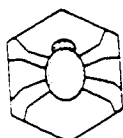


# PRODUKTIE VAN PRIMAIR IJZER EN STAAL



**Samenwerkingsproject  
Procesbeschrijvingen  
Industrie  
Nederland**

**RIVM (rapportnr. 736301131), RIZA (notanr. 92.003/31) en DGM**

**Auteurs : J.A. Annema, R.A.W. Albers (RIVM/LAE) en R.P. Boulan (RIZA)**  
**Basisjaar : 1989**  
**Datum publikatie : november 1992**

## INHOUD

1. Beschrijving bedrijfstak	1
2. Procesbeschrijving en bronnen van emissies	1
3. Emissies en afval	4
4. Energifactoren	7
5. Bestaande mogelijkheden voor emissiebeperking en energiebesparing	8
6. Onderzoek naar schone processen	10
7. Normstelling en vergunnings situatie	12
8. Referenties	14
<b>BIJLAGEN</b>	
I Sinteren van ijzererts	15
II Pelletiseren van ijzererts	22
III Produktie van ruwijzer (Hoogovens)	28
IV Produktie van ruwstaal (oxistaalfabrieken)	37

## 1. BESCHRIJVING BEDRIJFSTAK

De primaire ijzer- en staalproductie (SBI 33.1) vindt plaats bij één bedrijf in Nederland, Hoogovens IJmuiden, onderdeel van Hoogovens Groep BV. De totale productie bedroeg in 1989 ongeveer 5,57 miljoen ton ruwstaal (Provincie Noord-Holland, 1990).

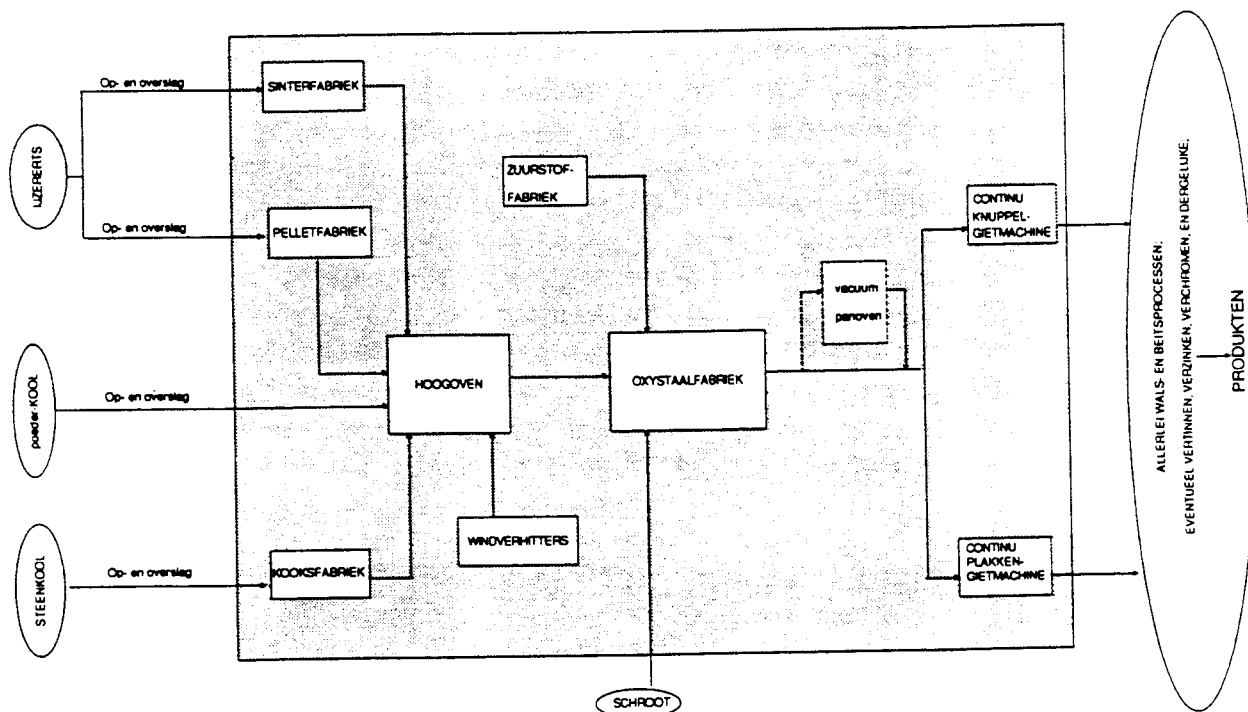
De primaire ijzer- en staalproductie bestaat uit een aantal belangrijke processen, sinteren van ijzererts (Bijlage 1), pelletiseren van ijzererts (Bijlage 2), productie van cokes (Annema en Albers, 1992), productie van ruwijzer (Hoogovens, Bijlage 3) en de productie van ruwstaal (oxistaalproces, Bijlage 4), zie figuur 2.1. De productie van cokes wordt in een aparte procesbeschrijving beschreven omdat er naast Hoogovens nog een bedrijf in Nederland is dat cokes produceert.

Deze procesbeschrijving geeft een totaal beeld van de primaire ijzer- en staalproductie; voor details over de afzonderlijke deelprocessen wordt verwezen naar de respectievelijke bijlagen en naar de procesbeschrijving "Productie van Cokes". Naast de genoemde deelprocessen zal in deze totaal-procesbeschrijving ook kort worden ingegaan op het gieten van het ruwstaal. Eindbehandelingsprocessen van het staal zoals walsen, beitsen, verzinken en dergelijke worden niet beschreven om overlap met andere procesbeschrijvingen te vermijden.

Hoogovens heeft geen controle uitgevoerd op de gepresenteerde gegevens maar wel toestemming gegeven tot openbaarmaking.

## 2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIES

In figuur 2.1. wordt een overzicht gegeven van de primaire ijzer- en staalproductie.



Figuur 2.1. Schematisch overzicht van de belangrijkste processen van de primaire ijzer- en staalindustrie

Hoogovens IJmuiden is een geïntegreerd staalbedrijf; alle activiteiten, vanaf de aanvoer van grondstoffen tot en met de afvoer van eindprodukten vinden plaats op één bedrijfsterrein. De belangrijke afzonderlijke deelprocessen worden kort beschreven.

Op het terrein van Hoogovens vinden op- en overslag plaats van grote hoeveelheden grondstoffen (onder andere ijzererts en kolen). Door de ligging aan zee zijn de gemiddelde windsnelheden in IJmuiden naar verhouding hoog. Het is dus te verwachten dat door op- en overslag aanzienlijke stof-emissies optreden.

### **Sinteren en pelletiseren**

- Doel: het ijzererts geschikt maken voor gebruik in de hoogovens;
- Aantal: Hoogovens IJmuiden beschikt over één sinterfabriek met drie sinterlijnen, waarvan twee identiek, en één pelletfabriek;
- Input: de totale input aan ijzerts in de pelletfabriek en in de sinterfabriek bedroeg in 1989 ongeveer 7,5 miljoen ton (Anonymus). Daarnaast werd er in de sinterfabriek ca. 750.000 ton (bedrijfs-)reststoffen, kalk en cokesbries ingezet; aan het pelletiseerproces wordt onder andere bindmiddel (bentoniet) en water toegevoegd;
- Output: 4,056 miljoen ton sinter en 4,095 miljoen ton pellet;
- Bronnen van emissies: mechanische handelingen zoals ertsbewerking, mengen en zeven, en de processen zelf leiden tot emissies naar de lucht. Spuit- en schrobwater en koelwater vormen bronnen van emissies naar water bij het sinterproces. Het rookgaswassysteem bij het pelletiseren vormt eveneens een bron van emissie naar water.

### **Cokesfabriek**

- Doel: produktie van cokes uit steenkool. Cokes dient als reductiemiddel, als brandstof en als drager van de lading in de hoogovens;
- Aantal: Hoogovens IJmuiden bezit twee cokesfabrieken;
- Input: de totale input aan steenkool bedraagt ongeveer 3 miljoen ton;
- Output: uitgaande van een cokesverbruik van 0,4 ton/ton ruwstaal was de cokesproduktie in 1989 ca. 2 miljoen ton. Daarnaast wordt in de cokesproduktie een groot aantal bijprodukten gevormd en afgezet (Anonymus):
  - \* ca. 20 miljoen GJ cokesovengas aan de UNA en eigen bedrijf;
  - \* ca. 180 duizend ton bries aan de eigen sinterfabriek;
  - \* ca. 120 duizend ton teer aan de teerverwerkende industrie (Cindu-Uithoorn);
  - \* ca. 15 duizend ton sulfaat en ca. 16 duizend ton zwavelzuur aan de kunstmestindustrie;
- Bronnen van emissies: bij de cokesproduktie treden emissies op naar water en lucht bij de cokesbereiding zelf (vooral emissies naar lucht) en bij de reiniging van het ruwe cokesovengas (vooral emissies naar water).

### **Hoogovens**

- Doel: produktie van ruwijzer door reductie van de ijzeroxiden in het erts met koolmonoxide (CO);
- Aantal: Hoogovens IJmuiden bezit vier hoogovens, waarvan normaal gesproken alleen hoogovens 6 en 7 in bedrijf zijn;
- Input: in 1989 werd er ca. 2 miljoen ton cokes, 0,6 miljoen ton injectiekolen, 4,1 miljoen ton sinter, 4,1 miljoen ton pellet en 0,9 miljoen ton toeslagstoffen (vooral kalk) in de hoogovens ingezet;

- Output: in 1989 werd 5,119 miljoen ton ruwijzer geproduceerd. Daarnaast werd er in de hoogovens een groot aantal bijprodukten gevormd en afgezet:
  - \* 1,2 miljoen ton slakgranulaat naar de cementindustrie;
  - \* 129 duizend ton stuk slak naar de weg- en waterbouw;
  - \* 27 miljoen GJ hoogovengas aan UNA en eigen bedrijf;
  - \* 14 duizend stof zinkrijke reststof (opslag);
  - \* 24 duizend ton zinkarme reststof naar de sinterfabriek;
- Bronnen van emissies: de belangrijkste emissies naar lucht vinden plaats bij de aanvoer van erts en cokes (stof), het aftappen van het vloeibare ijzer (stof) en de verwerking van slak ( $H_2S$  en stank). Emissies naar water vinden plaats bij koeling en reiniging (door middel van natte wassing) van het hoogovengas en bij de granulatie (het storten van een hoeveelheid koud water op de hete slak, waardoor deze in kleine stukken breekt en afkoelt).

