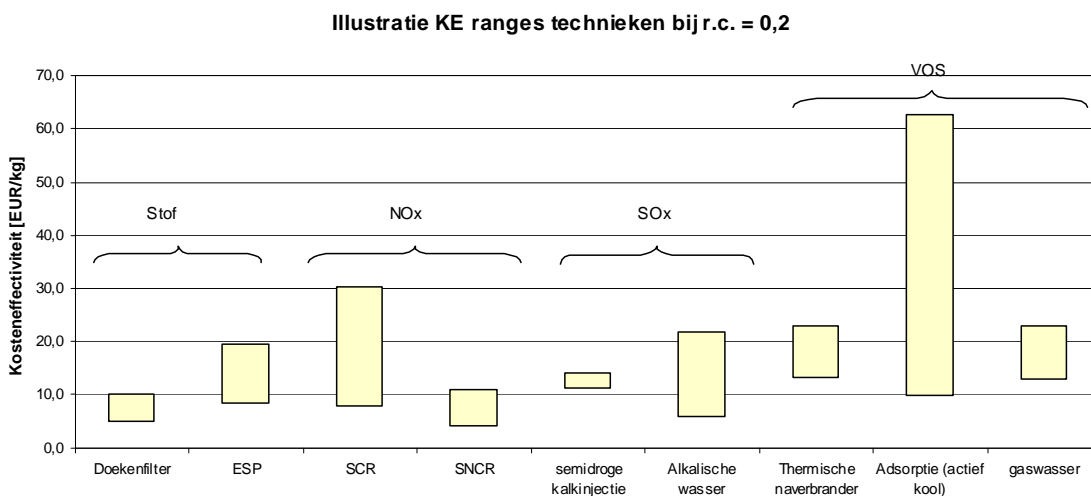
De berekeningen geven de range weer van de kosteneffectiviteit voor een bepaalde maatregel voor een bepaalde stof op basis van kostengegevens en emissiereductie gegevens uit de Factsheets luchtmissiebeperkende technieken. Deze gegevens zijn gebaseerd op praktijkdata van leveranciers en geven dus een geaggregeerd beeld van werkelijke kosten die gemaakt worden voor de invoering van maatregelen.

Opmerkingen bij de berekeningen:

- Voor sommige technieken is er een grote spreiding in de investeringskosten, waardoor de kosteneffectiviteit range vrij breed wordt. Dit geldt specifiek voor de toepassing van actief kool bij de verwijdering van VOS emissies. De hoge waarden in de range worden veroorzaakt doordat actief kool ook wordt toegepast voor de verwijdering van (kleine) VOS emissies uit gasstromen waaraan zeer strenge eisen worden gesteld.
- De kostencurves zijn bepaald aan de hand van de kostengegevens uit de Handreiking luchtmissiebeperkende technieken die is opgesteld in 2009. Uiteraard zullen in de toekomst de prijzen veranderen en fluctueren. Hierdoor zal ook een aanpassing van de kostencurves nodig zijn. Mogelijkheden om nieuwe kosten gegevens te verkrijgen zijn via een actualisatie van de Handreiking of nieuwe gegevens in de BREFs. Een andere mogelijkheid is een landelijke database op te zetten waarin vergunningverleners praktijkcases opnemen uit studies die bedrijven in het kader van hun vergunning voor het BG hebben moeten opzetten. Van belang hierbij is wel dat de vergunningverleners eisen dat de kosteneffectiviteitsberekeningen worden uitgevoerd volgens de methode uit de NeR 4.13, zodat de berekeningen met elkaar vergelijkbaar zijn. Met de database kunnen prijsontwikkelingen worden bijgehouden

De resultaten van de voorbeeldberekeningen zijn weergegeven in de grafieken die zijn opgenomen de bijlage 1-4. Per stof (stof, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> en VOS) zijn voor verschillende maatregelen de kostencurven berekend.

In onderstaande figuur staan de afgeleide KE ranges per maatregel en component weergegeven.



**Figuur 7** KE-ranges voor een aantal veel voorkomende maatregelen per component.

## 5 SAMENVATTING VAN RESULTATEN

### Kostenmethodiek

Wij stellen voor om aan de huidige kostenmethodiek zoals die wordt beschreven in de NeR paragraaf 4.13 op hoofdlijnen vast te houden. Voorstel tot aanpassing van sommige onderdelen uit deze paragraaf en andere paragrafen uit de NeR worden in de opsomming hieronder gegeven.

Het referentiekader zal nog steeds gebaseerd zijn op de zogenaamde indicatieve referentiewaarden (IRW). Er wordt voorgesteld om de berekening van deze referentiewaarden nu meer uniform en consistent te gaan toepassen. Het eindresultaat van KE berekeningen bevat meestal een zekere onnauwkeurigheid omdat de kosten en effecten van een techniek in de verkennende fase van een ontwerp niet goed bekend zijn. Door nu afspraken te maken over de minimale eisen van de gebruikte informatie kan de gelijke beoordeling en kwaliteit van KE berekeningen worden verbeterd. De minimale eisen die wij voorstellen om te gebruiken zijn een drietal. Informatie moet, minimaal, aan de volgende 3 eisen voldoen:

1. informatie over procescondities uit (minimaal) een verkennend ontwerp ("conceptual design");
2. NeR kentallen uit paragraaf 4.13, zoals voor bijkomende kosten en eenmalige investeringen;
3. Informatie uit de Fact sheets "fluchtemissie beperkende technieken" [2].

Er kan voor worden gekozen om:

- a. om een (gemiddelde) vaste waarde voor de IRW te gebruiken, of
- b. een KE-range te gebruiken, of
- c. een combinatie van beiden te gebruiken (bijv. voor IPPC en niet-IPPC bedrijven), of
- d. er kanvoor gekozen worden om voor *zeer specifieke complexe situaties* een typische KE curve op te stellen (per techniek of stof) en daar de eigen situatie in weer te geven om vervolgens te vergelijken en beoordelen (meest "tailor made" benadering).

In Tabel 3 staan **ter illustratie** KE waarden voor verschillende componenten. De ranges zijn samengesteld op basis van de uitgangspunten en technieken genoemd in hoofdstuk 4 en figuur 7. Een definitieve keuze voor de uitwerking van de kostencurven zal de getalswaarden of ranges voor de IRW uiteindelijk bepalen. Dit is nog traject van onderzoek.

Component	Range, €/kg
NO <sub>x</sub>	6 - 21
SO <sub>2</sub>	8 -18
VOS	13 -23
Stof	7 -15

**Tabel 3** KE waarden voor stoffen ter illustratie.

### Toelichting gebruik van ranges

Mocht voor het gebruik van ranges worden gekozen dan kunnen die als volgt worden gebruikt. Als de KE ongunstiger is dan de bovengrens van de range dan kan deze als te duur worden gezien en zou de maatregel alleen bij andere zwaar wegende (milieu)argumenten, zoals bij ongunstige luchtkwaliteit, moeten worden toegepast (dus maatregel in principe *niet* toepassen).

Als de KE gunstiger is als de bovengrens, maar nog boven de ondergrens ligt, dan moet deze worden toegepast. Alleen voor buitengewone bedrijfsspecifieke omstandigheden (bijvoorbeeld beïnvloeding van de productkwaliteit of veiligheid situatie), bepaald door vergunningverlener in overleg met bedrijf, kan besloten worden de maatregel niet toe te passen (dus maatregel in principe toe passen). Als de maatregel tenslotte ter hoogte van de ondergrens van de kostencurve ligt moet deze zeker worden uitgevoerd (maatregel zeker toepassen).

*Opmerking:* in plaats van het gebruik van ranges zou ook een enkele (gemiddelde) getalswaarde gebruikt kunnen worden, op een manier zoals de indicatieve referentiewaarden (IRW) nu in de NeR worden gebruikt.

### **Uitzonderlijke situaties**

Ondanks dat de "Fact sheets Luchtemissiebeperkende technieken" (paragraaf 3.1.2) een zeer brede range vertegenwoordigen van BBT maatregelen en procescondities, kan het toch voorkomen dat bijvoorbeeld bepaalde procescondities buiten deze ranges vallen, bijvoorbeeld in het geval van sommige grote gasstromen bij de basismetale industrie. Het zou dan zo kunnen zijn dat bijvoorbeeld retrofit kosten nog hoger uitvallen dan die in de NeR worden aangegeven. In deze uitzonderlijke situaties is het echter aan het betreffende bedrijf om aannemelijk te maken waarom zij (eventueel) sterk afwijken van de gangbare KE curve voor een betreffende stof. Bij vergelijking met een gangbare KE curve zullen ook altijd de aannames en randvoorwaarden moeten worden vermeld door het bedrijf. Het is dus aan het bedrijf om aannemelijk te maken waarom, bijvoorbeeld in het geval dat men met uitzonderlijke hoge bijkomende kosten ("retrofit") te maken heeft, deze hoger zijn dan de factor (tot 250%) die nu in de NeR gehanteerd wordt [6].

