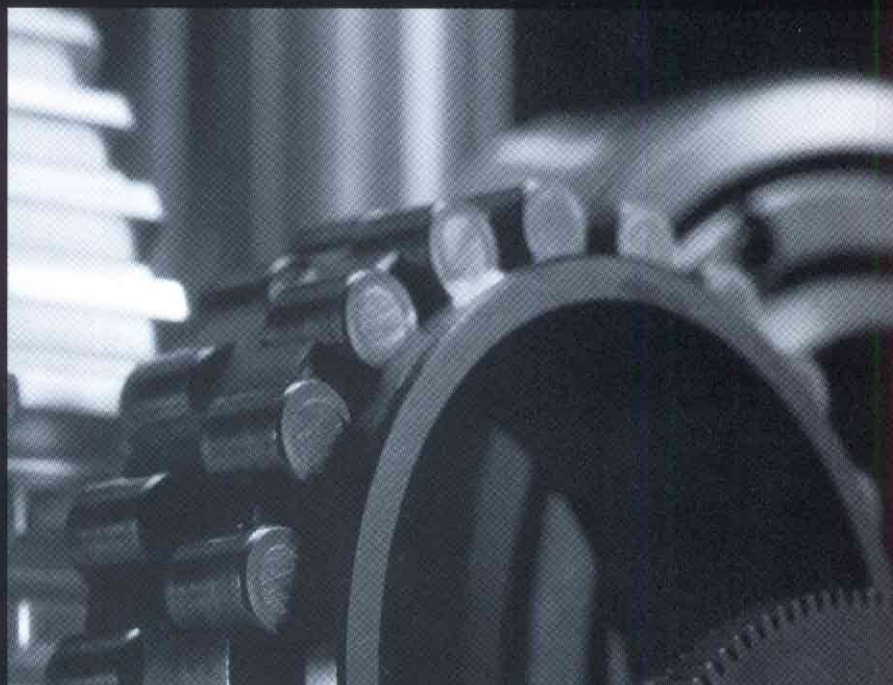


procesbeschrijvingen
industrie



Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA



RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE



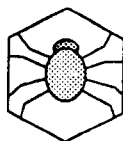
Productie van
zwavelzuur



SPIN

Samenwerkingsproject
Procesbeschrijvingen
Industrie Nederland

PRODUKTIE VAN ZWAVELZUUR



**Samenwerkingsproject
Procesbeschrijvingen
Industrie
Nederland**

RIVM (rapportnr. 773006143), RIZA (notanr. 92.003/43) en DGM

Auteurs : B. Bol (Tebodin) en E.A.E.M. Kohnen (RIVM)
Basisjaar : 1988
Datum publikatie : maart 1993

INHOUD

| | |
|--|----|
| 1. Beschrijving bedrijfstak | 1 |
| 2. Procesbeschrijving en bronnen van emissies | 2 |
| 3. Emissies en afval | 6 |
| 4. Energifactoren | 8 |
| 5. Bestaande mogelijkheden voor emissiebeperking en energiebesparing | 8 |
| 6. Onderzoek naar schone processen | 11 |
| 7. Normstelling en vergunningssituatie | 11 |
| 8. Referenties | 12 |
| | |
| Bijlage 1: Kosten emissiebeperkende maatregelen | 13 |

1. BESCHRIJVING BEDRIJFSTAK

Zwavelzuurfabrieken vallen volgens de Standaard-bedrijfsindeling (SBI) van het CBS onder de bedrijfspgroep "Anorganische Chemische grondstoffenindustrie" met SBI-code 29.42. Echter, in veel gevallen wordt zwavelzuur voor eigen gebruik geproduceerd en valt het gehele bedrijf in een andere bedrijfspgroep. Een voorbeeld is de zwavelzuurproductie ten behoeve van kunstmeststoffenbereiding. Het bedrijf valt dan in de bedrijfspgroep "Kunstmeststoffenfabrieken" met SBI-code 29.1.

In tabel 1.1. zijn de nominale produktiecapaciteiten van de Nederlandse zwavelzuurfabrikanten opgesomd. De totale nominale produktiecapaciteit is 1.035 kton/jaar (dit was voor de sluiting van fabriek 4 van Kemira, in het tweede kwartaal van 1992 (Van der Poel, 1993), nog 1.335 ton/jaar). Deze capaciteit is gebaseerd op gegevens uit vergunningaanvragen. In tabel 1.1. zijn de jaartallen aangegeven van de vergunningen en vergunningaanvragen die zijn gebruikt voor het verkrijgen van deze informatie.