### **Oxistaal**

- Doel: productie van ruwstaal door het koolstofgehalte van het ruwijzer te verlagen;
- Aantal: Hoogovens bezit twee oxistaalfabrieken met in totaal zes converters;
- Input: de totale input in 1989 bedroeg ca. 5,1 miljoen ton ruwijzer, 600 duizend schrot, x ton erts en zuurstof;
- Output: de output bedroeg ongeveer 5,57 miljoen ton ruwstaal met daarnaast een scala aan bijprodukten:
  - \* 550 duizend ton oxistaalslakken die voor 100% worden gebruikt in onder andere de weg- en waterbouw ;
  - \* 120 duizend ton oxikalkslik dat intern wordt ingezet in het ruwijzerproductieproces;
  - \* 1.500 ton SA-stof dat op eigen terrein wordt opgeslagen;
  - \* 750 duizend GJ oxigas dat wordt gebruikt voor de verrijking van hoogovengas;
- Bronnen van emissies: zowel bij de voorbehandeling van ruwijzer als bij de converters vinden emissies naar lucht plaats. Emissies naar water worden veroorzaakt door het toepassen van gaswas- en koelsystemen bij de converters.

Naast deze hoofd-deelprocessen is er nog een aantal overige processen dat tot emissies leidt. In de windverhitters wordt de verbrandingslucht voor de hoogovens opgewarmd. De windverhitters worden gestookt op cokes- en hoogovengas (Worrell, 1991). Door de hoge temperaturen worden stikstofoxiden gevormd en door de aanwezigheid van zwavel in het hoogovengas wordt  $SO_2$  geëmitteerd.

Een deel van het geproduceerde ruwstaal wordt in een vacuümpanoven behandeld. Argon wordt hier door het vloeibare staal gespoten om het koolstofgehalte verder te verlagen. Bij dit proces vindt onder andere emissie van Argon plaats.

In de Continue Giet Machines (CCM's) wordt ruwstaal in een continue plak gegoten (of in een knuppel), die met een snijbrander in regelmatige delen wordt gesneden (Worrell, 1991). De CCM's bestaan onder andere uit een tweetal pannen, op een roterend platform, die het vloeibare staal continu uitgieten in de gietvorm. Bij dit proces vinden zowel emissies naar de lucht als naar het oppervlaktewater plaats. Bij de continugietmachines bevindt zich een koelsysteem dat uit twee onderdelen bestaat, een primair, gesloten koelsysteem waarin wordt gekoeld met gedemineraliseerd water en een secundair open koelsysteem dat onder andere dient voor koeling van het primaire koelsysteem, voor rechtstreekse koeling van de uit de gietvorm komende staalstreng en van de machines.

Tevens dient het als spoelwater voor het verwijderen van onder andere metaaloxiden en granulaat die vrijkomen bij het snijbranden. Het gesloten koelsysteem is niet helemaal gesloten. Door verschillende oorzaken vindt een afvoer van 7-10 m<sup>3</sup>/uur plaats naar het secundaire koelsysteem. Aan het secundaire koelsysteem worden verschillende conditioneringsmiddelen toegevoegd. Het secundaire koelsysteem wordt verontreinigd met onder meer metaaloxide-deeltjes en olie.

### 3. EMISSIES EN AFVAL

Een overzicht van de emissies naar water en lucht van de primaire ijzer- en staalproductie wordt gegeven in respectievelijk tabel 3.1. en 3.2. Zoveel mogelijk zijn de bijdragen van de afzonderlijke deelprocessen beschreven.

Bij Hoogovens vind een aantal activiteiten plaats dat niet valt onder de primaire ijzer- en staalproductie (zoals vertinnen en verchromen). Alle activiteiten op het terrein worden bij de emissieregistratie naar water echter meegenomen. Dit bemoeilijkt het omzetten van emissiecijfers van het gehele bedrijf naar emissiecijfers voor specifieke deelprocessen. Daarom is gekozen voor de wijze van presenteren als in tabel 3.2., waarin wordt aangegeven welke bedrijfsonderdelen een relatief grote bijdrage leveren aan de totale emissie van het bedrijf. Voor Kj-N is de cokesfabriek de grootste bron van emissie naar water, gevolgd door de hoogovenwaterreiniging. Er bestaat nog een emissie van Kj-N die vergelijkbaar is met de emissie bij de cokesfabrieken, namelijk het zoute bronwater. De PAK-emissie wordt voor het overgrote deel bepaald door de cokesfabrieken. Wellicht vindt er ook een PAK-lozing plaats via het gasreinigingssysteem bij de hoogovens, maar hier is weinig over bekend. Olielozingen vinden met name plaats bij de Continue Giet Machines. De cadmiumlozing vindt voor een deel plaats via de hoogovens en de oxistaalfabrieken maar ook bij een bedrijfs onderdeel dat niet binnen dit SPIN-document valt. Een groot deel van de chroomlozing en ca. 50% van de koperlozing vindt plaats via bedrijfsonderdelen die buiten dit document vallen.

Tabel 3.1. Emissiefactoren en emissies naar lucht. Per deelproces wordt de bijdrage (als percentage van de totale emissie) gegeven. De emissie verklarende variabele is de ruwstaalproductie, 5,57 miljoen ton in 1989

Stof	E-factor totale proces (g/ton)	Emissie totaal (ton)	Sinter (%)	Pellet (%)	Cokes (%)	Hoogovens (%)	Oxi-staal (%)	CCM (%)	Op- en overslag (%)
CO <sub>2</sub> <sup>5)</sup>	653.059	3.637.538	25	6	16	53	-	0,02	
CO <sup>6)</sup>	33.406	186.071	46	12	2	5	36	0,01	
NO <sub>x</sub> <sup>6)</sup>	1.079	6.010	36	41	15	9 <sup>1)</sup>	0,2	0,1	
SO <sub>2</sub> <sup>6)</sup>	1.618	9.010	53	5	26	15 <sup>2)</sup>	0,1		
KWS <sup>3)</sup>	590	3.289	43	10	22	26		0,3	
F <sup>6)</sup> (als damp)	8,5	47,5	97	0,8	2		0,02		
Benz(a)pyreen <sup>3)</sup>	0,18	1			13	87			
Fluorantheen <sup>3)</sup>	0,54	3			40	60			
Stof <sup>7)</sup>	888	5.800	46	3	5 <sup>4)</sup>	8	8	1	29
Cl <sup>3)</sup> 129	720	99,7	0,3						
Dioxinen <sup>6)</sup>	4 x 10 <sup>-6</sup>	0,000024	100						
H <sub>2</sub> S <sup>6)</sup>	96	537			14	86			
Al <sup>5)</sup>	1,3	7	45				55		
As <sup>5)</sup>	0,08	0,441	45	46			18		
Cd <sup>5)</sup>	0,25	1,4	36				64		
Cr <sup>5)</sup>	0,1	0,56	36	29			36		
Cu <sup>5)</sup>	1,5	0,86	58	19			23		
Hg <sup>5)</sup>	0,07	0,38	53	42			5		
Ni <sup>5)</sup>	0,007	0,04		100					
Pb <sup>5)</sup>	9	52	78			0,1	22		
Zn <sup>5)</sup>	4	23	6			1	93		
	kBq/ton	GBq							
Pb-210 <sup>6)</sup>	18	100	+						
Po-210 <sup>6)</sup>	18	100	+						

1) voor 100% afkomstig van de windverhitters

2) voor 50% afkomstig van de windverhitters

3) alleen benzo[a]pyreen en fluorantheen

4) roet, steenkool en cokes

5) gebaseerd op Hoofdinspectie van de Milieuhygiëne (1991)

6) gebaseerd op Provincie Noord-Holland (1990)

7) gebaseerd op Provincie Noord-Holland (1990) plus de bijdrage van op- en overslag van kolen en ertsen uit de Emissieregistratie, 1988

8) gebaseerd op Bremmer (1991)

9) gebaseerd op Blaauboer (1991). De belasting geldt voor het jaar 1988. Net zoals voor de niet-radioactieve stoffen geldt dat afhankelijk van de ingezette soort ijzererts de emissie-factoren kunnen variëren. De plusjes bij de sinterfabriek betekenen dat dit proces de belangrijkste emissiebron is

Tabel 3.2. Emissiefactoren en emissies naar water voor het totale bedrijf (RIZA, 1992). De bijdrage per deelproces is niet bekend. De emissie verklarende variabele is de ruwstaalproductie, 5,57 miljoen ton<sup>b)</sup> in 1989

Stof	E-factor totale proces <sup>1)</sup> (g/ton)	Emissie totaal (ton)	Sinter	Pellet	Cokes	Hoog-ovens	Oxistaal	CCM
Kj/N-totaal	271	1.510			+	+		
PAK <sup>3)</sup>	0,01	0,05			+	(+)		
Olie	0,2	1						+
Cd	0,007	0,04			0	0	+	
Cr	0,1	0,5		+	0	0	+	
Cu	0,16	0,9		+				
Hg	0,006	0,036		+				
Ni	0,1	0,5		+			+	
Pb	0,2	1,3				+	+	
Zn	1,1	6		+		+	0	
	<b>kBq/ton</b>	<b>GBq</b>						
Pb-210 <sup>2)</sup>	0,18	1						
Po-210 <sup>2)</sup>	0,36	2						

1) emissiefactoren zijn gekoppeld aan de ruwstaalproductie, terwijl een deel van de lozingen bij andere processen plaatsvindt. De toepassing van deze factoren, bijvoorbeeld bij scenarioberekeningen, moet dan ook voorzichtig gebeuren

+ = belangrijke bijdrage

(+) = zou belangrijk kunnen zijn

0 = minder belangrijk

2) gegevens zijn gebaseerd op Blaauboer (1991). De belasting geldt voor het jaar 1988. Net zoals voor de niet-radioactieve stoffen geldt dat, afhankelijk van de ingezette soort ijzererts, de emissie-factoren kunnen variëren

3) 6 van Borneff

Een van de belangrijkste stofbestrijdingsmaatregelen bij op- en overslag is sproeien; in welke mate dit resulteert in emissie naar water is niet bekend.

### Afval- en reststromen

Bij de primaire ijzer- en staalproductie komt een groot aantal vaste rest- en afvalprodukten vrij. Tabel 3.3. geeft een samenvatting voor het jaar 1989.