### **Overige voorstellen verduidelijken KE**

Andere aanpassingen die worden voorgesteld zijn:

- Weglaten van paragraaf 2.7 en 4.9 van de NeR. Er kan voor worden gekozen om deze paragrafen terug te verwijzen naar de BREF ECME. Het wordt aanbevolen om de hoofdstukken over integrale afweging in ieder geval aan te passen of weg te laten en alleen te verwijzen naar de BREF ECME. Wat betreft *integrale milieueffecten en externe kosten* (milieuschade) wordt dan helemaal aangesloten bij Europa.
- Het weglaten van het begrip *marginale KE* uit de NeR 4.13, en verder gebruik maken van afgeleide informatie uit de kostencurve.
- Apart (juridisch) laten beoordelen of de vraag of een *individuele KE beoordeling* voor IPPC bedrijven, en hierdoor gemotiveerd afwijken van BREF maatregelen, voldoende juridisch stand kan houden. Hierbij wordt vooral gerefereerd naar recente RvS uitspraken met betrekking tot KE. Dit element van flexibel toepassen van BBT op basis van kosten (artikel 5a1 IvB) staat hierdoor onder druk.
- Verkennen van mogelijkheden om, in samenwerking met VITO, een database voor KE maatregelen op te zetten. De EA (UK) heeft daar een aantal jaren geleden een begin mee gemaakt, maar heeft daar recentelijk niet veel meer aan gedaan [3]. De Infomil site zou een geschikt platform kunnen zijn voor een KE database.
- Verder verkennend onderzoek ten aanzien van koppeling NEC doelstellingen, en/of luchtkwaliteits-eisen aan sector maatregelen. Deze aanpak bleek, in overleg met het Belgische VITO, in het kader van dit project (nog) niet haalbaar.

## 6 LITERATUUR

- [1] Schenk, E. en van Ieperen, R. "Het speelveld voor kosteneffectieve maatregelen", p.36/37 Milieu Magazine mei 2009.
- [2] Fact sheets "Handreiking van luchtmissie beperkende technieken", april 2009, Infomil website: <http://www.infomil.nl> onder Milieumaatregelen.
- [3] Reference document on Economics and Cross-Media Effects, BREF July 2006.
- [4] Het opstellen van kosteneffectieve maatregelenprogramma's met behulp van het milieukostenmodel, Steven Broekx, Daan Beheydt, Erika Meynaerts, Peter Vercaemst, VITO, integrale milieustudies, 2007
- [5] Infomil rapport "Quickscan Kosteneffectiviteitsgetallen NeR", april 2008.
- [6] Nederlandse emissierichtlijnen (NeR), Infomil 2009.
- [7] Best Beschikbare Technieken voor beperking & behandeling van afvalwater van raffinaderijen, VITO 2008
- [8] "Kosten en baten in het milieubeleid" Definities en berekeningsmethoden, VROM Publicatierreeks milieustrategie nr. 1998/6

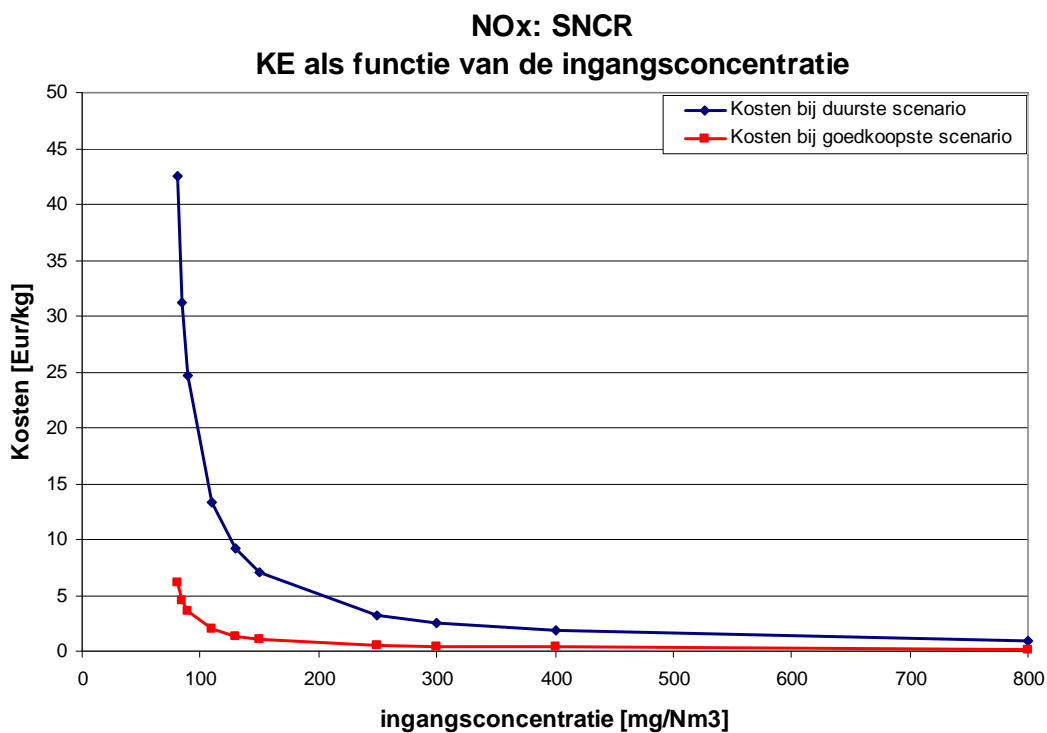
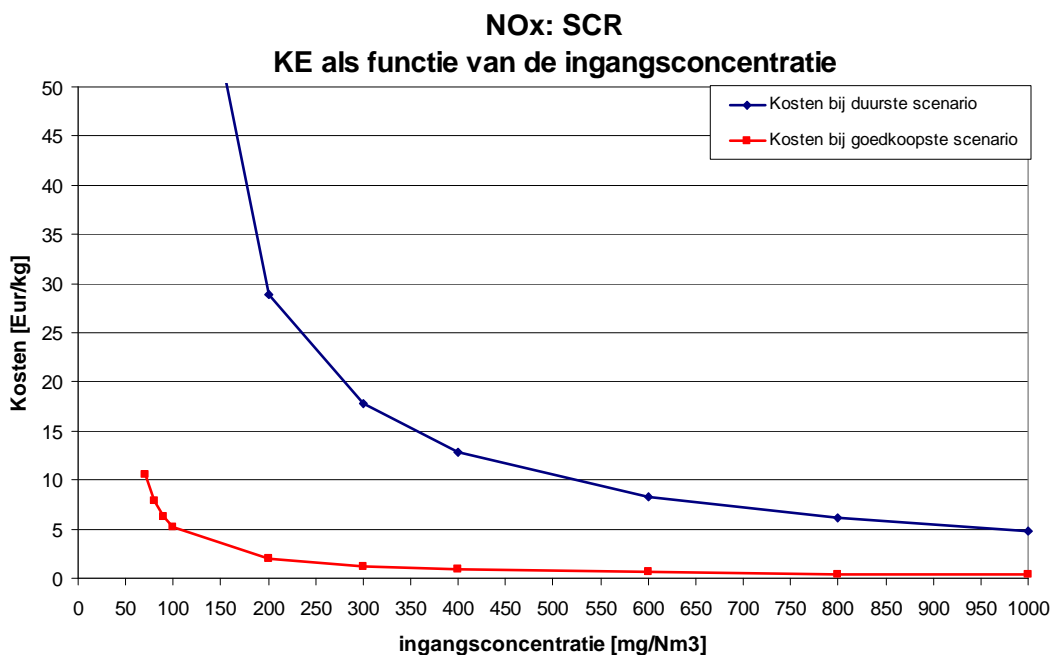
**7 COLOFON**

---

Opdrachtgever	: Ministerie van VROM	
Project	: Onderzoek Kosteneffectiviteit in de NeR	
Dossier	: C6436-01.001	
Omvang rapport	: 20 pagina's	
Auteur	: drs. ing. E.P. Schenk	
Bijdrage	: ir. A.J. Mieog	
Interne controle	: ir. A.J. Mieog	
Projectleider	: drs. ing. E.P. Schenk	
Projectmanager	: ir. A.J. Slomp	
Datum	: 20 april 2010	
Naam/Paraaf	:	ir. A.J. Slomp