Uit tabel 1.1. kan geconcludeerd worden dat circa 40 % (452 kton) van het geproduceerde zwavelzuur een bijproduct is van afgasreiniging. Dit geldt voor de zwavelzuurfabrieken van Budelco, Climax Molybdenum b.v. en Hoogovens. De SO₂-houdende afgassen komen bij deze bedrijven vrij bij de produktie van resp. zink, molybdeen en cokes. Het geproduceerde zwavelzuur wordt door deze bedrijven verkocht of in het eigen bedrijf gebruikt.

Uit tabel 1.1. kan verder geconcludeerd worden dat veel van het geproduceerde zwavelzuur gebruikt wordt voor de produktie van kunstmest en nylon.

Volgens het C.B.S. bedroeg de feitelijke produktie van zwavelzuur in 1988 1.144 kton. Van deze produktie was 397 kton (35%) bestemd voor de verkoop en 747 kton (65%) bestemd voor verdere verwerking in eigen bedrijf. Over de jaren 1989 en 1990 heeft het C.B.S. geen cijfers beschikbaar.

Tabel 1.1. Nominale produktiecapaciteiten van Nederlandse zwavelzuurfabrieken

| SBI-code | Vestiging | Produktie (kton/jaar) | Bron |
|----------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 29.42 | AKZO, Amsterdam | 61 | Vergunning 1985 |
| 29.1 | KEMIRA, Pernis | 325 | Vergunningaanvraag 1990 |
| 29.1 | DSM, Geleen | 197 | Vergunningaanvraag 1989 |
| 33.42 | Budelco, Budel | 380 | MER 1990 ¹⁾ |
| 29.42 | Climax Molybdenum b.v., Botlek | 58 | Vergunning 1979 |
| 33.11 | Hoogovens, IJmuiden | 14 | Vergunning 1990 |

¹⁾ Milieu Effect Rapportage

2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIES

Het productieproces van zwavelzuur zal worden beschreven aan de hand van het productieschema van het AKZO-proces, zie figuur 2.1. In 2.3. zullen de verschillen worden aangegeven met de processen van KEMIRA en DSM. Tenslotte zullen in paragraaf 2.3. de emissiebronnen worden beschreven. Voor de procesbeschrijving is ondermeer gebruik gemaakt van vergunningaanvragen en VDI-Richtlijnen (VDI-Richtlijnen 2298, 1984). Wanneer een zwavelzuurproces één absorptietoren bezit noemt men het proces een enkel-contact proces. In geval van 2 absorptietorens (en twee convertors) wordt het een dubbel-contact proces genoemd. Een dubbel-contact proces wordt momenteel toegepast bij de fabrieken van KEMIRA en Budelco. De overige fabrieken gebruiken het enkel-contact proces. Een proces met drie absorptietorens wordt in Nederland nog niet toegepast.

2.1. Het zwavelzuurproces van AKZO

Het productieproces van AKZO ziet er globaal als volgt uit:

I SO₂-productie

Als grondstoffen voor de fabricage van zwavelzuur worden toegepast:

- vloeibaar en vast zwavel;
- teerzuur;
- restzuren (afkomstig van intern gebruik en van derden).

Deze grondstoffen worden samen met lucht en eventueel hete verbrandingsgassen van aardgas of olie aan de verbrandingsoven toegevoerd.

Het verkregen zwaveldioxidehoudende mengsel wordt door een stoomketel geleid en daarin afgekoeld tot ca. 380 °C. De daarbij geproduceerde stoom wordt benut als warmte- en energiebron voor diverse processen in het gehele bedrijf.

II Reiniging/koeling

Daarna wordt het gasmengsel door wastorens geleid en daarin door direct contact met zwavelzuur (4%) gezuiverd en gekoeld tot ca. 30 °C. Het spuiwater, waarin met name zwavelzuur, maar ook zware metalen en organische verbindingen aanwezig zijn, wordt als afvalwater naar het riool afgevoerd.

III Drogen

Het zwaveldioxidehoudende gasmengsel wordt in een "droogtoren" met behulp van 97% zwavelzuur bij ca. 30 °C gedroogd.

IV Opwarmen

Dit gedroogde zwaveldioxidehoudende gas wordt door een aantal warmtewisselaars geleid en opgewarmd met het zwaveltrioxidehoudende gasmengsel tot ca. 420 °C.

V Converter

Hierna wordt het gasmengsel naar de "converter" gevoerd. Hierin bevinden zich verschillende lagen katalysator waarin bij 420-600 °C het zwaveldioxide voor ca. 98% tot zwaveltrioxide oxideert.

VI Koelen

Het hete zwaveltrioxidehoudende gasmengsel uit de convertor wordt, na koeling tot ca. 240 °C in bovengenoemde warmtewisselaars, met lucht gekoeld tot ca. 150 °C en dan naar een "oleumtoren" geleid.