Tabel 3.3. Afval- en reststromen bij de primaire ijzer- en staalproductie. Alleen van de niet hergebruikte stromen worden afvalfactoren gegeven. De afval verklarende variabele is 5,57 miljoen ton ruwstaal in 1989

Soort stroom	Afvalfactor (kg/ton)	Hoeveelheid (ton)	Oorzaak	Bestemming
Zuiveringsslib	?	?	Cokesproces	?
Zinkarme reststof	-	25.000	Hoogovens	100% naar sinterfabriek
Zinkrijke reststof	3,1	17.000	Hoogovens	opslag
Slakgranulaat	-	1.200.000	Hoogovens	100% naar cementindustrie
Stuk slak	-	130.000	Hoogovens	100% naar weg- en waterbouw
Slak oxistaal	-	550.000	Oxistaal	100% extern hergebruik
Oxikalkslik	-	120.000	Oxistaal	100% naar sinterfabriek
SA-stof	0,3	1.500	Oxistaal	stort/opslag
Vuurvast materiaal (puin)	-	90.000 <sup>1)</sup>	Oxistaal	grotendeels hergebruikt

1) komt incidenteel vrij

#### 4. ENERGIEFACTOREN

Tabel 4.1. geeft het netto energiegebruik van de primaire ijzer- en staalproductie.

Tabel 4.1. Netto energiegebruik van de primaire ijzer- en staalproductie voor 1989. De energiefactoren zijn gebaseerd op. De factoren zijn per deelproces opgegeven in ton van het specifieke product (sinter, pellet, cokes, en dergelijke). Voor de hoeveelheden hiervan, zie paragraaf 2

Proces	Thermisch factor GJ/ton	Totaal (PJ)	Elektrisch factor GJ/ton	Totaal (PJ)	Gesommeerd totaal (PJ)
Sinter	1,75	7,1	0,12	0,49	7,59
Pellet	0,815	4,1	0,14	0,57	4,67
Cokes	4,3	8,6	0,14	0,28	8,88
Hoogovens	12,2	62	0,02	0,1	62,1
Oxistaal	- 0,083	- 0,46	0,084	0,47	0,01
CCM	0,02	0,1	0,04	0,2	0,3
Totaal		81,44		2,11	83,55

De productie van (zowel in- als extern gebruikt) cokesoven-, hoogoven- en oxistaalgas (in totaal ongeveer 50 PJ) en de elektriciteitsproductie van de expansieturbines van de hoogovens (in totaal ca. 0,45 PJ) zijn in tabel 4.1. verwerkt.

De energiefactor voor het totale primaire ijzer- en staalproces is 15 GJ/ton (gebaseerd op 5,57 miljoen ton ruwstaal).

## 5. BESTAANDE MOGELIJKHEDEN VOOR EMISSIEBEPERKING EN ENERGIEBESPARING

### Emissiebeperking

In de diverse deelprocesbeschrijvingen worden technisch haalbare maatregelen beschreven die emissies kunnen beperken. De belangrijkste zijn:

#### Lucht

- ontstopping via doekfiltratie en SO<sub>2</sub>-emissiereductie met mogelijk het Regeneratief Actief Koolproces (RAK) (een droge techniek; geen emissie naar water) bij de sinterfabriek;
- Selectieve Katalytische Reductie (SKR) of RAK voor vermindering van de NO<sub>x</sub>-emissie bij de sinterfabriek;
- het toepassen van low-NO<sub>x</sub> technieken of installatie van een SKR bij de pelletfabriek;
- allerlei emissiebeperkende maatregelen ter bestrijding van SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-uitstoot bij de cokesproductie zijn mogelijk (zie Annema en Albers, 1992);
- low-NO<sub>x</sub>-technieken bij de windverhitters en stof-emissiereductie bij de hoogovens door onder andere het omkappen van het aftappunt van het vloeibare ijzer;
- het uitvoeren van 'onvolledige verbranding' bij het oxistaalproces levert een aanzienlijke CO-emissiereductie en kan een aanzienlijke stof-emissiereductie opleveren.

#### Water

- wijziging van het rookgasreinigingssysteem van de pelletfabriek. Het studieteam dat onderzoek doet naar mogelijkheden tot sanering van de (afvalwater)lozingen bij de pelletfabriek kijkt in eerste instantie naar droge technieken. Wanneer deze niet toepasbaar zijn, komt recirculatie van waswater aan de orde;
- denitrificatie van het cokesovenafvalwater;
- filtratietechnieken voor het beperken van de lozing van zwevend stof;
- optimalisatie van het spuitdebiet van koelwatersystemen door het zoveel mogelijk overstappen op recirculerend zoetwatersystemen en het sturen van de spui op een maximaal chloridegehalte.

Op basis van bovengenoemde maatregelen ter beperking van emissies naar lucht en door bij de hoogovens emissiefactoren toe te passen van de 'schoonste' oven, kan een indruk worden gegeven van de emissiefactoren voor lucht die op dit moment technisch haalbaar zijn (zie tabel 5.1.). Daarnaast is aangenomen dat de cokesproductie met 50% afneemt, door een grotere injectie van poederkolen in het hoogovenproces (zie paragraaf Energiebesparing in dit hoofdstuk). In tabel 5.1. wordt er vanuit gegaan dat hierdoor uitsluitend een verschuiving van de emissies optreedt (van cokesfabrieken naar hoogovens). Voor de emissies naar water is een kwantitatief overzicht op dit moment niet te maken.

Tabel 5.1. Inschatting van de technisch haalbare emissiefactoren naar lucht. Per deelproces wordt de bijdrage gegeven

Stof	E-factor totale proces (g/ton)	Sinter (%)	Pellet (%)	Cokes (%)	Hoogoven s (%)	Oxistaal (%)	CCM (%)	Op- en overslag (%)
CO <sub>2</sub>	650.000	25	6	8	61	-	0,02	
CO	27.250	62	15	1	3	18	0,01	
NO <sub>x</sub>	245	27	36	6	30	0,2	0,4	
SO <sub>2</sub>	410	21	13	14	52	0,6		
KWS	560	45	10	12	33		0,3	
F	2,5	87	2	5	5,3	0,1		
Benz(a)pyreen	0,16			8	92			
Fluorantheen	0,5			23	87			
Stof	494	24	7	9	21	0,1	2	36
Cl	100	100	0,2					
Dioxinen	2 x 10 <sup>-7</sup> 1)	100						
H <sub>2</sub> S	60			12	88			
Al	0,15	96				4		
As	0,04	19	81			0,5		
Cd	0,04	50				50		
Cr	0,04	19	80			1		
Cu	0,05	40	60			0,8		
Hg	0,04	19	81					
Ni	0,07		100					
Pb	1,84	98			1	1		
Zn	0,16	44			38	19		

1) uitgaande van een afvangrendement van actieve kool van 95%

Voor de kosten van de diverse maatregelen wordt verwezen naar de procesbeschrijvingen van de deelprocessen.

### Energiebesparing

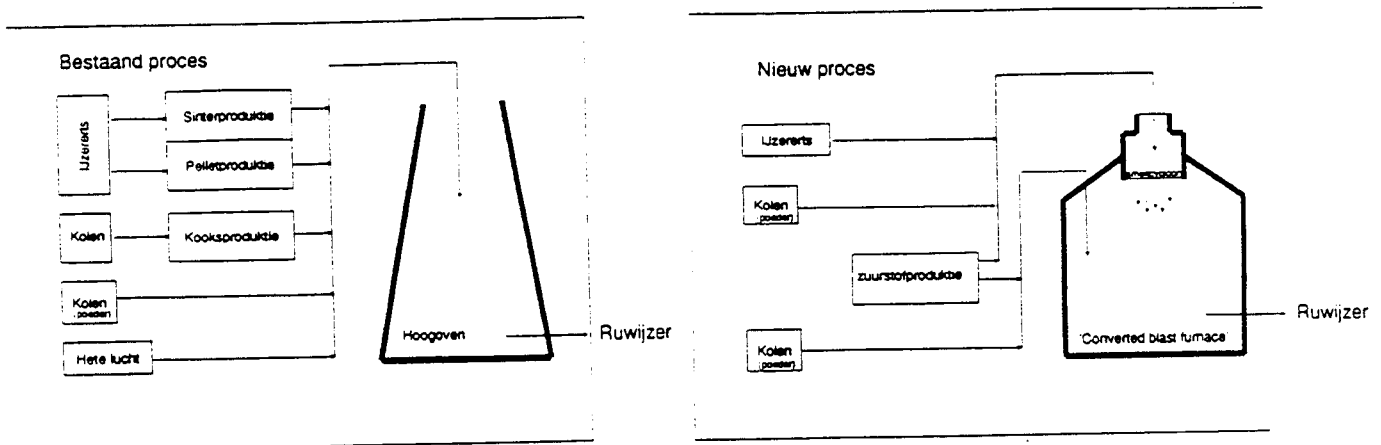
De injectie van poederkolen in het hoogovenproces is volgens Worrell (1991) in 1989 0,115 ton/ton ruwijzer. Volgens (Braun, 1990) kan dit oplopen tot 0,3 ton/ton in 2015. De cokesproductie kan hierdoor ruwweg met een factor 2 afnemen, resulterend in een energiebesparing voor het gehele proces van ongeveer 5%.

De invoering van onvolledige verbranding (behandeling van het gas dat vrijkomt bij het oxistaalproces, waardoor de energie-inhoud beter wordt benut) bij het oxistaalproces levert een besparing voor het gehele productieproces op van ca. 2%.

## 6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN

Een fundamentele verandering van de ruwijzerproduktie wordt op dit moment onderzocht. Het gaat om verschillende varianten van zogenaamde smeltreductietechnologieën, waarbij de reductie van het ijzererts in vloeibare toestand plaatsvindt. De drijfveer voor deze technologische ontwikkeling is het besparen op de produktiekosten van cokes, sinter en pellet (Braun, 1990). Hoogovens werkt bij de ontwikkeling van het nieuwe proces samen met British Steel en het Italiaanse staalconcern Ilva (Scholtens, 1991).

Figuur 6.1. geeft schematisch het verschil weer tussen het bestaande en het mogelijk nieuwe proces.



Figuur 6.1. Het verschil tussen het bestaande "hoogoven"-proces en het nieuwe proces met "converted blast furnace"

In het nieuwe proces zijn sinter-, pellet- en cokesproductie niet meer nodig. In een cycloonsmelter vindt de eerste reductiestap plaats door menging (via grote wervelstromen) van heet gas, poederkool, ijzererts en zuurstof. De hoge temperatuur doet het erts smelten en het erts wordt omgezet in ijzermonoxide, dat langs de wanden naar beneden driipt en onder in de smelter terecht komt. In de gesmolten massa wordt vervolgens poederkool en zuurstof geblazen, waarbij het ijzermonoxide wordt omgezet in ijzer. Het hete gas dat vrijkomt, wordt gebruikt voor het verhitten van de cycloonsmelter. Dit jaar vinden proeven op laboratoriumschaal plaats met het nieuwe proces. In 1995 wordt het ontwerp verwacht van een tien maal zo grote demonstratie-installatie (met een capaciteit van ca. 0,3 miljoen ton ruwijzer per jaar), die aan het eind van de jaren negentig in bedrijf kan zijn. Tot deze tijd is 50 tot 100 miljoen gulden voor procesontwikkeling nodig.