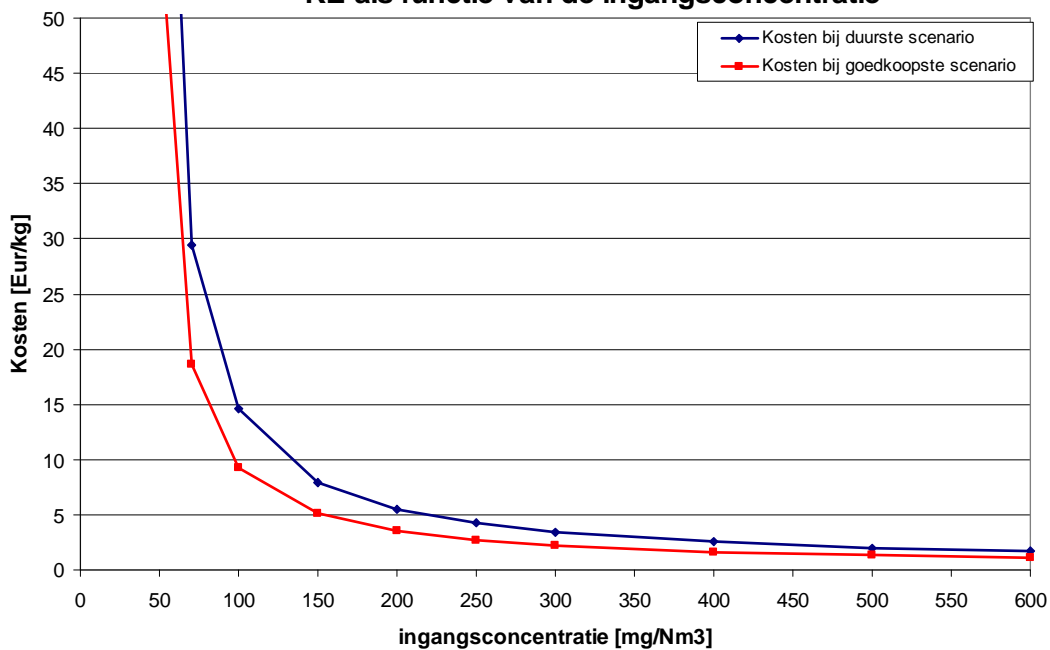
---

**BIJLAGE 1 KE curven NOx maatregelen**

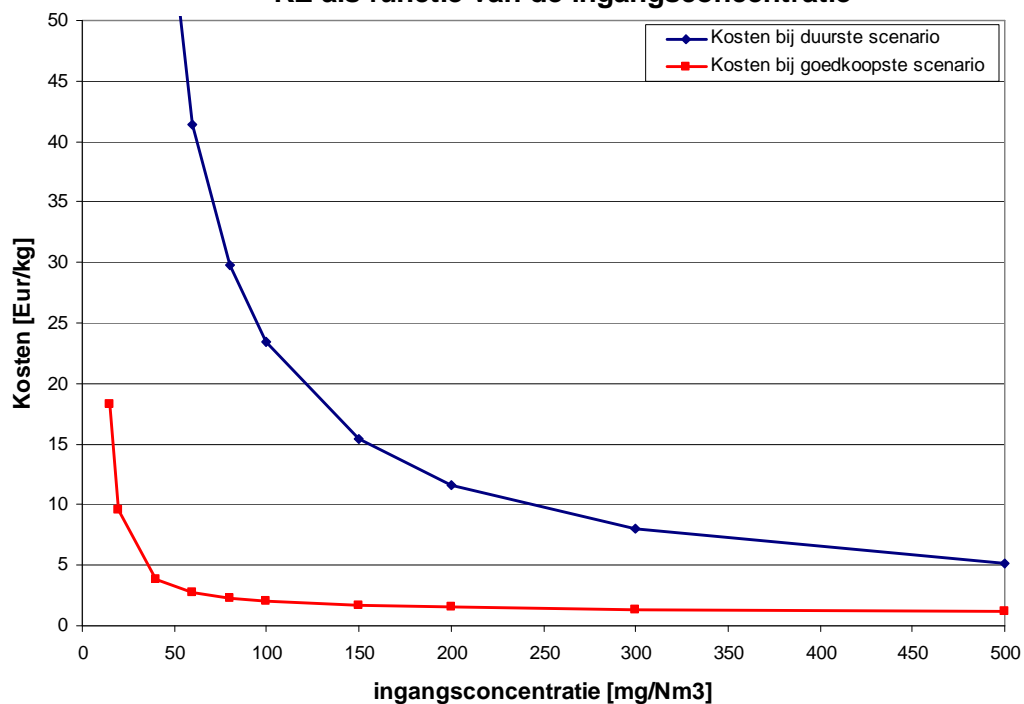


**BIJLAGE 2 KE curven SO2 maatregelen**

**SOx: Semi-droge kalkinjectie  
KE als functie van de ingangconcentratie**



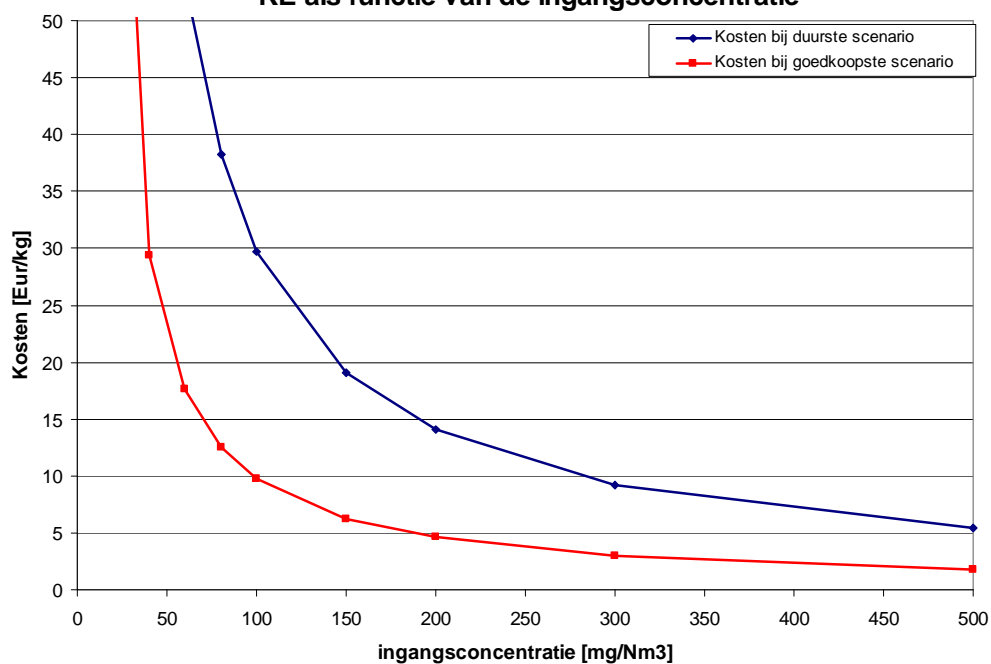
**SOx: scrubber  
KE als functie van de ingangconcentratie**