VII Oleumtoren

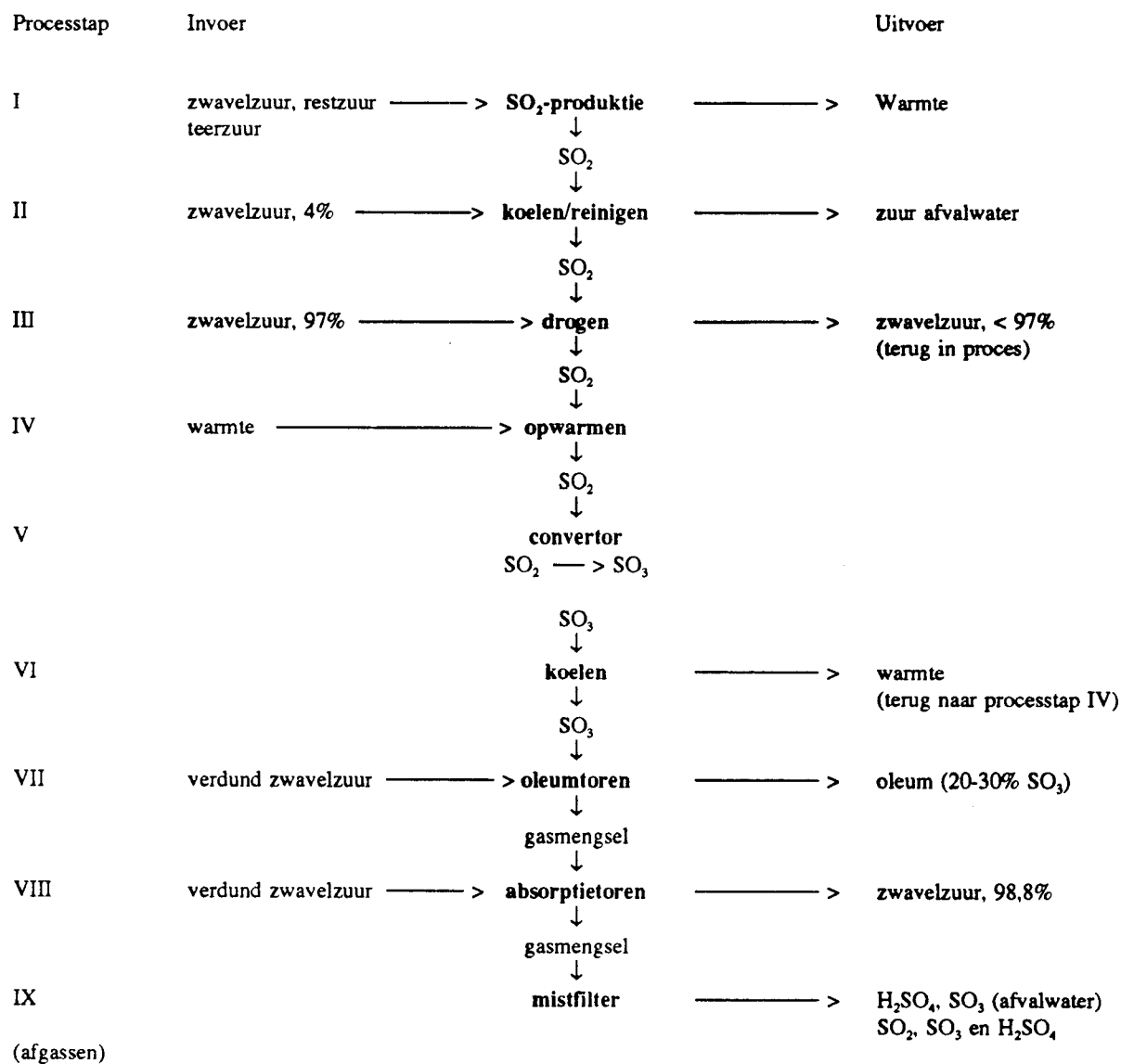
De gasstroom wordt in de oleumtoren bij ca. 80 °C in contact gebracht met oleum. Het zwaveltrioxide lost hierin gedeeltelijk op en reageert gedeeltelijk met het in het oleum aanwezige water tot zwavelzuur. De zwavelzuur- en SO₃-concentratie wordt constant gehouden door de aanvoer van een verdunde zwavelzuuroplossing en de afvoer van oleum (oplossing van 20-30% SO₃ in geconcentreerd zwavelzuur). De afgevoerde oleum wordt na afkoeling in tanks opgeslagen.