Er wordt verwacht dat tegen 2010 de smeltreductie-technologie op industriële schaal beschikbaar is (Scholtens, 1991). De commerciële installaties zullen naar verwachting slechts twee tot drie keer zo groot zijn als de demonstratie-eenheid.

Over de te verwachten energiebesparing en emissiebeperking van het nieuwe proces, ten opzichte van de bestaande situatie, is in dit stadium van research nog weinig bekend.

Het elektriciteitsverbruik zal ten opzichte van het oude proces toenemen vanwege de zuurstofproductie. Bij het proces komt middelcalorisch Converter Blast Furnace-gas vrij in plaats van cokesoven- en hoogovengas. Aan de andere kant vallen in het nieuwe proces een aantal processtappen weg. Al met al is de verwachting dat het 'nieuwe' proces 15 tot 25% energie-zuiniger is ten opzichte van het huidige proces (Braun, 1990).

De emissiefactoren naar lucht voor het nieuwe proces zijn op basis van de volgende kenmerken en aannamen geschat:

- de emissies door sinter-, pellet-, en cokesfabrieken vallen weg;
- de emissie-factoren van de converted blast furnace worden gelijkgesteld aan de huidige emissiefactoren van de schoonste hoogoven;
- de emissiefactoren van de overige processen worden verondersteld gelijk te blijven aan de huidige situatie.

Tabel 6.1. geeft een overzicht van de geschatte emissiefactoren naar lucht voor de productie van primair ijzer- en staal met converted blast furnaces.

Tabel 6.1. Emissiefactoren naar lucht voor het nieuwe proces (eigen schatting)

Stof	Emissiefactor (g/ton)
CO <sub>2</sub>	350.000
CO	5.600
NO <sub>x</sub>	60
SO <sub>2</sub>	160
KWS	125
F	0,008
PAK's	3,5
Stof	255
Cl	-
Dioxinen	-
H <sub>2</sub> S	43
Al	0,006
As	0,0002
Cd	0,02
Cr	0,0004
Cu	0,0004
Hg	-
Ni	-
Pb	0,04
Zn	0,09

Over de emissies naar water en over de afval- en reststromen van het nieuwe proces valt op dit moment kwantitatief niets te zeggen. Er kan echter wel worden gesteld dat een aantal belangrijke bronnen (cokesfabrieken, pelletfabrieken) van emissie naar water wegvallen, terwijl daarnaast de verontreinigingen in een meer geconcentreerde vorm voorkomen.

Op basis van Van der Most (1992) wordt in tabel 6.2. een overzicht gegeven van emissiefactoren van zware metalen van de diverse processen (zowel binnenlandse als buitenlandse) in de primaire ijzer en staalproductie.

Tabel 6.2. Gemiddelde emissiefactoren van zware metalen en dioxinen (binnen- en buitenlandse bronnen)

Stof	Sinter (g/ton sinter)	Pellet (g/t pellet)	Hoogovens (g/t ruwijzer)	Oxistaal (g/t ruwstaal)
As	0,04	0,04	0,15	0,015
Cd	0,1	0,01	0,02	0,025
Cr	0,3	0,04	0,2	0,5
Cu	0,6	0,03	1	0,003
Hg	0,02	0,02	0,02	0,1
Ni	0,7	0,1	0,3	1,5
Pb	6	0,05	5	0,003
Se	0,02		0,04	4
Zn	1		15	
Dioxinen (TEQ; µg/t)	4,6			

## 7. NORMSTELLING EN VERGUNNINGSSITUATIE

De afspraken uit het convenant tussen de Provincie Noord-Holland en Hoogovens zijn besproken in de diverse deelprocesbeschrijvingen.

Recent heeft Hoogovens mede de Intentieverklaring Basismetaleindustrie ondertekent, waarin integrale taakstellingen zijn geformuleerd die betrekking hebben op de milieubelasting ten gevolge van de basismetaleindustrie. Voor een groot aantal milieu-thema's zijn doelstellingen geformuleerd. De Hoogovens zijn binnen de basismetale een zodanig groot bedrijf dat om de doelstellingen voor de thema's klimaatverandering, verzuring en verspreiding voor de gehele bedrijfstak te halen, er in ieder geval bij de Hoogovens emissiereducties van allerlei stoffen en energiebesparing plaats zullen moeten vinden. Aan het eind van 1992 zal Hoogovens komen met een bedrijfsmilieuplan waarin staat beschreven hoe men de doelstellingen van het convenant wil gaan halen. Tevens wordt hierin een inventarisatie gemaakt van de emissies in 1989. Deze inventarisatie zal medio 1993 beschikbaar komen.

Hoogovens Groep BV. heeft een meerjarenafspraak gemaakt met het ministerie van Economische zaken over verbetering van de energie-efficiëntie. Er zal worden gestreefd naar een energie-efficiëntieverbetering van 20% in het jaar 2000 ten opzichte van 1989, waarbij het non-energetische gebruik van energie - kolen- en cokesinzet voor het reductieproces - buiten beschouwing worden gelaten.

In de Nederlandse Emissie Richtlijnen Lucht zijn voor de primaire ijzer- en staalproductie specifieke eisen opgenomen (Commissie Emissies Lucht, 1992). Hierover wordt op dit moment verder onderhandeld.

In het kader van het Rijnactie-programma (RAP) en het Noordzee Actie Plan (NAP) moet in 1995 een sanering van emissies naar water zijn uitgevoerd volgens de 'Best Uitvoerbare Technieken' en de 'Best Bestaande Technieken'.

## 8. REFERENTIES

- Annema, J.A en R.A.W. Albers (1992)  
Produktie van Cokes  
RIVM-rapportnummer 73630132
- Anonymus  
Hoogovens IJmuiden en het milieu  
Hoogovens Groep
- Blaauboer, R.O., L.H. Vaas en H.P. Leenhouts (1991)  
Stralingsbelasting in Nederland in 1988, rapportnummer 249103001  
RIVM, Bilthoven
- Braun (1990)  
Energieverbruik in de basismetaalindustrie  
Hengelo (1990)
- Bremmer, A.H.M. (1991)  
Bronnen van dioxinen in Nederland  
RIVM-rapportnummer 730501014, Bilthoven
- Commissie Emissies Lucht (1992)  
Nederlandse Emissie Richtlijnen Lucht
- Haskoning (1991)  
Emissieprofiel basismetaal  
Resultaten schriftelijke enquête en bedrijfsbezoeken  
VROM/DGM en FME
- Hoofdinspectie van de Milieuhygiëne (1990)  
Emissie-registratie  
uitdraai van de derde ronde van Hoogovens
- Provincie Noord-Holland (1990)  
Emissie-overzicht Hoogovens (1989)
- RIZA (1992)  
Emissie-gegevens  
RIZA Leleystad
- Scholtens, B. (1991)  
Hoogovens beginnen ouderwets te worden  
De Volkskrant, Amsterdam
- Worrell, E. en J. de Beer (1991)  
Energiekentallen in relatie tot Preventie en Hergebruik van Afvalstromen: STAAL  
Rapport uitgebracht in kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik van  
Afvalstoffen  
Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, RU Utrecht, rapport 91041





Het cokesbries in het mengsel wordt onder een ontstekingskap ontstoken (bij 1200 °C) met behulp van cokesovengas. Tijdens het verbrandingsproces in de sintermachine wordt lucht van boven naar beneden door de erts laag gezogen, zodat de verbrandingszone zich gedurende het proces naar beneden verplaatst. De temperatuur bedraagt maximaal 1200 °C. Het uitgebrande materiaal wordt ten dele door de aangezogen lucht gekoeld. Tijdens het proces, dat plaats vindt op een zich voortbewegende roosterband, vindt agglomeratie plaats. Aan het eind van de sinterband wordt de sinterkoek gebroken, gekoeld met lucht en in de zeveryj gezeefd. Een gedeelte van de sinter (20-40%) wordt teruggevoerd naar het begin van de band om als beschermlaag te dienen.

Bij de produktie van het sinter wordt veel stof geproduceerd. Een aantal stofbronnen wordt veroorzaakt door mechanische handelingen, zoals de erts bewerking, de mengerij en de zeveryj. De luchtafvoer van de zeveryj wordt gefilterd. Bij het sinterproces ontstaan emissies, die na reiniging met cyclonen via twee schoorstenen van 150 m hoogte worden geëmitteerd. Het afgevangen stof uit de cyclonen kan opnieuw in het proces worden ingevoerd.

Emissies naar water treden alleen op via het koelwater van onder andere de sinterventilatoren en het spoel- en schrobwater van de spuitvloeren.

### 3. EMISSIES EN AFVAL

Bij het eigenlijke sinterproces zijn grote volumina lucht betrokken (ongeveer 1 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> sinterband per seconde). Er ontstaan bij het sinterproces dan ook voornamelijk emissies naar lucht via het rookgas.

Gezien de aard van het sinterproces, enerzijds het optreden van lokaal hoge temperaturen en anderzijds de aanwezigheid van een temperatuurgradiënt in het mengsel, vindt emissie plaats van een groot aantal componenten zoals stof, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, KWS, dioxinen, Pb-210 en Po-210. Het stof uit het sinterproces bevat zware metalen, waarvan de aard en de hoeveelheid afhankelijk zijn van de samenstelling van het gebruikte ertsmengsel en de kringloopprodukten.

Dioxinen kunnen langs drie wegen ontstaan:

- in de grondstoffen zijn dioxinen aanwezig;
- in de afkoelingsfase ontstaan dioxinen uit koolstof en chloriden;
- dioxinen worden gevormd uit vergelijkbare gechloreerde koolwaterstoffen (precursors).

In tabel 3.1. wordt een overzicht gegeven van de emissies naar lucht en de emissiefactoren van het sinterproces.