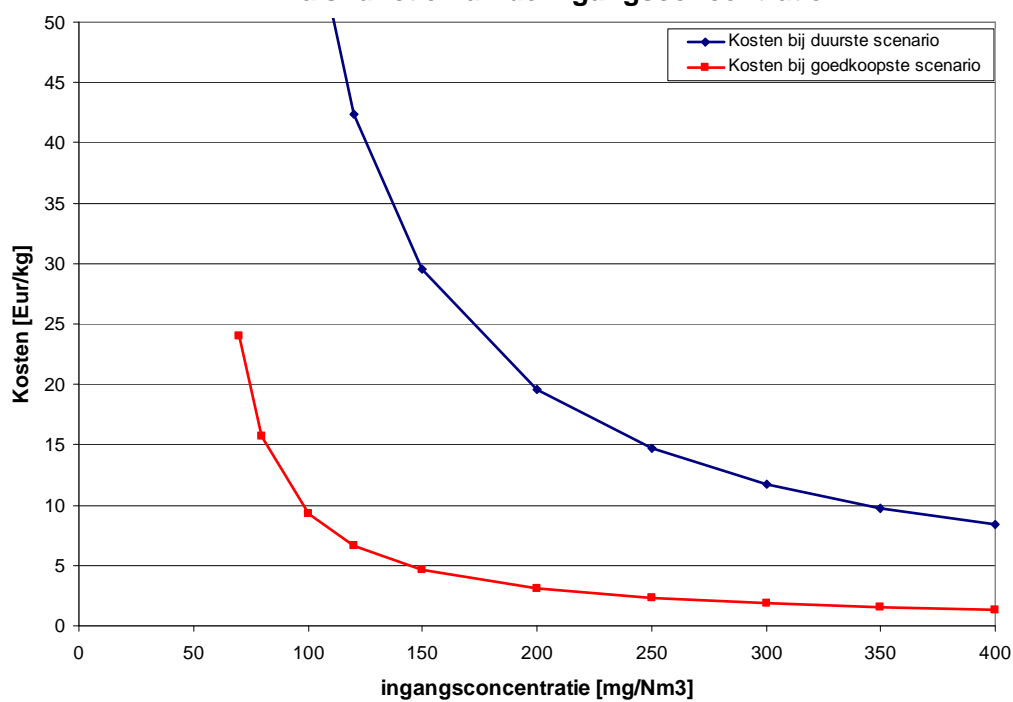


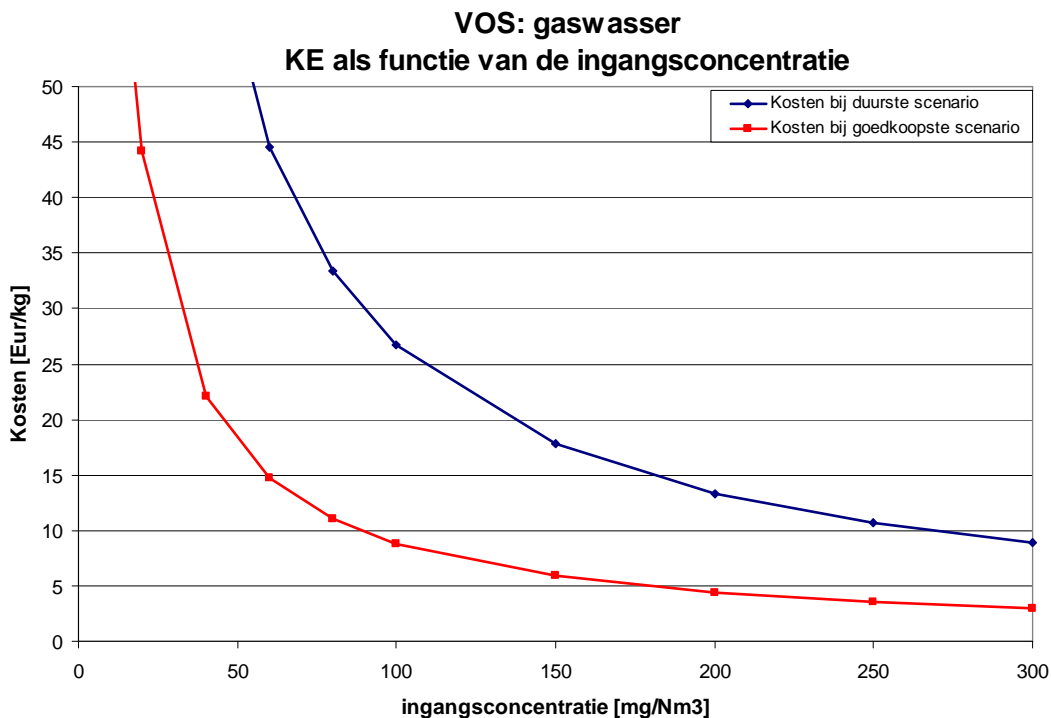
**BIJLAGE 3 KE curven VOS maatregelen**

**VOS: Regeneratieve thermische oxidator  
KE als functie van de ingangconcentratie**

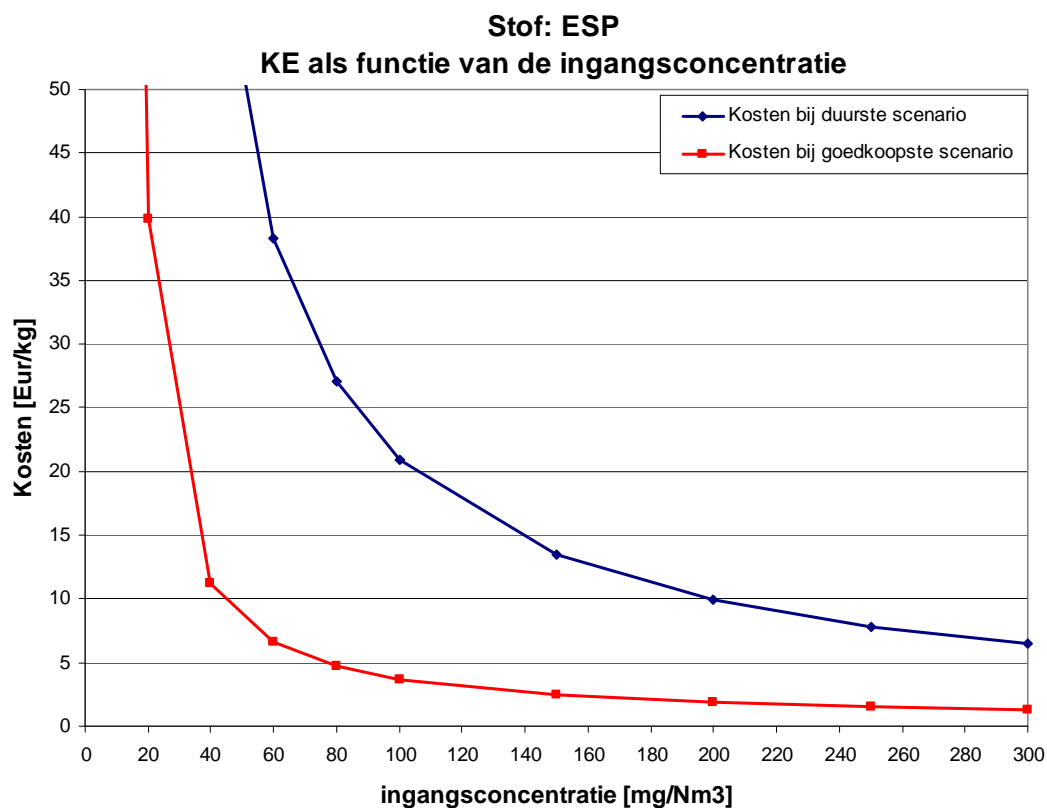
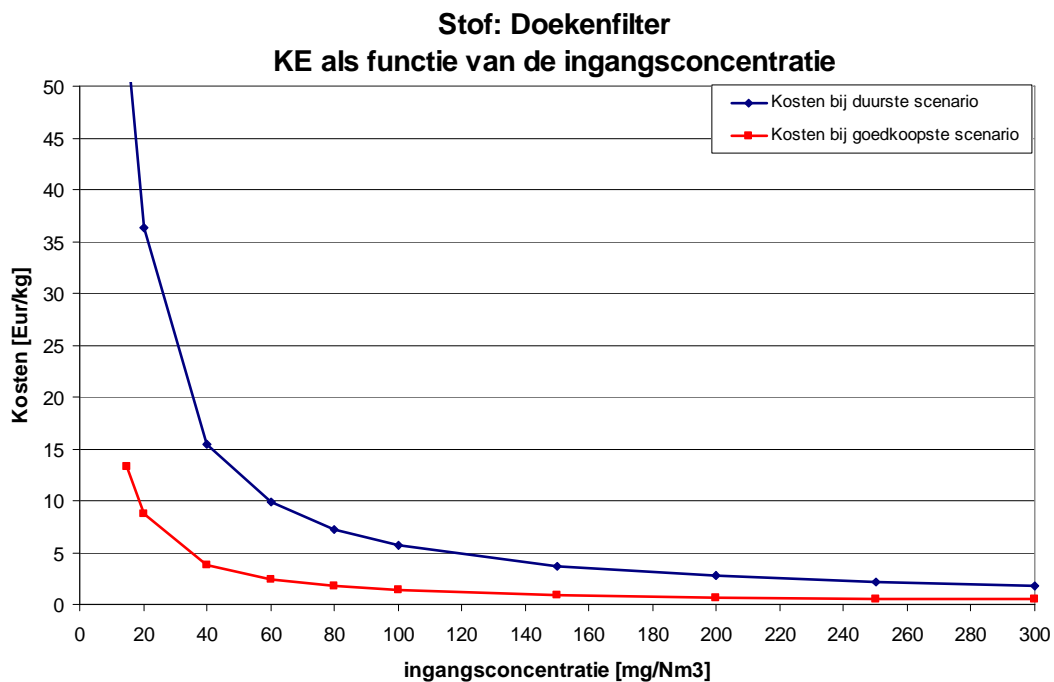