VIII Absorptietoren

In een "produktietoren" wordt het uit de oleumtoren afgevoerde gasmengsel bij ca. 60 °C in contact gebracht met zwavelzuur. Het zwaveltrioxide lost in het zwavelzuur op en vormt met het aanwezige water eveneens zwavelzuur. Uit de produktietoren wordt zwavelzuur 98,8% afgevoerd; dit wordt verdund tot zwavelzuur 96% en als eindprodukt in tanks opgeslagen.

IX Mistfilter

Het resterende gasmengsel, waarin een restant zwaveldioxide en zwaveltrioxide aanwezig zijn, wordt als afgas via een mistfilter naar de schoorsteen afgevoerd.



Figuur 2.1. Schematische weergave van het zwavelzuurproces van AKZO

2.2. Andere zwavelzuurprocessen

KEMIRA en DSM verbranden gefilterde (vloeibare) zwavel, waardoor de afgassen relatief veel schoner zijn dan bij andere zwavelzuurfabrieken, die de afgassen gebruiken van het roosten van ertsen, het produceren van cokes en het verbranden van restzuren. Daarom hebben alle zwavelzuurfabrieken een natte wasser aan het begin van het proces, maar KEMIRA en DSM niet.

DSM heeft als emissie beperkende voorziening een ammoniakale wasser, die het SO_2 in de afgassen voor 90% omzet in ammoniumsulfiet en het SO_3 voor 75% omzet in ammoniumsulfaat.

De fabrieken van Budelco, Hoogovens, Molybdeen BV en Akzo bezitten een natte wasser en produceren dus een (zure) afvalwaterstroom. Budelco en Hoogovens neutraliseren dit afvalwater in een installatie op het eigen terrein met een overmaat base. Molybdeen BV en AKZO doen dit niet, maar lozen dit zure afvalwater op het oppervlaktewater.

2.3. Bronnen van emissie

De afgassen van de zwavelzuurfabriek bevatten als voornaamste vervuilende componenten SO_2 , SO_3 en H_2SO_4 .

De SO_2 -emissie wordt veroorzaakt door het niet volledig omzetten van SO_2 tot SO_3 in de convertors. Bij één-, twee- of drietrapsabsorbtie is de conversiegraad respectievelijk 98, 99,7 en 99,95-99,98%.

De SO_3 -emissie wordt veroorzaakt door het niet volledig absorberen van het SO_3 in de absorptietorens. De H_2SO_4 -emissie wordt veroorzaakt, doordat het H_2SO_4 bij nevelvorming niet volledig neerslaat. Door de verbranding van de zwavelprodukten bevatten de afgassen een (relatief kleine) hoeveelheid NO_x .

Budelco, Climax Molybdenum b.v., Hoogovens en AKZO verbranden niet alleen schone zwavel, maar gebruiken als grondstof ook de afgassen van respectievelijk zinkproductie, molybdeenproductie, cokesproductie en restzuurverbranding. Hierdoor kunnen de afgassen verontreinigingen bevatten als zware metalen (in geval van ertsen), gechloreerde koolwaterstoffen (in geval van restzuren) en PAK's (in geval van restzuren). Daarom bezitten deze fabrieken aan het begin van het proces een natte wasser.

De natte wassers van Budelco, Climax Molybdenum b.v., Hoogovens en AKZO produceren zwavelzuurhoudend afvalwater en afhankelijk van de verbrande zwavelhoudende grondstoffen ook andere verontreinigingen als zware metalen, gechloreerde koolwaterstoffen en PAK's. Het zure afvalwater wordt door Budelco en Hoogovens geneutraliseerd. Climax Molybdenum b.v. en AKZO lozen dit afvalwater ongeneutraliseerd op het oppervlaktewater.

3. EMISSIES EN AFVAL

3.1. Emissies naar lucht

De belangrijkste luchtmissies van de zwavelzuurfabrieken zijn de SO_2 -, de SO_3 - en de H_2SO_4 -emissie. Daarnaast wordt er NO_x geëmitteerd. De vergunde emissies en emissiefactoren van SO_2 zijn voor de verschillende fabrieken vermeld in tabel 3.1. In tabel 3.2. zijn de vergunde emissies en emissiefactoren van $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ weergegeven. De vergunde emissies zijn verkregen uit vergunningvoorschriften. De actuele emissiegegevens zijn verkregen via de Emissieregistratie en zijn vermeld in tabel 3.3.

De emissies van niet-zwavelhoudende componenten (behalve NO_x) van bovengenoemde fabrieken zijn niet gekwantificeerd. Deze emissies zijn namelijk meer een gevolg van het type proces, waarvan de zwavelzuurfabriek de afgassen reinigt en dus niet zozeer een gevolg van het type zwavelzuurfabriek.