Tabel 3.1. Emissies naar lucht in 1989 in ton en emissiefactoren in g/ton sinter. Alle getallen zijn herleid naar 1989, waarbij is aangenomen dat er in de periode 1985-1989 geen bestrijdingsmaatregelen zijn getroffen

Stof	Emissie (ton)	Emissiefactor (g/ton)
Al	3	0,75
As	0,2	0,05
Cd	0,5	0,13
Cr	0,2	0,05
Cu	0,5	0,13
Hg	0,2	0,04
Pb	40	9,92
Zn	1,5	0,37
F (als damp)	47	11,6
CO <sub>2</sub>	895.500	221.10 <sup>3</sup>
CO	93.295	23.10 <sup>3</sup>
KWS	1.408	347
NO <sub>x</sub>	1.825	450
Stof	2.737	675
KCl	1.129	278
HCl	194	47
SO <sub>2</sub>	4.791	1.181
Dioxinen <sup>1)</sup>	0,000024	6.10 <sup>-6</sup>
Pb-210 <sup>2)</sup>	ca. 100 GBq	
Po-210 <sup>2)</sup>	ca. 100 GBq	

1) Bremmer (1991)

2) Blaauboer (1991)

De emissies naar water zijn momenteel vermoedelijk laag; er vindt geen natte gaswassing plaats. Via de lozing van koelwater en spoel- en schrobwater vinden stofemissies, inclusief zware metalen, plaats. Het debiet van het spoel en schrobwater wordt geschat op 720 m<sup>3</sup>/dag. Dit water wordt voor lozing over een bezinker geleid. De stoflozing bedraagt ongeveer 75 kg/dag. In de samenvattende procesbeschrijving van de ruwijzer- en staalproductie worden de totale emissies naar water weergegeven.

#### 4. ENERGIEFACTOREN

Tabel 4.1. geeft de energiefactoren van het sinterproces. In de thermische energievraag wordt voorzien door de verbranding van cokesovengas en cokes.

Tabel 4.1. Netto energiegebruik (in GJ/ton) van het sinterproces

	Thermisch	Elektrisch
1986	1,75	0,12

#### 5. BESTAANDE MOGELIJKHEDEN VOOR EMISSIEBEPERKING EN ENERGIEBESPARING

Hoogovens zal in de periode tot 1995 verschillende maatregelen treffen om de emissies naar lucht te beperken. In het convenant tussen Hoogovens en de provincie (Convenant tussen Hoogovens en de provincie Noord Holland, 1988) is afgesproken dat de emissie van SO<sub>2</sub> met 90% omlaag gaat, overeenkomend met een SO<sub>2</sub>-reductie van ongeveer 4.000 ton per jaar. Tevens is een emissie-reductie van stof afgesproken van 2.500 ton per jaar. Oorspronkelijk zou de verbetering van de sinterfabriek in '92/'93 plaats vinden. Metingen toonden echter een zodanige hoeveelheid dioxinen aan, dat deze emissie vergaand gesaneerd moet worden. Tevens dient de emissie van radioactieve stoffen te worden verminderd. Het tijdsschema voor de installatie van bestrijdingstechnieken is daardoor iets in de tijd verschoven. De planning is dat Hoogovens eind 1992 een keuze maakt hoe het convenant wordt ingevuld en de vermindering van de dioxine-emissies zal plaats vinden.

Een mogelijk maatregelpakket is:

- ontstopping.

Elektrofiltratie wordt momenteel het meest toegepast. Doekfiltratie verdient de voorkeur boven elektrofiltratie, maar kan door de specifieke omstandigheden moeilijk toepasbaar zijn. Natte gaswassing is wegens de grote afvalwaterstromen ongewenst. De vooruitzichten voor het toepassen van doekfiltratie lijken gunstig. Hoogovens neemt momenteel proeven met een doekfilter. De haalbare grenswaarde voor een elektrofilter bedraagt 75 mg/m<sup>3</sup>, hetgeen overeen komt met 165 g/ton sinter. Bij toepassing van een doekfilter zal de stofemissie aanmerkelijk lager liggen dan met een elektrofilter kan worden gehaald. Hierdoor wordt het wellicht mogelijk om voor de reductie van de SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissie het regeneratief actief kool-proces toe te gaan passen, waarbij het mogelijk is om dit proces te bedrijven zonder dat er afvalwater vrij komt. Het stof uit het filter kan mogelijk weer aan het proces worden toegevoerd.

- SO<sub>2</sub>-reductie.

Kalk(steen)wassing levert een reductie van SO<sub>2</sub> met 90 %. Naar schatting wordt de emissie van fluor met 80 % gereduceerd (Slooff, 1988). Bij dit proces wordt water gebruikt. De vloeistof kan worden gerecirculeerd. Een kleine afvalwaterstroom zal in een afvalwater-reinigingsinstallatie behandeld moeten worden. Een gipsrijke stroom gaat naar een ontwateringsinstallatie, waar 95% zuiver gips verkregen.

- NO<sub>x</sub>-reductie.

Selectieve katalytische reductie (SKR) levert een vermindering van de NO<sub>x</sub>-emissie met 80 procent.

- Een actief koolfilter voor adsorptie van dioxinen.
- Hierdoor ontstaat wel een nieuwe afvalstroom.

In tabel 5.1. zijn de kosten van de maatregelen weergegeven. De optie van een doekfilter met een regeneratief actief cokes proces is hier niet uitgewerkt, maar vormt een reële mogelijkheid. Bij toepassing van het regeneratief actief cokes proces kunnen niet alleen afvalwaterlozingen worden voorkomen, maar kunnen ook de hoogste verwijderingsrendementen op SO<sub>x</sub> en NO<sub>x</sub> worden gehaald. Tabel 5.2. geeft de geschatte emissiefactoren na de implementatie van het maatregelenpakket.

Tabel 5.1. Kosten van bestrijdingsmaatregelen bij sinterfabriek

	Investering (miljoen gulden)	Operationele kosten (miljoen gulden)
Ontstoffing	50	
Kalk(steen)wassing	157	28,4
SKR	158	2,2
Actief koolfilter	?	?

Tabel 5.2. Emissiefactoren na emissiebestrijding in g/ton

Stof	Emissiefactor (g/ton)
Al	0,19
As	0,01
Cd	0,03
Cr	0,01
Cu	0,03
Hg	0,01
Pb	2,48
Zn	0,09
F	2
CO <sub>2</sub>	221.10 <sup>3</sup>
CO	23.10 <sup>3</sup>
KWS	347
NO <sub>x</sub>	90
Stof	165
KCl	278
HCl	9
SO <sub>2</sub>	118

## **6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN**

De ruwijzer-productie kan mogelijk fundamenteel worden veranderd met behulp van een nieuw type hoogoven waarin steenkool en erts direct ingezet kunnen worden en die de sinterfabriek overbodig maakt. Voor nadere gegevens wordt verwezen naar de samenvattende procesbeschrijving van de ruwijzer- en staalproductie.

## **7. NORMSTELLING EN VERGUNNINGSSITUATIE**

Zie paragraaf 5 over convenant met provincie.

In de vergunning wordt voor water alleen de eis gesteld aan de spui van de bezinker (max. 50 m<sup>3</sup>/uur) en het zwevend stof gehalte (100 mg/l als voortschrijdend gemiddelde in 10 steekmonsters, max. 200 mg/l in een steekmonster).

Recent heeft Hoogovens mede de Intentieverklaring Basismetaleindustrie ondertekent, waarin integrale taakstellingen zijn geformuleerd die betrekking hebben op de milieubelasting van de basismetaleindustrie. In de samenvattende procesbeschrijving van de ruw ijzer- en staalproductie zal hier nader op in worden gegaan.

## 8. REFERENTIES

- Braun, A.R. en J. Isings  
Energieverbruik in de basismetaalindustrie  
Braun Consultants, Hengelo, juni 1990
- Bremmer, A.H.M. (1991)  
Bronnen van dioxinen in Nederland  
RIVM-rapportnummer 730501014, Bilthoven
- Convenant tussen Hoogovens en de provincie Noord Holland (1988)
- Hoofdinspectie van de Milieuhygiëne (1991)  
Emissieregistratie, derde en vierde ronde  
Provincie Noord Holland (1990)
- Jaaroverzicht Hoogovens, 1989
- Slooff, W., H.C. Eerens, J.A. Janus en J.P.M. Ros (1988)  
Basisdocument fluoriden  
RIVM-rapportnummer 758474005, november 1988
- Zevenhoven, M. en J. Schinkel (1991)  
Hoogovens IJmuiden, bijlage bij het rapport Bestrijdingsmogelijkheden van verzurende procesemissies in Nederland  
Advies en constructiebureau Tebodin, Den Haag

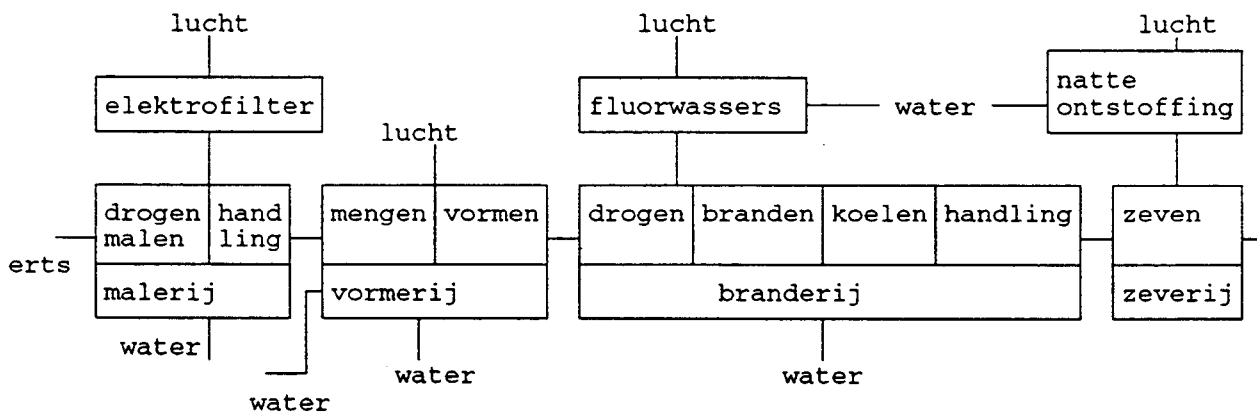
## BIJLAGE II: PELLETISEREN VAN IJZERERTS

### 1. BESCHRIJVING BEDRIJFSTAK

De enige pelletfabriek in Nederland maakt deel uit van Hoogovens IJmuiden, SBI-code 33.1. In de fabriek wordt het ijzererts omgevormd in pellets voor verwerking in de hoogovens. In 1989 werd 4,095 miljoen ton pellets gemaakt.