**VOS: Actief kool  
KE als functie van de ingangconcentratie**





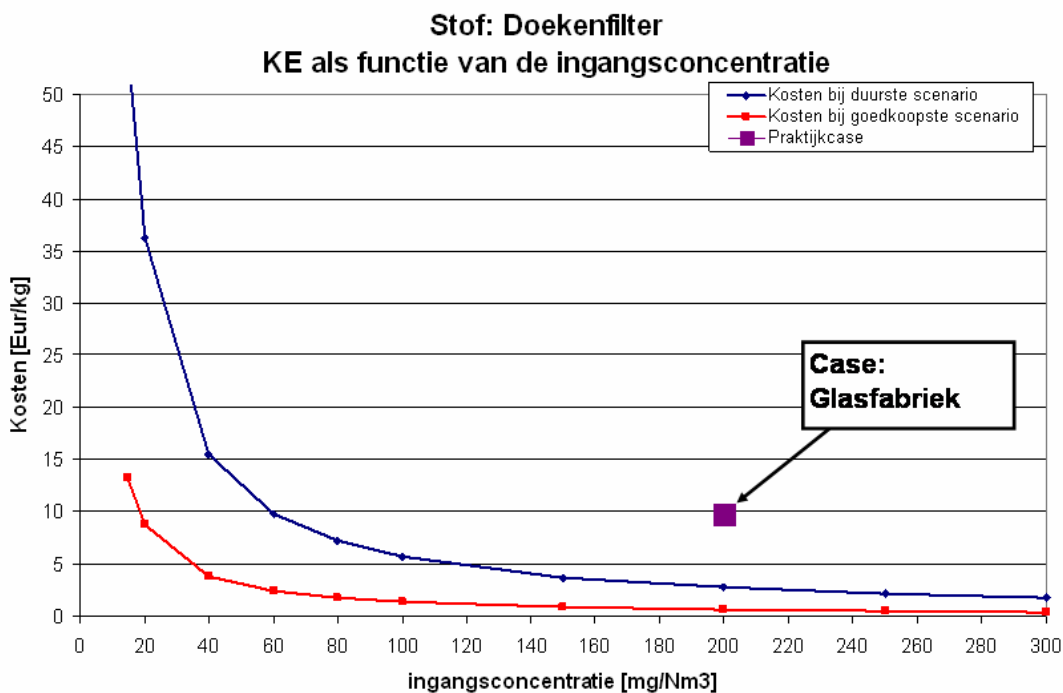
**BIJLAGE 4 KE curven maatregelen stof**

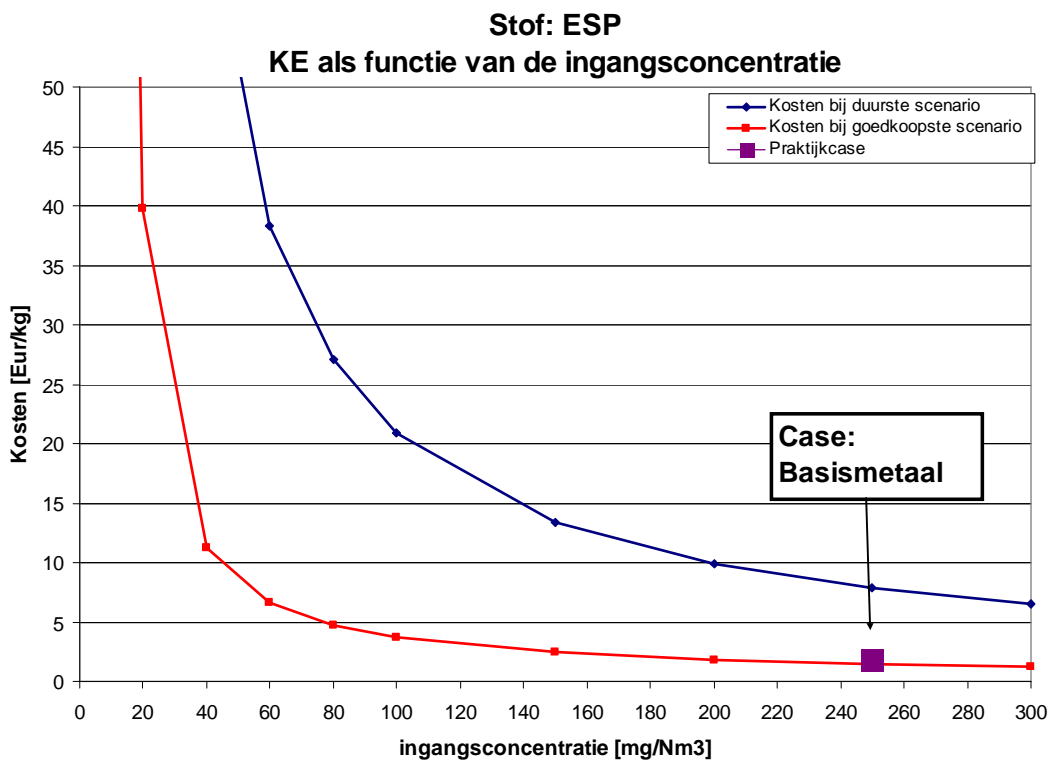
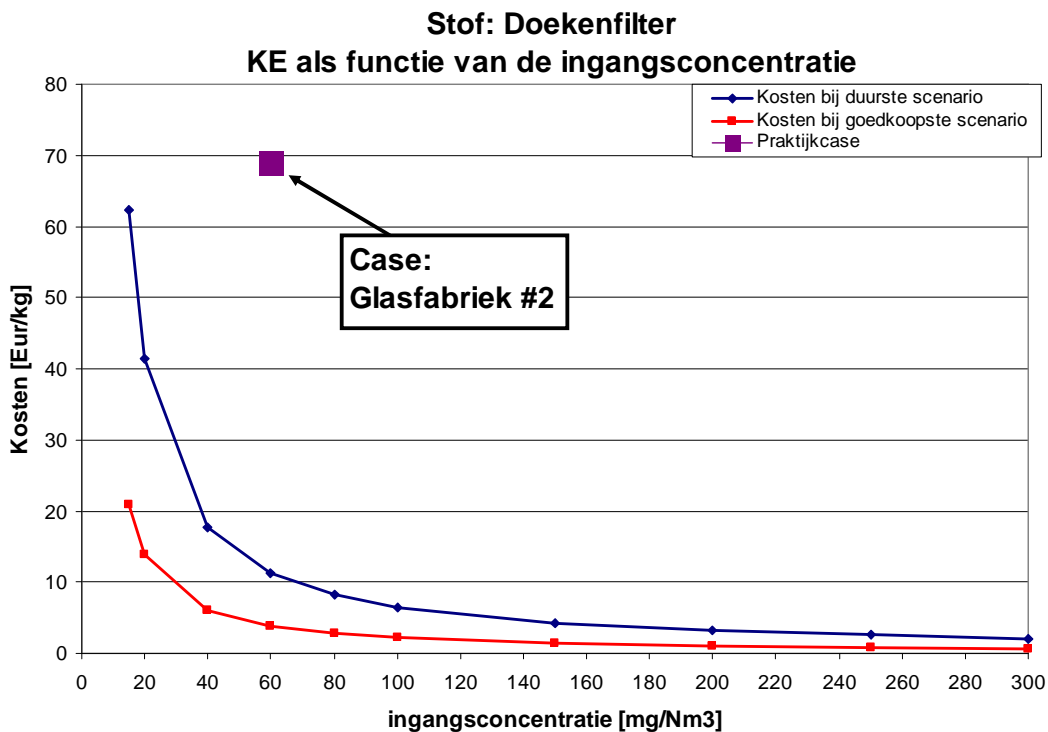