Tabel 3.1. Vergunde emissie en emissiefactoren van SO_2 naar de lucht

| Bedrijf | Emissie (ton/jaar) | Emissiefactor (kg/ton H_2SO_4) | Referentie |
|------------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|
| AKZO | 612 | 10 | voorschrift 1984 |
| KEMIRA | 1223 | 3,8 | aanvraag 1990 |
| DSM | 120 | 0,6 | aanvraag 1989 |
| Climax Molybdenum b.v. | 961 | 17 | voorschrift 1979 |
| Hoogovens fabriek 1 | 214 | 14 | voorschrift 1978 |
| Hoogovens fabriek 2 | 320 | 28 | voorschrift 1978 |
| Budelco | 1138 | 3 | MER 1990, Hinderwet 1973, KB 1978 |

Tabel 3.2. Vergunde emissies en emissiefactoren van $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ¹⁾ naar de lucht

| Bedrijf | Emissie (ton/jaar) | Emissiefactor (kg/ton H_2SO_4) | Referentie |
|------------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|
| AKZO | 3,5 | 0,057 | voorschrift 1984 |
| KEMIRA | 44 | 0,13 | aanvraag 1990 |
| DSM | 59 | 0,29 | aanvraag 1989 |
| Climax Molybdenum b.v. | 26 | 0,46 | voorschrift 1979 |
| Hoogovens fabriek 1 | 5,2 | 0,34 | voorschrift 1978 |
| Hoogovens fabriek 2 | 21 | 1,8 | voorschrift 1978 |
| Budelco | 88 | - | MER 1990, Hinderwet 1973, KB 1978 |

¹⁾ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ samen, uitgedrukt in massahoeveelheden zwavelzuur

Tabel 3.3. Aktuele emissies en emissiefactoren van SO₂ en NO_x naar de lucht

| Vestiging ¹⁾ | SO ₂ | | NO _x | |
|--------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---|
| | emissie (ton/jaar) | emissiefactor (kg/ton H ₂ SO ₄) | emissie (ton/jaar) | emissiefactor (kg/ton H ₂ SO ₄) |
| AKZO | 451 | 7,4 | 3,8 | 0,063 |
| KEMIRA 1 | 580 | 1,8 | 0 | 0 |
| KEMIRA 4 | 2.167 | 7,2 | 0,08 | 0,00027 |
| DSM ¹⁾ | 120 | 0,6 | | |
| Climax Molybdenum b.v. ¹⁾ | 961 | 17 | | |
| Hoogovens 1 | 102 | 6,9 | 5,5 | 0,37 |
| Hoogovens 2 | 13 | 1,1 | 0,77 | 0,068 |
| Budelco | 737 | 1,9 | - | - |

¹⁾ in verband met vertrouwelijkheid zijn de emissies van DSM en Climax Molybdenum b.v. vergunde waarden

DSM heeft een relatief lage emissiefactor, vanwege de aanwezige ammoniakwasser. Zonder ammoniakwasser zou de emissiefactor rond de 6 kg SO₂/ton H₂SO₄ liggen.

De fabrieken van Kemira en Budelco hebben eveneens een relatief lage emissiefactor, omdat deze fabrieken produceren met het dubbelcontactproces. De overige fabrieken produceren met het enkelcontactproces.

Volgens het "handbook of emissionfactors" (Ministry of housing, Physical planning and environment, 1984) is de emissiefactor van een enkelcontactproces circa 13 kg SO₂/ton zwavelzuur. Voor een dubbelcontactproces wordt deze geschat op 3,5 kg/ton. Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op metingen.

3.2. Emissies naar water

De zwavelzuurfabrieken van KEMIRA en DSM produceren geen afvalwater (zie 2.2.). Deze fabrieken gebruiken echter wel koelwater.

De fabrieken van Budelco, Hoogovens, Climax Molybdenum BV en AKZO bezitten natte wassers, die afvalwater produceren.

De emissies van niet-zwavelhoudende componenten van bovengenoemde fabrieken zijn niet gekwantificeerd.

Budelco en Hoogovens neutraliseren het afvalwater, voordat het afvalwater wordt geloosd. AKZO en Molybdenum B.V. doen dit niet, maar lozen dit afvalwater ongeneutraliseerd op het oppervlaktewater.

De fabriek van AKZO loost per jaar circa 3.600 ton zwavelzuur. De fabriek produceert per jaar circa 61.000 ton zwavelzuur, hetgeen een emissiefactor geeft van 59 kg geloosd zwavelzuur per ton geproduceerde zwavelzuur.

Climax Molybdenum loost per jaar ca 2.190 ton zwavelzuur. Bij een produktie van 58 kton zwavelzuur per jaar is de emissiefactor dan 38 kg geloosd zwavelzuur per ton geproduceerd zwavelzuur.