### 2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIE

Zeer fijn erts is ongeschikt voor het hoogovenproces (en voor het sinterproces), omdat het de gasdoorlaatbaarheid van de hoogovenvulling (respectievelijk het sinterbed) nadelig beïnvloedt. Dit fijne erts kan door pelletiseren geschikt worden gemaakt voor gebruik in de hoogovens. In figuur II.1. wordt een globaal processchema gegeven.



Figuur II.1. Processchema pelletfabriek

Voor een goed verloop van het pelletiseerproces moet het materiaal eerst zodanig worden gedroogd en vervolgens worden vermalen dat 60% van de deeltjes een diameter heeft kleiner dan 0,045 mm. Na het malen in de malerij wordt een nauwkeurig bepaalde hoeveelheid bindmiddel (bijvoorbeeld bentoniet) en water (bijvoorbeeld spoel/schrobwater) aan het ertsmengsel toegevoegd, het vochtgehalte wordt ongeveer 9%.

Bij het drogen/malen van de erts in een roterende droog/maaltrommel komen stof, waterdamp en rookgassen, van de voor het drogen verstookte rookgassen vrij.

In de vormerij wordt het mengsel in roterende trommels omgevormd tot ronde knikkers met een diameter van 10-15 mm. Deze natte, zogenaamde groene, pellets worden gehard door ze eerst te drogen en vervolgens te branden in de branderij bij een temperatuur van ongeveer 1300 °C.



Tijdens het proces treden geen smeltverschijnselen op zodat de bolvorm behouden blijft. De toename van de sterkte treedt op ten gevolge van kristalgroei.

Het hete gas uit de brandzone wordt gebruikt voor het droge van de groene pellets. De emissies die optreden via de rookgassen van de branderij zijn afhankelijk van de samenstelling van het gebruikte erts en de brandstof (gas). In het algemeen zullen de rookgassen onder andere stof, HF, SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> bevatten.

De rookgassen van de branderij worden naar een fluorwasser gevoerd, waar de HF wordt verwijderd met een rendement van ca. 90%. Deze vangt ook het merendeel van de gevormde SO<sub>2</sub> af. Het afvangstrendement tot medio 1987 was ca. 50% bij een vloeistofdoorzet van 2.200 m<sup>3</sup> zeewater per uur en 4 waslagen. In 1987 werd een vijfde waslaag toegevoegd. Het huidige rendement bedraagt ca. 80-85% voor SO<sub>2</sub> met een doorzet van ca. 3.000 m<sup>3</sup> zeewater per uur. Het waswater wordt verder niet gezuiverd, resulterend in een aanzienlijke emissie van fluor- en zwavelverbindingen en zware metalen naar het oppervlaktewater.

Tenslotte worden de pellets op grootte afgezeefd in de zeverij, waarbij te kleine pellets worden gerecirculeerd.

### 3. EMISSIES EN AFVAL

Bij de produktie van pellets treden zowel emissies naar lucht als naar water op. Door de aanwezigheid van wassers, vinden grote emissies via het waswater plaats. Stofemissies ontstaan tijdens mechanische bewerkingen (zeven, malen, bevochtigen) en bij het branden. Verbrandingsemissies ontstaan voornamelijk bij het branden van de pellets. Ongeveer 5 procent van de NO<sub>x</sub>-emissie komt vrij bij het drogen.

Tabel 3.1. Emissies naar lucht in 1989 in ton en emissiefactoren in g/ton pellets. Alle getallen zijn herleid naar 1989

Stof	Emissie (ton)	Emissiefactor (g/ton)
F	1,2	0,29
CO <sub>2</sub>	230.10 <sup>3</sup>	56.10 <sup>3</sup>
CO	25.10 <sup>3</sup>	6.10 <sup>3</sup>
KWS	324	79
NO <sub>x</sub>	2.084	509
HCl	2	0,49
SO <sub>2</sub>	467	114
Stof	192	47
Hg	0,16	0,04
Cu	0,16	0,04
As	0,16	0,04
Cr	0,16	0,04
Ni	0,04	0,1

Emissies naar water ontstaan bij de wassers. Per uur wordt ongeveer 3.000 m<sup>3</sup> water geloosd dat onder andere door de temperatuurschok biologisch dood zal zijn. Het weggevangen stof in de wassers bevat zware metalen. In de samenvattende procesbeschrijving van de ruwijzer- en staalproductie worden de totale emissies naar water weergegeven.

#### 4. ENERGIEFACTOREN

In de kogelmolens en de branderij wordt aardgas gestookt; daarnaast wordt elektriciteit gebruikt. Tabel 4.1. geeft het energiegebruik van de pelletfabriek.

Tabel 4.1. Energiegebruik pelletfabriek

	Thermisch (GJ/ton)	Elektrisch (GJ/ton)
1986	1,01	0,14

#### 5. BESTAANDE MOGELIJKHEDEN VOOR EMISSIEBEPERKING EN ENERGIEBESPARING

Gezien de huidige vervuiling van het waswater met onder andere cadmium en kwik voorziet Hoogovens dat het bestaande rookgasreinigingsprincipe mogelijk gewijzigd zou kunnen worden. De mogelijkheid wordt expliciet bestudeerd om droge technieken toe te passen, zodat de afvalwaterlozing kan worden beëindigd.

Ongeveer de helft van de NO<sub>x</sub>-emissie wordt veroorzaakt door de branders, de rest is uit het proces zelf afkomstig. Het toepassen van low-NO<sub>x</sub>-technieken, zoals verlaging van de O<sub>2</sub>-concentratie in de verbrandingszone en low-NO<sub>x</sub> branders kunnen de NO<sub>x</sub>-emissie dan ook aanzienlijk verlagen.

Het is ook mogelijk een SKR-installatie (selectieve katalytische reductie) na de fluorwasser te plaatsen (investering 138 miljoen gulden; operationele kosten 2,3 miljoen gulden per jaar). De concentratie van SO<sub>2</sub> na de fluorwassers is zo laag dat een extra nageschakelde techniek waarschijnlijk niet wordt toegepast. Op zich is het mogelijk met wassers de reductie van de SO<sub>2</sub> van de huidige 80-85% tot 90% te verhogen; daar staat tegenover dat dan de ongewenste emissie naar water verder verhoogd zou worden.

In tabel 5.1. wordt een inschatting gegeven van de emissiefactoren na invoering van SKR en na verbetering van de SO<sub>2</sub>-wassers.

Tabel 5.1. Emissies naar lucht na installatie SKR en verbetering SO<sub>2</sub>-wassers

Stof	Emissiefactor (g/ton)
F	0,19
CO <sub>2</sub>	56.10 <sup>3</sup>
CO	6.10 <sup>3</sup>
KWS	79
NO <sub>x</sub>	127
HCl	0,33
SO <sub>2</sub>	76
Stof	47
Hg	0,04
Cu	0,04
As	0,04
Cr	0,04
Ni	0,1

## 6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN

Nieuwe ontwikkelingen zijn gaande op het gebied van droge reiniging, waardoor het ontstaan van een afvalwaterstroom kan worden voorkomen. Drie mogelijkheden zijn:

- precoatfiltratie, waarbij HF en daarnaast stof uit het gas worden verwijderd door een doekfilter waarop een absorberende laag is aangebracht;
- systemen met kalkinjectie voor de SO<sub>2</sub>-verwijdering. Deze systemen komen in aanmerking wanneer de bron gezien de verzuring groot genoeg is om ook iets aan de SO<sub>2</sub>-uitstoot te doen;
- het toepassen van het Regeneratief Actief Koolproces voor de SO<sub>x</sub>.

Nadeel van al deze systemen, is het ontstaan van een grotere stroom vastafval.

In Japan is een procédé in ontwikkeling waarmee pellets koudgebonden met minder, en wellicht zonder, warmtebehandeling hun stevigheid kunnen verkrijgen. Dit dient echter nog nader onderzocht te worden (Tebodin, 1991).

De ruwijzerproductie kan mogelijk fundamenteel worden veranderd met behulp van een nieuw type hoogoven waarin steenkool en erts direct ingezet kunnen worden en die de pelletfabriek overbodig maakt. Voor nadere gegevens wordt verwezen naar de samenvattende procesbeschrijving van de ruwijzer- en staalproductie.

## **7. NORMSTELLING EN VERGUNNINGSSITUATIE**

In het convenant tussen Hoogovens en de provincie (Convenant tussen Hoogovens en de provincie Noord Holland, 1988) wordt gesteld dat wat betreft de fluorwassers geen verdere sanering noodzakelijk is. De emissies van de malerij en de ruimte-ontstopping moet Hoogovens nog binnen de waarden uit de vergunning brengen. In de wijzigingsbeschikking voor de WVO-vergunning (d.d. 23 juli 1989) is een artikel opgenomen waarin wordt geëist dat er 24 maanden na het van kracht worden van de vergunning een studie dient te zijn uitgevoerd naar het voorkomen, respectievelijk vergaand reduceren, van de verontreinigingen in de afvalwaterstromen.

Recent heeft Hoogovens mede de Intentieverklaring Basismetaleindustrie ondertekent, waarin integrale taakstellingen zijn geformuleerd die betrekking hebben op de milieubelasting ten gevolge van de basismetaleindustrie. In de samenvattende procesbeschrijving van de ruw ijzer- en staalproductie zal hier nader op in worden gegaan.

## 8. REFERENTIES

- Braun, A.R. en J. Isings (1990)  
Energieverbruik in de basismetaalindustrie  
Braun Consultants, Hengelo
- Convenant tussen Hoogovens en de provincie Noord Holland (1988)
- Hoofdinspectie van de Milieuhygiëne (1991)  
Emissieregistratie lucht derde ronde en vierde ronde
- Nugteren, M., Schinkel en J.M. Zevenhoven (1991)  
Bestrijdingsmogelijkheden van verzurende procesemissies in Nederland  
rapportages van bedrijfsbezoeken band 1  
Advies en constructiebureau Tebodin, Den Haag
- Provincie Noord Holland (1990)  
Jaaroverzicht Hoogovens, 1989

**BIJLAGE III: PRODUKTIE VAN RUWIJZER (HOOGOSENS)****1. BESCHRIJVING BEDRIJFSTAK**

Hoogovens heeft geen controle uitgevoerd op de gepresenteerde gegevens, maar wel toestemming tot openbaarmaking gegeven.

In Nederland staan vier hoogovens HO-4, HO-5, HO-6 en HO-7, als onderdeel van het bedrijf Hoogovens in IJmuiden, SBI-code 33.1. In een hoogoven wordt ruw ijzer uit ijzererts gehaald door reductie van de ijzeroxiden in het erts met koolmonoxide (CO). Ingangsstromen voor de hoogovens zijn sinter, pellets, cokes en steenkool.