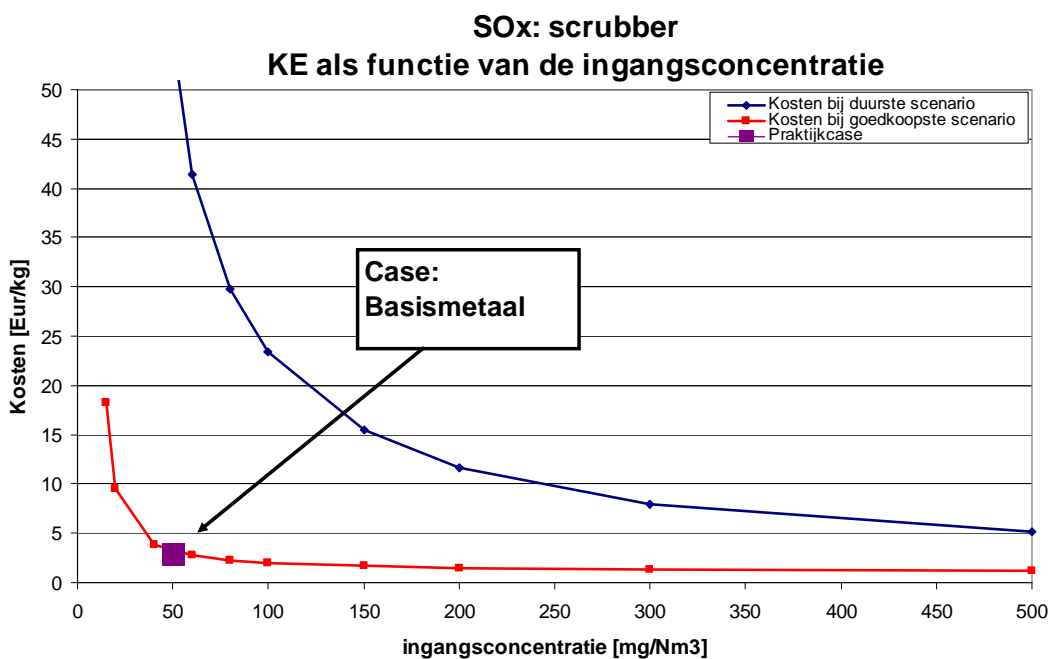
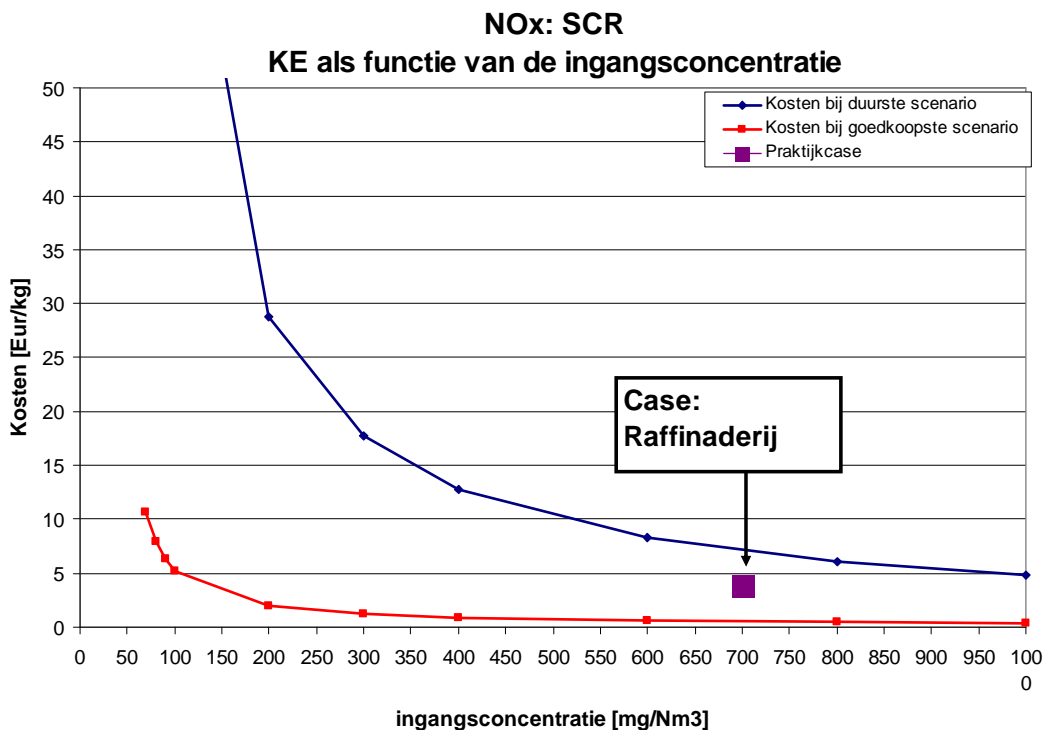
## BIJLAGE 5      Praktijkvoorbeelden van maatregelen

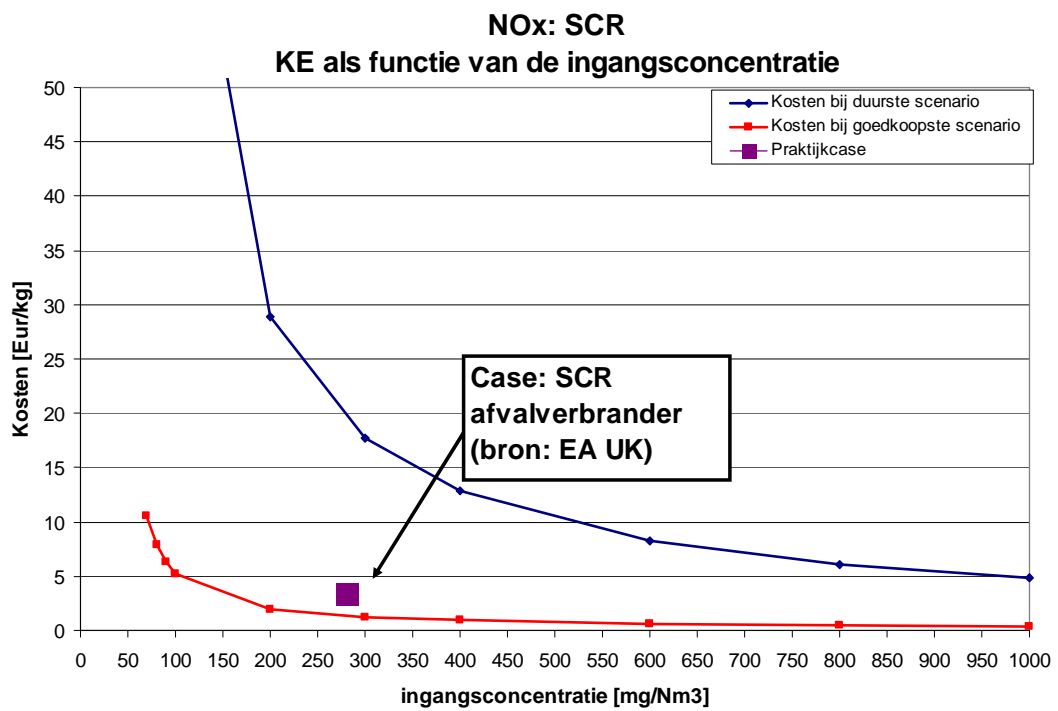
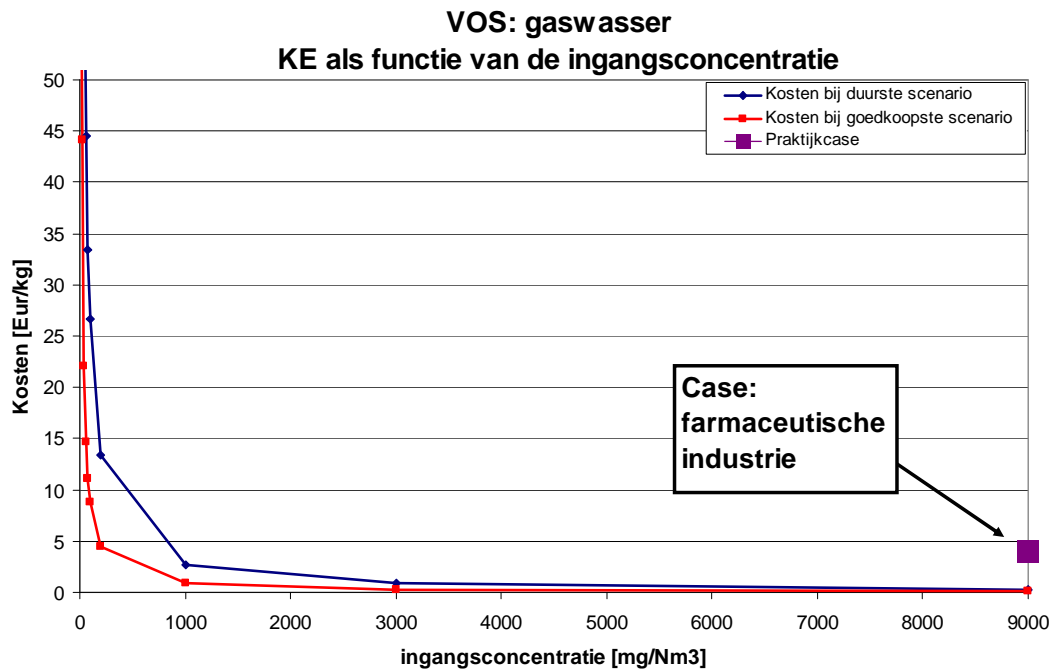
In deze bijlage zijn de cases opgenomen uit onderstaande tabel. De kwalitatieve beoordeling van de KE kan worden meegenomen in de overweging de maatregel toe te passen.