4. ENERGIEFACTOREN

Zwavelzuurfabrieken verbruiken een zekere hoeveelheid energie en produceren energie door middel van stoomopwekking bij het verbranden van zwavel of zwavelverbindingen. Er konden niet voldoende gegevens worden bestudeerd om uitspraken te doen over de effectiviteit van de energiehuishoudingen van de Nederlandse zwavelzuurfabrieken.

5. BESTAANDE MOGELIJKHEDEN VOOR EMISSIEBEPERKING EN ENERGIEBESPARING

5.1. Reducties van emissies naar de lucht

De emissies naar de lucht betreffen met name SO_2 , SO_3 , H_2SO_4 en NO_x . SO_2 wordt van deze stoffen verreweg het meeste uitgestoten en veroorzaakt hierdoor het grootste milieueffect. Daarom zullen voor deze stof de technische mogelijkheden van emissiereductie met de kosten verder worden uitgewerkt.

Emissiereducerende maatregelen worden onderverdeeld in procesgeïntegreerde maatregelen en nageschakelde technieken.

Procesgeïntegreerde maatregelen zijn:

- van enkelcontactproces ombouwen tot dubbelcontactproces.

Het ombouwen van een enkelcontactproces tot een dubbelcontactproces geeft een emissiereductie van circa 75%. De kosten voor een dergelijke sanering zijn onbekend.

- actievere katalysator.

Fabrikanten van actievere katalysatoren kunnen momenteel nog geen hoge rendementverbetering garanderen. Deze katalysatoren zullen daarom verder buiten beschouwing worden gelaten.

Nageschakelde technieken zijn:

- ammoniakale wasser.

Een ammoniakale wasser wordt toegepast door DSM. Het SO_2 in de afgassen wordt voor 90% omgezet in ammoniumsulfiet en het SO_3 voor 75% in ammoniumsulfaat. Deze stoffen worden door DSM bij andere processen weer ingezet als grondstof. Voordelen van de wasser zijn het ontbreken van een afvalwaterstroom en het hergebruik van de reststoffen. Nadeel is het NH_3 -verbruik dat bij de productie ervan veel energie vraagt;

- kalksteenwassing.

Een kalksteenwassing verbruikt per kg vermeden SO_2 -emissie circa 0,5 kg kalksteen en geeft als restprodukt circa 2 kg gips. Afhankelijk van de vervuilingsgraad van het gips kan dit eventueel worden hergebruikt als bouw materiaal. Een nadeel van een kalksteenwassing is dat er bij de ontwatering van het gips een spuistroom overblijft, die door een afvalwaterbehandelingsinstallatie zal moeten worden behandeld;

- Degussa-proces (waterstofperoxidewassing).

Bij het waterstofperoxide-proces wordt het afgas in tegenstroom gewassen met H_2O_2 . SO_2 wordt hierbij geoxideerd tot H_2SO_4 . Met het proces kunnen zwavelzuurconcentraties

van 30-70 gew.% bereikt worden. Dit proces is vooral interessant, indien het zwavelzuur ongezuiverd in een proces kan worden hergebruikt. In dat geval geeft de maatregel geen restprodukten;

- waterwassing.

Een wassing met zeewater is interessant voor bedrijven, die in de buurt van de zee zijn gevestigd. Het waswater kan dan na gebruik weer op de zee worden geloosd. Randvoorwaarde hierbij is dat het afvalwater alleen sulfaten bevat en geen andere verontreinigingen dan zware metalen. In dat geval zal het afvalwater eerst moeten worden voorgezuiverd;

- loogwassing.

Bij een wassing met natronloog wordt het SO_2 omgezet tot natriumsulfiet. Meestal vindt daarna een oxidatiestap plaats om het natriumsulfiet om te zetten in natriumsulfaat. Als nageschakelde trap kan het natriumsulfiet ook gemengd worden met kalkmelk, waarbij natronloog en calciumsulfiet ontstaat. Het gevormde natronloog kan weer in de absorber gebruikt worden.

De nageschakelde technieken zijn gebaseerd op het uitwassen van het SO_2 uit de afgassen met een waterige oplossing (ammoniak, kalkmelk, waterstofperoxide, water, loog). Deze technieken kunnen een emissiereductie geven van circa 90%.