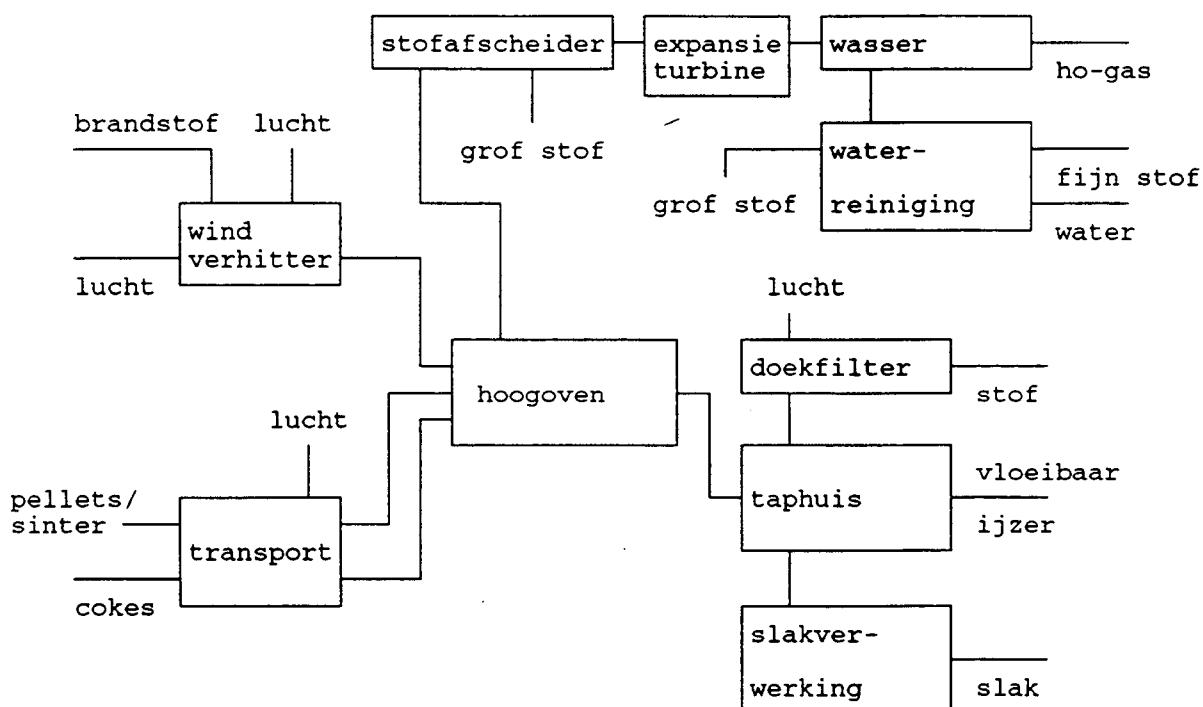
In 1989 werd 5,119 miljoen ton ruw ijzer geproduceerd, daarbij werd 8,212 miljard Nm<sup>3</sup> hoogovengas geproduceerd (zie tabel 1.1.).

Tabel 1.1. Productie van ruw ijzer in 1989

	Ruw ijzer (kton)	Hoogovengas (10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> )
HO-4	782	1,563
HO-5	0	0
HO-6	1,869	2,904
HO-7	2,468	3,745
Totaal	5,119	8,212

**2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIE**

In de hoogovens wordt het ruw ijzer uit de ijzererts (pellets en sinters) geproduceerd. Daarbij ontstaat tevens hoogovengas. De oven wordt gevuld met een mengsel van pellets, sinter, cokes, kolen en toeslagstoffen. Het vullen geschiedt via een sluisstelsel om de oven van de atmosfeer te isoleren en omdat in de oven een overdruk heerst (zie figuur III.1).



Figuur III.1. Processchema hoogoven

De windverhitters brengen de toegevoerde lucht op temperatuur. De windverhitters, bestaande uit verticale cylindere, worden met verrijkt hoogovengas opgestookt, totdat een temperatuur van maximaal 1300 °C is bereikt. Dan wordt de gastoevoer afgesloten. Door het omstellen van een aantal kleppen wordt koude lucht doorgevoerd, die op deze manier verhit naar de hoogoven geleid wordt. Per hoogoven staan er 4 windverhitters die cyclisch worden bedreven. De opwarmtijd bedraagt 40 minuten, de afkoeltijd (op de wind) duurt ongeveer 20 minuten. Tussen beide periodes is een pauze van ongeveer 9 minuten.

De rookgassen van de vier windverhitters van hoogoven 6 worden via een schoorsteen afgevoerd. In de schoorsteen van de windverhitters van hoogoven 7 bevindt zich een recuperator voor het terugwinnen van warmte. Door de hoge temperaturen worden stikstofoxiden gevormd. Er wordt ook SO<sub>2</sub> geëmitteerd door de aanwezigheid van zwavel in het hoogovengas en het cokesovengas. De verwarmde lucht wordt onder aan de oven toegevoerd. De cokes verbrandt waarbij CO<sub>2</sub> ontstaat, dat wegens een overmaat aan cokes gereduceerd wordt tot CO. De koolmonoxide zorgt voor de reductie van de ijzeroxiden in het ijzererts, waarbij ruw ijzer en slak ontstaan.

Onderin de hoogoven verzamelt zich gesmolten ijzer en slak. Afwisselend worden slak en ijzer afgetapt. Het ruw ijzer wordt toegevoerd aan de staalfabrieken. De vloeibare slak wordt naar droogputten gevoerd of in water gequenched, waarbij zich granules vormen.

De bij het aftappen van de hoogovens vrijkomende, met stof beladen, gassen worden via een ovenhuisafzuiging met doekfilter afgevoerd. Deze gassen bevatten SO<sub>2</sub>. Ook bij de afvoer van de slakken komt SO<sub>2</sub> vrij. Het quenchen levert lagere emissies naar lucht en minder stank op dan de afvoer naar de droogputten. Door het quenchen ontstaan wel emissies naar water.

Tabel 2.1. Afvoer van slak in 1987

	Ton ruwijzer	Ton slak granules	Ton slak droogputten
HO-6	1,89.10 <sup>6</sup>	438.000	125.000
HO-7	2,68.10 <sup>6</sup>	620.000	-

De gassen verlaten de hoogoven aan de bovenkant. Door de aanwezigheid van CO in het gas heeft het nog energetische waarde. Het hoogovengas moet worden gereinigd om het voor energetische doelen geschikt te maken.

De gasreiniging bestaat uit een droge voorreiniging die op zwaartekracht berust, waarin het grovere stof wordt verwijderd. Dit stof (5 kg/ton ruwijzer) wordt opgevangen in een zogenaamde stofzak en aan het sinterproces toegevoerd (Welvaadt, 1983). Vervolgens vindt een natte reiniging plaats waarin het fijne stof wordt uitgewassen tot waarden van ca. 5 mg stof per Nm<sup>3</sup> en de temperatuur van het gas wordt terug gebracht tot omstreeks 40 °C.

Het waswater met het fijnere stof (12 kg/ton ruwijzer) wordt via een voorafscheiding naar een bezinkinstallatie gevoerd (Welvaadt, 1983).

Het aldus gereinigde water wordt opnieuw gebruikt in de gasreiniging. Het bezonken stof wordt als slurry naar een hydrocyclonage-installatie gepompt. Hier wordt de slurry gescheiden in een fractie met grotere en een met kleinere deeltjes. Het slib uit de voorafscheiding en de fractie met grotere deeltjes, bij elkaar ongeveer 70% van het stof uit de natte reiniging (Verhagen, 1990), wordt in de sinterfabriek ingezet. Het slib met de kleinere deeltjes wordt momenteel opgeslagen. Zink en lood bevinden zich vooral in de fijnste korrelfractie.

De koeling van het gas vindt plaats in het gaswassysteem en bij de expansieturbine. Bij storingen aan de expansieturbine wordt het circulerende water over een koeltoren geleid. Ter handhaving van de kwaliteit van het circulerende water in de gasreiniging dient een zekere hoeveelheid suppletiewater te worden toegevoegd en tevens een hoeveelheid spuiwater te worden afgevoerd, waarin zich zware metalen als kwik bevinden.

Het hoogovengas wordt na ontstopping gemengd met cokesovengas. Dit gasmengsel wordt zowel door Hoogovens zelf gebruikt als geleverd aan de UNA die het gebruikt bij de opwekking van elektriciteit. Het hoogovengas bevat grote hoeveelheden zwavel die vrijkomt als SO<sub>2</sub> bij de Velsen centrale van de UNA en elders op het Hoogoventerrein, waar het hoogovengas wordt verstoekt.



### 3. EMISSIES EN AFVAL

De belangrijkste emissies naar lucht vinden plaats bij de windverhitters ( $\text{SO}_2/\text{NO}_x$ ), de aanvoer van erts en cokes(stof), het aftappen van het vloeibare ijzer(stof) en de verwerking van de slak ( $\text{H}_2\text{S}$ /stank). Emissies naar water vinden plaats bij de behandeling van het hoogovengas en bij het quenchen van de slak. Vaste afvalstromen zijn de fijne fractie van het hoogovengasstof.

#### Lucht

De emissies en de emissiefactoren naar lucht van de hoogovens zijn aangegeven in tabel 3.1. Voor hoogovens 4, 6 en 7 zijn emissies bekend uit 1989 voor stof,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO en  $\text{H}_2\text{S}$  (Provincie Noord Holland, 1990). De emissiefactoren voor ammoniak, blauwzuur,  $\text{CO}_2$ , KWS, PAK en zware metalen zijn voor HO-6 en HO-7 berekend uit Hoofdinspectie (1991). Voor deze stoffen zijn de emissiefactoren voor HO-4 geschat. Daarbij is aangenomen dat de  $\text{CO}_2$ -emissiefactor overeenkomt met die van HO-6. De emissiefactoren voor zware metalen zijn evenredig aan de emissiefactoren voor stof gesteld en de emissiefactoren voor de overige stoffen zijn evenredig aan de CO-emissiefactoren gesteld. De windverhitters zijn verantwoordelijk voor nagenoeg 100% van de  $\text{NO}_x$ -emissie en 50% van de  $\text{SO}_2$ -emissie bij de hoogovens. Het aftappen van het vloeibare ijzer is de belangrijkste emissiebron van stof (65-75% van het totaal), gevolgd door erts- en koleninvoer in de ovens (20-30%) en door de windverhitters (ca. 5%). Bij de verwerking van slak komt naast  $\text{SO}_2$  tevens  $\text{H}_2\text{S}$  vrij, waardoor geurproblemen ontstaan.