Case	Kwalitatieve beoordeling
1. Glasfabriek stof case1	KE ca. 10 en op vlakke deel van KE curve
2. Glasfabriek stof case2	Zeer hoge KE > kleine installatie, hoge kosten, relatief lage afvangst stof
3. Basismetaal stof / ESP	Lage KE en op vlakke deel curve.
4. SCR Raffinaderij	Lage KE en op vlakke deel curve.
5. Basismetaal SO <sub>2</sub>	Lage KE en op vlakke deel curve.
6. Farmaceutische Industrie, VOS	Lage KE en net boven vlakke deel curve.
7. SCR Afvalverbrander (UK)	SNCR blijkt hier kosteneffectievere maatregel.
8. Semi-droge kalkinjectie, SO <sub>2</sub> afvalverbrander (UK)	Hoge KE boven vlakke deel van de curve. Bedrijf moet motiveren/aantonen waarom KE maatregel zo hoog is.
9. Scrubber afvalverbrander, SO <sub>2</sub> (UK)	Hoge KE boven vlakke deel van de curve. Bedrijf moet motiveren/aantonen waarom KE maatregel zo hoog is.
10. Raffinaderij (VITO: Israël) Stof	KE maatregel in overgangsgebied. Motivatie doorslaggevend voor wel/niet nemen maatregel.

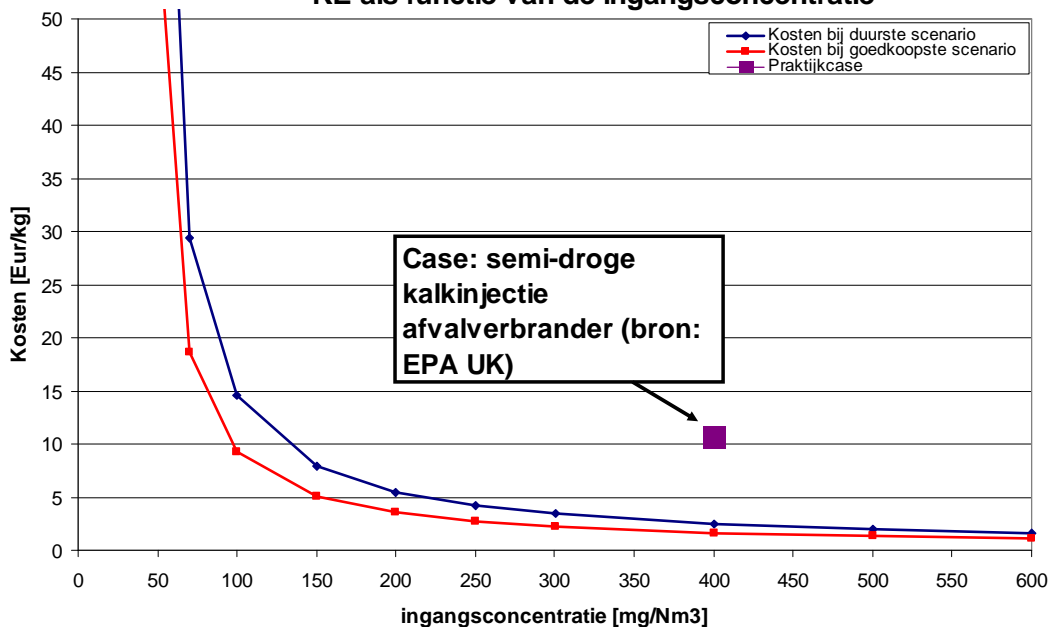




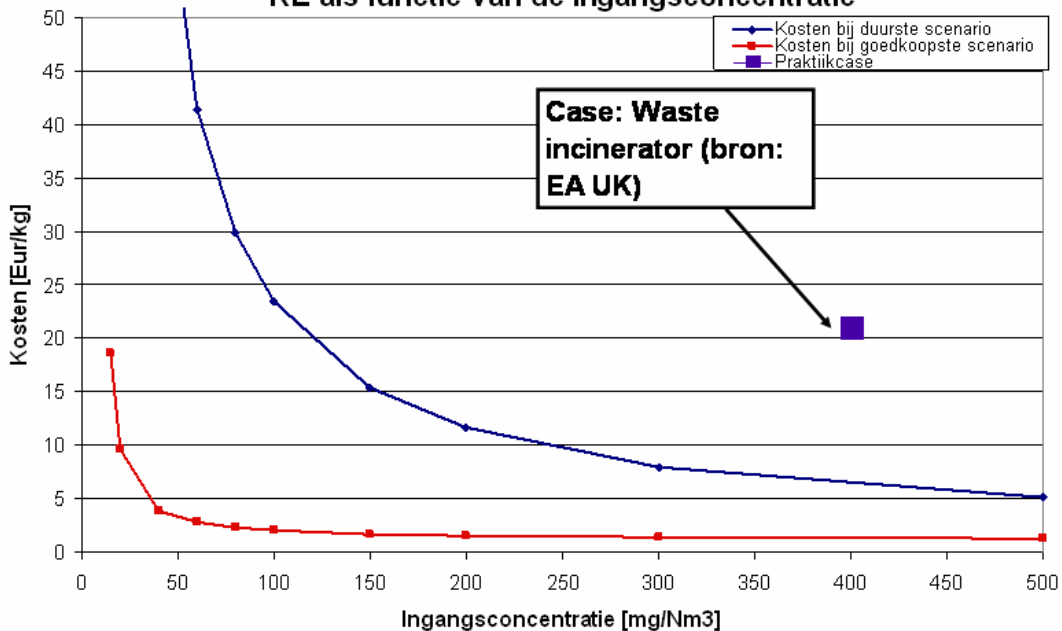




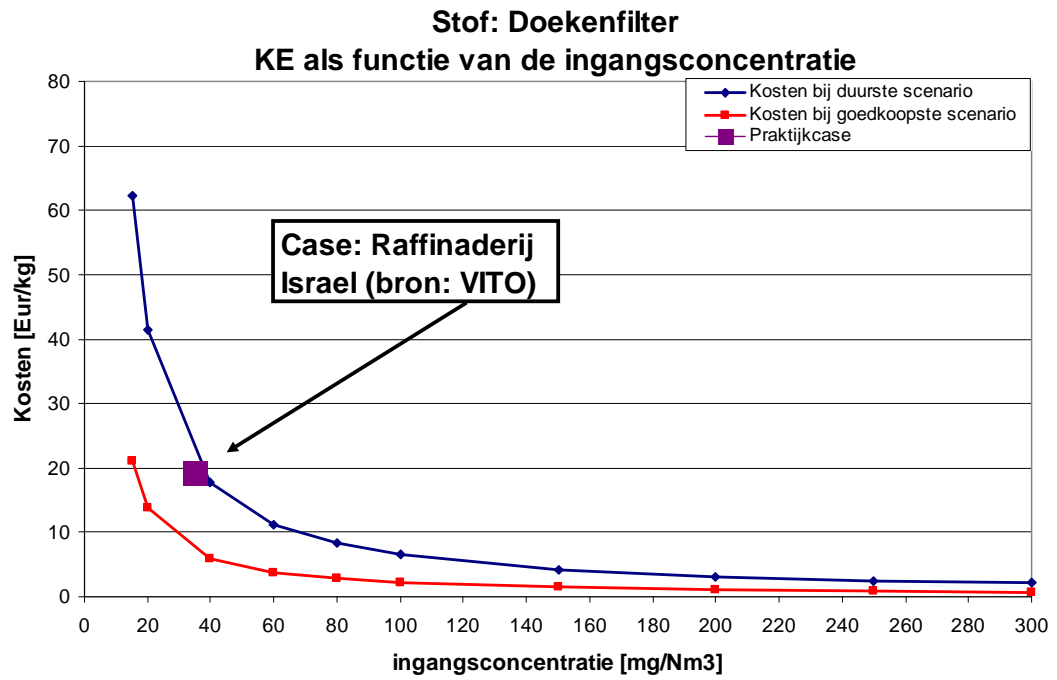
**SOx: Semi-droge kalkinjectie**  
**KE als functie van de ingangconcentratie**



**SO2: scrubber**  
**KE als functie van de ingangconcentratie**







DHV B.V.