Voor de verschillende bedrijven is berekend wat de nieuwe emissies zullen worden na het nemen van maatregelen. Deze cijfers moeten beschouwd worden als een ruwe indicatie. Indien gewenst zal per bedrijf nader moeten worden onderzocht wat de exact te behalen emissiereducties zijn. De schattingen van de emissiecijfers na het nemen van maatregelen zijn weergegeven in tabel 5.1. Onderscheid is gemaakt tussen bedrijven met een reeds laag emissieniveau (concentraties rond de 500 mg/Nm^3) en bedrijven met een hoger emissieniveau (concentraties rond de 5.000 mg/Nm^3). Voor deze laatste categorie is zowel aangegeven wat de emissie zal worden bij het invoeren van één maatregel als bij het invoeren van verdergaande maatregelen.

Tabel 5.1. Milieurendement van rookgasreinigingstechnieken

| Fabrikant | Vergunde SO ₂ -concentratie (mg/Nm ³) | Emissie (ton/jaar) | Emissie na maatregel (ton/jaar) | Emissie na verdergaande maatregelen (ton/jaar) |
|------------------------|--|--------------------|---------------------------------|--|
| AKZO | hoog | 451 (1) | 45,1 | 4,5 |
| KEMIRA | laag | 580 (1) | 580 (3) | 58 |
| DSM | 210 | 120 (2) | 120 (3) | 12 |
| Budelco | 1.200 | 737 (1) | 737 (3) | 74 |
| Climax Molybdenum B.V. | 2.200 | 961 (2) | 96,1 | 9,6 |
| Hoogovens Fabriek 1 | 3.000 | 102 (1) | 10,2 | 1,0 |
| Hoogovens Fabriek 2 | 3.100 | 12,9 (1) | 1,29 | 0,13 |

1) actuele emissiecijfers Emissieregistratie

2) vergunde emissies

3) Kemira, Budelco en DSM hebben reeds een maatregel ingevoerd. De fabrieken van Kemira en Budelco bezitten het dubbelcontactproces en de fabriek van DSM heeft een ammoniakwasser

5.2. Kosteneffectiviteit van rookgasreinigingstechnieken

De kosteneffectiviteit van de rookgasreinigingstechnieken is afhankelijk van de SO₂-concentratie in de afgassen, de gebruikte wastechniek, de stort of verwerkingskosten van de eventuele residuen, de schaalgrootte van de afgasreinigingsinstallatie, etc..

In bijlage 1 is de kosteneffectiviteit berekend van een relatief dure en een relatief goedkope afgasreinigingsinstallatie (resp. een kalk/kalksteenwasser en een waterwasser). Dit is gedaan voor een relatief hoge en lage SO₂-concentratie (resp. 5 en 0,5 gram SO₂/Nm³). Verondersteld is dat de installatie een voldoende schaalgrootte heeft. De resultaten van de berekeningen staan in tabel bijlage 1.

Tabel 5.2. Kosteneffectiviteit emissiebeperkende maatregelen.

| SO ₂ -concentratie afgassen (mg/Nm ³) | kosteneffectiviteit goedkope oplossing (waterwasser; fl/ton) | kosteneffectiviteit dure oplossing (kalk/kalksteenwasser; fl/ton) |
|--|--|---|
| hoog: 5.000 | 5.10 ² | 2.10 ³ |
| laag: 500 | 5.10 ³ | 2.10 ⁴ |

De fabrieken van Budelco (dubbelcontactproces), KEMIRA (dubbelcontact-proces) en DSM (enkeltraps met nageschakelde ammoniakwasser) hebben een relatief lage SO₂-concentratie in de afgassen. Hierdoor zullen emissiebeperkende maatregelen voor deze fabrieken een kosteneffectiviteit hebben met een orde van grootte van 10⁴ fl/ton.

De overige fabrieken hebben een relatief hoge SO₂-concentratie in de afgassen. Hierdoor zullen emissiebeperkende maatregelen voor deze fabrieken een kosteneffectiviteit hebben in een orde van grootte van 10³ fl/ton.

Emissies naar het water

Zwavelzuur, sulfieten en sulfaten kunnen met behulp van calciumhydroxide worden omgezet in gips, dat daarna kan worden hergebruikt als bouw materiaal, indien het gips niet te erg is verontreinigd. Indien het gips te zwaar is verontreinigd dan zal het afvalgips moeten worden gestort. Voor deponie van gips met de status van chemisch afval (droge stofgehalte 50%), moet in de nabije toekomst worden gerekend op bedragen van ca. 800 fl/ton per ton gips.

6. ONDERZOEK SCHONE PROCESSEN

De verwachting is dat er op termijn betere katalysatoren voor de convertors op de markt komen, waardoor de emissies van SO₂ zullen kunnen dalen.

Momenteel is het reeds mogelijk om een derde absorptietrap in het productieproces op te nemen of te produceren met een dubbelcontactproces en een reinigingstechniek. In beide gevallen zal de emissiefactor circa een factor 10 lager zijn dan die van een fabriek met een dubbele absorptietrap zonder nageschakelde voorziening.

7. NORMSTELLING EN VERGUNNINGSSITUATIE

Alle in dit rapport beschreven zwavelzuurfabrieken hebben vergunningen voor het in bedrijf zijn en emitteren van zwaveldioxide. De vergunde emissies zijn voor deze fabrieken gerelateerd aan de te verwachten emissiefactoren voor deze fabrieken en/of verspreidingsberekeningen. In de vergunningen worden voor de SO₂-emissies geen emissiebeperkende maatregelen voorgeschreven.

In mei 1992 zijn de "Nederlandse emissierichtlijnen lucht" uitgebracht. Zwaveldioxide is hierin ingedeeld in klasse gA.4, een subcategorie van de damp- of gasvormige anorganische stoffen (categorie gA). In de NER is vermeld dat bij een SO₂-emissie van 5,0 kg/h of meer de SO₂-concentratie in de rookgassen niet meer dan 200 mg/Nm³ mag zijn. De meeste zwavelzuurfabrieken hebben hogere emissieconcentraties (tot ca 3.100 mg/Nm³, zie de tabellen 3.1. en 3.2.).

8. REFERENTIES

- Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de hygiëne van het milieu,
Afdeling Emissieregistratie
Ministry of Housing, Physical planning and environment (1984)
Handbook of emissionfactors, part 2 industrial sources
The Haque
- Nationaal Milieubeleidsplan (1988/1989)
Kiezen of verliezen
Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nrs. 1-2
- Poel, P. van der (1993)
telefonische mededeling
Kemira Pernis B.V.
- Stafbureau NER (1992)
Nederlandse emissierichtlijnen Lucht (NER)
Bilthoven, mei 1992
- Tebodin
Bestrijdingsmogelijkheden van verzurende procesemissies in Nederland
In opdracht van Ministerie van VROM (D.G.M.-lucht)
- VDI-Richtlijnen 2298 (1984)
Emissionsminderung Schwefelsäureanlagen
Vergunningaanvragen en vergunningvoorschriften (Hinderwet en WVO) van de diverse
bedrijven

Bijlage 1 KOSTEN EMISSIEBEPERKENDE MAATREGELEN

De kosteneffectiviteit van een emissiereducerende maatregel is gedefinieerd als:

kosteneffectiviteit (fl/ton) = kosten/emissiereductie

waarin,

kosten (fl/j) = operationele kosten + annuïteit (investeringsom,
rentevoet, aflossingstermijn);

emissiereductie = emissiereductie (ton/j);

rentevoet = 9 %;

aflossingstermijn = 10 jaar (conservatief).

Voor de emissiereductie geldt:

emissiereductie = $\alpha \times \beta \times \Phi \times C_0$

waarin,

α = verwijderingsrendement maatregel $\approx 0,9$

β = aantal draaiuren = max. 8760 h

Φ = afgasdebiet (omgerekend naar 1 atm. en 0 °C; m³/h)

C_0 = SO₂-concentratie (omgerekend naar 1 atm. en 0 °C; kg/m³)

Invulling van bovenstaande relatie geeft:

kosteneffectiviteit = $1,2 \cdot 10^{-4} \times (\text{kosten}/\Phi)/C_0$

De kosteneffectiviteit is dus afhankelijk van de factoren (kosten/ Φ) en C_0 . De factor (kosten/ Φ) is verkregen met behulp van grafieken uit bijlage 11 van het rapport "bestrijdingsmogelijkheden van verzurende procesemissies in Nederland" (1) en zijn vermeld in tabel 1. De SO₂-concentratie in de afgassen varieert van circa 0,5 gram/Nm³ tot 5 gram/Nm³ (VDI(2)), naar gelang het proces enkel- of dubbel-contact is en naar gelang de SO₂-concentratie aan het begin van het zwavelzuurproces. De berekende kosteneffectiviteiten zijn opgesomd in tabel bijlage 1.

Tabel bijlage 1. Kosteneffectiviteit emissie beperkende maatregelen als functie van (kosten/ Φ) en de SO₂-concentratie in de afgassen

| SO ₂ -concentratie afgassen (kg/Nm ³) | Kosten/ Φ waterwassing (fl.h/j.m ³) | Kosten/ Φ kalksteenwassing (fl.h/j.m ³) | Kosten- effectiviteit waterwassing (fl/ton) | Kosten- effectiviteit kalksteen- wassing (fl/ton) |
|--|--|--|--|---|
| 0,005 | 18 | 94 | 5.10 ² | 2.10 ³ |
| 0,0005 | 18 | 61 | 5.10 ³ | 2.10 ⁴ |