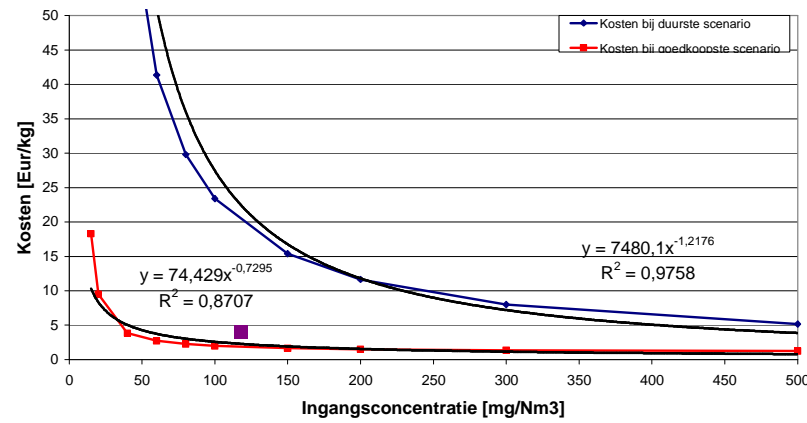
	Case	Hoog	Laag	
Debiet afgassen	1.500.000	750.000	750.000	Nm3/uur
Investeringskosten kental retrofitfactor		35.000	2.500	EUR/1000 m3
Enmalige investeringen	20.800.000	3,0	1,5	EUR
Kapitaalvermiettiging	138.000			EUR
Bouwkundige Investeringen				EUR
Onderhoud				EUR
Bediening		1.170	1.170	EUR
Overige vaste operationele kosten	599.000			EUR
Energie		72.270	72.270	EUR
Reagens		200	200	EUR/ton reagens
Katalyst/filtermateriaal				EUR
Overig				EUR
Reststoffenverwerking				EUR
overige variable operationele kosten	1.408.000			EUR
Opbrengsten en besparingen				EUR
Ingangconcentratie	118			mg/Nm3
uitgangconcentratie	12,0	10	10	mg/Nm3
bedrijfsuren	8760	8760	8760	uur/jaar
rendement		variabel	variabel	%
KE		4,0		

Component	
Sox	
Maatregel	Alkalische wasser
Opmerkingen	Logdosering gebaseerd op leveranciersinformatie uitgaand linear verband met afgasvolume:

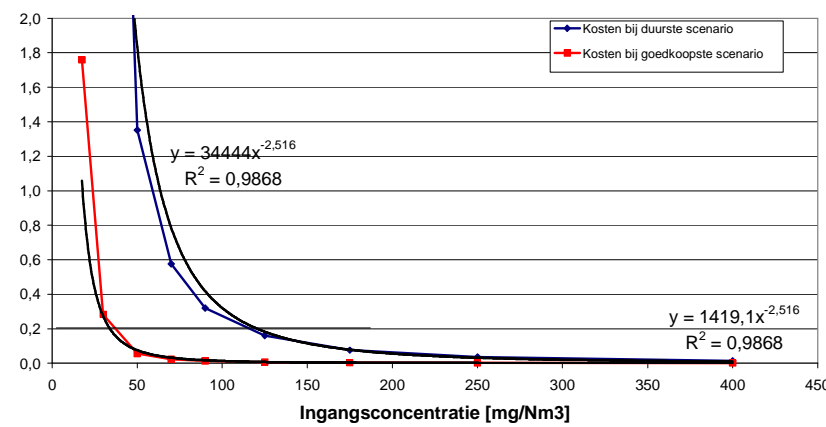
Vaste parameters	
kosten NH3	150 [Euro/ton]
Natronloog	200 [Euro/ton]
kosten energie	0,11 [Euro/kWh]
Tijdsduur storingen €	2%
personeel	45,00 Euro/uur

	r.c.	ingangconcentratie
r.c goedkoopste	0,2	34
r.c duurste	0,2	121
KE		
goedkoopste	5,7 Eur/kg	
duurste	21,9	

KE als functie van de ingangconcentratie



R.c. functie van de ingangconcentratie



brache		Hoog												Laag														
kostenrange		case																										
Component	Range	Sox																										
		Hoog												Laag														
		MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
debiet afgas	Nm3/uur	1.500.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000
Maatregel	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser	Alkalische wasser
Aanschaffingsprijs	EUR	-	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000	26.250.000
Investeringskosten kental	EUR/1000m3	-	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
Bijkomende investeringen	EUR	-	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000	52.500.000
Retrofitfactor		-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Enmalige investeringen	EUR	20.800.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapitaalvermiettiging	EUR	138.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal Inv	EUR	20.938.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000	78.750.000
Annuiteit		0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	
Kapitaalkosten	EUR	3.412.894	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	12.836.250	
Bouwkundige Investeringen	EUR	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annuiteit		0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	
Bouwkundige kapitaalkosten	EUR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Onderhoud	EUR	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bediening	EUR	-	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	
Overige vaste operationele kosten	EUR	599.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totale vaste operationele kosten	EUR	599.000	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	1170	
Utilities	EUR	-	3.478.158	2.087.420	1.392.052	1.044.367	696.683	557.609	418.535	279.462	140.388	105.619	3.478.158	2.087.420	1.392.052	1.044.367	696.683	557.609	418.535	279.462	140.388	105.619	3.478.158	2.087.420	1.392.052	1.044.367	696.683	
energie	EUR	-	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	72.270	
reagens	EUR	-	3.405.888	2.015.150	1.319.782	972.097	624.413	485.339	346.265	207.192	68.118	33.349	3.405.888	2.015.150	1.319.782	972.097	624.413	485.339	346.265	207.192	68.118	33.349	3.405.888	2.015.150	1.319.782	972.097	624.413	
Katalyst/filtermateriaal	EUR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
overig	EUR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Reststoffenverwerking	EUR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
overige variable operationele kosten	EUR	1.408.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Totale variable operationele kosten	EUR	1.408.000	3.478.158	2.087.420	1.392.052	1.044.367	696.683	557.609	418.535	279.462	140.388	105.619	3.478.158	2.087.420	1.392.052	1.044.367	696.683	557.609	418.535	279.462	140.388	105.619	3.478.158	2.087.420	1.392.052	1.044.367	696.683	
Totale Bruto jaarlijkse kosten	EUR	5.419.894	16.315.578	14.924.840	14.229.472	13.881.787	13.534.103	13.395.029	13.255.955	13.116.882	12.977.808	12.943.039	3.937.766	2.547.028	1.851.659	1.503.975	1.156.290	1.017.217	878.143	739.069	599.995	565.227	3.937.766	2.547.028	1.851.659	1.503.975	1.156.290	
Opbrengsten en besparingen	EUR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Totale Netto jaarlijkse kosten	EUR	5.419.894	16.315.578	14.924.840	14.229.472	13.881.787	13.534.103	13.395.029	13.255.955	13.116.882	12.977.808	12.943.039	3.937.766	2.547.028	1.851.659	1.503.975	1.156.290	1.017.217	878.143	739.069	599.995	565.227	3.937.766	2.547.028	1.851.659	1.503.975	1.156.290	
ingangconcentratie	mg/Nm3	118	500	300	200	150	100	80	60	40	20	15	500	300	200	150	100	80	60	40	20	15	500	300	200	150	100	
uitgangconcentratie	mg/Nm3	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
bedrijfsuren	uur	8.760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	
rendement	%	89,8%	98%	97%	95%	93%	90%	88%	83%	75%	50%	33%	98%	97%	96%	93%	90%	88%	83%	75%	50%	33%	98%	97%	96%	93%	90%	
Jaarlijkse ongereinigde vracht	kg/jaar	1.550.520	3.285.000	1.971.000	1.314.000	985.500	657.000	525.600	394.200	262.800	131.400	98.550	3.285.000	1.971.000	1.314.000	985.500	657.000	525.600	394.200	262.800	131.400	98.550	3.285.000	1.971.000	1.314.000	985.500		
Ongereinigde vracht	kg/uur	177	375	225	150	113	75	60	45	30	15	11	375	225	150	113	75	60	45	30	15	11	375	225	150	113	75	
Jaarlijkse restemissies	kg/jaar	157.680	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	65.700	
Jaarlijkse emissie tgv storingen	kg/jaar	31.010	65.700	39.420	26.280	19.710	13.140	10.512	7.884	5.256	2.628	1.971	65.7															