Tabel 3.1. Emissies naar lucht in ton en emissiefactoren in g/ton voor 1989. Getallen uit andere jaren zijn omgerekend naar 1989

	Emissie (ton)	Emissiefactor (g/ton)				Overig
		HO-4	HO-5	HO-6	HO-7	
SO <sub>2</sub>	1.333	536		174	225	6
NO <sub>x</sub>	437	79		64	103	
CO	9.433	5.023		2.100	640	
H <sub>2</sub> S	436	53		47	123	
NH <sub>3</sub>	9	3,32		1,39	1,40	0,3
HCN	3	1,34		0,56	0,52	
CO <sub>2</sub>	1,9.10 <sup>6</sup>	385.10 <sup>3</sup>		385.10 <sup>3</sup>	367.10 <sup>3</sup>	
KWS	839	325		136	134	
Benz(a)pyreen <sup>1)</sup>	0,9	0,36		0,15	0,15	
Fluorantheen	1,8	0,72		0,30	0,30	
Stof	436	119		84	69	3
Zn	0,64	0,22		0,16	0,07	
Pb	0,20	0,07		0,05	0,02	
Mn	1,32	0,37		0,26	0,22	

1) gebaseerd op emissieprofiel van PAK's van de cokesbereiding

## Water

De emissies naar oppervlaktewater van het gehele Hoogovencomplex worden behandeld in de samenvattende procesbeschrijving van Hoogovens IJmuiden.

In 1991 werden problemen gemeld met de lozing van afvalwater bij HO-6 en HO-7. Hierdoor werden grote hoeveelheden zink en lood geloosd op het oppervlaktewater, er was sprake van 50 kg zink per dag en 10 kg lood per dag. Voor de problemen met de hoogovengasreiniging zijn inmiddels maatregelen genomen die de betreffende lozing hebben beëindigd. Het lozingsdebiet ligt binnen de vergunningvoorwaarden.

## Afval

De fijne fractie van het hoogovengasstof (zinkrijke fractie) bedraagt ongeveer 17.000 ton per jaar. Deze stroom kan niet in het proces worden hergebruikt. Er is echter onderzoek gaande naar hergebruik. De zinkarme stroom reststoffen, ca. 25.000 ton per jaar, gaat voor 100% naar de sinterfabriek.

De jaarlijkse stroom slakken (zie tabel 2.1.), ca. 1,2 miljoen ton per jaar, wordt nagenoeg volledig ingezet in de cementindustrie en in de weg- en waterbouw.

#### 4. ENERGIEFACTOREN

De hoogovens 6 en 7 zijn uitgerust met expansieturbines voor de opwekking van elektriciteit (Weydema, 1984). Het hoogovengas verlaat de top van de hoogoven met een druk van ca. 2 bar, bij hoogoven 6 slechts 1 bar. De druk in het hoogovengasleidingnet bedraagt echter slechts 0,05 bar. Dit drukverschil wordt over een expansieturbine gezet. De turbine bij HO-7 heeft een vermogen van 10 MW, bij HO-6 is dat 5 MW. De totale elektriciteitsproductie bedroeg in 1986 0,45 PJ (Braun, 1990).

In de hoogoven kunnen zowel cokes als steenkool worden ingezet. De energiebalans van 1986 staat in tabel 4.1. Bij de windverhitters wordt zowel hoogovengas als cokesovengas ingezet. De productie van hoogovengas is de gasexport plus de inzet van hoogovengas. Het is echter niet bekend in welke verhouding hoogovengas en cokesovengas worden ingezet.

Tabel 4.1. Energiebalans hoogovens

Energiedrager	Energiebebruik (PJ)	Energiefactor (GJ/ton)
<b>Input</b>		
- cokes	56,02	12,40
- steenkool	7,38	1,63
- hoogoven-/cokesovengas	20,41	4,52
- elektriciteit	0,52	0,12
<b>Productie</b>		
- elektriciteit	0,45	0,10
- hoogovengas	?	?
<b>Output</b>		
- gasexport	24,09	5,33

#### 5. BESTAANDE MOGELIJKHEDEN VOOR EMISSIEBEPERKING EN ENERGIEBESPARING

Het convenant tussen Hoogovens en de provincie omvat geen concrete maatregelen gericht op de hoogovens. In de wijzigingsbeschikking op de WVO-vergunning (d.d. 23 juli 1992) worden saneringsplannen gevraagd voor onder andere hoogovenwaterreiniging (zie ook hoofdstuk 7). Er vindt onderzoek plaats naar de oorzaken van stankoverlast rond hoogoven 7 en er worden studies verricht naar de droge slakput en de wassing van granulatie­damp en het hergebruik van fijn stof.

Momenteel zijn er geen maatregelen voorzien om de emissies van de windverhitters te beperken. Onderzoek wordt uitgevoerd naar de mogelijkheden van low-NO<sub>x</sub>-technieken.

De afvoer van slak naar de droogputten zal tot ongeveer eenderde worden terug gedrongen ten opzichte van het niveau van 1987. Dit levert een aanzienlijke reductie van SO<sub>2</sub> op. Het bij het aftappen van het vloeibare ijzer vrijkomende stof kan mogelijk via omkappingen, afzuiging en bijbehorende zuivering met een factor 2,5 worden beperkt. Hiermee kan de stofemissie terug worden gebracht tot 15-30 g/ton. In het ideale geval kunnen de emissies teruggebracht worden tot het niveau van de schoonste hoogoven. In tabel 5.1. staan de emissiefactoren voor de totale hoogovens na invoering van deze maatregel.

Tabel 5.1. Emissiefactoren in g/ton na emissiebestrijding

Component	Emissiefactor (g/ton)
SO <sub>2</sub>	174
NO <sub>x</sub>	64
CO	640
H <sub>2</sub> S	47
NH <sub>3</sub>	1,39
HCN	0,52
CO <sub>2</sub>	367.10 <sup>3</sup>
KWS	134
Benz(a)pyreen	0,15
Fluorantheen	0,30
Stof	69
Zn	0,07
Pb	0,02
Mn	0,22

### Energiebesparing

Een zekere energiebesparing kan worden bewerkstelligd door directe injectie van poederkolen in het hoogovenproces. Van 1986 tot 1988 was dit van 50 kg steenkool per ton ruw ijzer opgelopen tot 120 kg. Naar de toekomst toe kan dit verder oplopen tot 300 kg per ton (Braun, 1990). De energiebesparing die dit oplevert is geheel toe te rekenen aan verlaging van de cokesproductie (Annema en Albers, 1992).

## 6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN

De ruwijzerproductie kan mogelijk fundamenteel worden veranderd met behulp van een Convert Blast Furnace. Dit is een nieuw type oven, waarbij geen cokes en stoom meer nodig zijn. In plaats daarvan worden kolen en zuivere zuurstof ingezet. Het elektriciteitsgebruik neemt toe vanwege de zuurstofproductie. Bij het proces komt middelcalorisch converter blast furnacegas vrij in plaats van hoogovengas. De energiebesparing bedraagt ongeveer 15-25% ten opzicht van de huidige hoogoven (Braun, 1990). In de samenvattende procesbeschrijving "Primaire ijzer en staalproductie" wordt verder op dit nieuwe proces ingegaan.

## 7. NORMSTELLING EN VERGUNNINGSITUATIE

De vergunning in het kader van de WVO bevat enkele specifieke voorschriften voor de hoogovens. Maximale lozingen van koel-, spui- en granulatiewater met maximale gehalte olie, CZV en zwevend stof worden voorgeschreven. In de wijzigingsbeschikking op de WVO-vergunning (d.d. 23 juli) wordt er aan Hoogovens gevraagd, binnen twaalf maanden na het van kracht worden, een onderzoeksrapportage in te dienen. Dit onderzoek dient gericht te zijn op het voorkomen en ontstaan van CZV- en stikstofverbindingen, PAK, cyanide-verbindingen, zware metalen en opgeloste bestanddelen. Tevens dient, binnen achttien maanden na het van kracht worden, een plan te zijn ingediend, gericht op de vergaande reductie van de lozing van deze componenten.

In het convenant tussen Hoogovens en de provincie is vastgelegd dat er enige verbetering moet optreden bij de slakbehandeling van HO-7, dit zou gebeurd zijn tijdens de renovatie in 1990.

Omdat HO-5 nog slechts beperkt in bedrijf zal zijn hoeft Hoogovens de ovenhuisafzuiging van HO-5 niet op die van HO-4 aan te sluiten.

Voor het overige zijn door Hoogovens studies toegezegd naar verdere verbetering van de slakbehandeling, maar zijn er geen verdere afspraken gemaakt met betrekking tot de hoogovens.

Recent heeft Hoogovens mede de Intentieverklaring Basismetaalindustrie ondertekent, waarin integrale taakstellingen zijn geformuleerd die betrekking hebben op de milieubelasting ten gevolge van de basismetaalindustrie. In de samenvattende procesbeschrijving van de ruw ijzer- en staalproductie zal hier nader op in worden gegaan.

## 8. REFERENTIES

- Annema, J.A. en R.A.W. Albers (1992)  
Produktie van cokes  
SPIN-procesbeschrijving, RIVM-rapportnummer 736301132
- Braun, A.R. en J. Isings (1990)  
Energieverbruik in de basismetalaalindustrie  
Braun Consultants, Hengelo
- Convenant tussen Hoogovens en de provincie Noord Holland (1988)
- Hoofdinspectie Milieuhygiëne (1991)  
Emissieregistratie
- Provincie Noord-Holland (1990)  
Jaaroverzicht Hoogovens, 1989
- Slooff, W., H.C. Eerens, J.A. Janus en J.P.M. Ros (1988)  
Basisdocument fluoriden  
RIVM rapportnummer 758474005
- Verhagen, H. (1990)  
Informatiedocument Oxikalkslik  
RIVM, Bilthoven
- Welvaadt, C. (1983)  
Van afvalstoffen naar grondstoffen in de staalindustrie  
H<sub>2</sub>O, 16, 364-375
- Weydema, A. (1984)  
Energiebesparing bij Hoogovens  
Energiebesparing, 11
- Zevenhoven-Onderwater, M.F.J. en J. Schinkel (1991)  
Hoogovens Ijmuiden, verzurende procesemissies  
Tebodin, Den Haag

## **BIJLAGE IV: PRODUCTIE VAN RUWSTAAL (OXISTAALFABRIEKEN)**

### **1. BESCHRIJVING BEDRIJFSTAK**

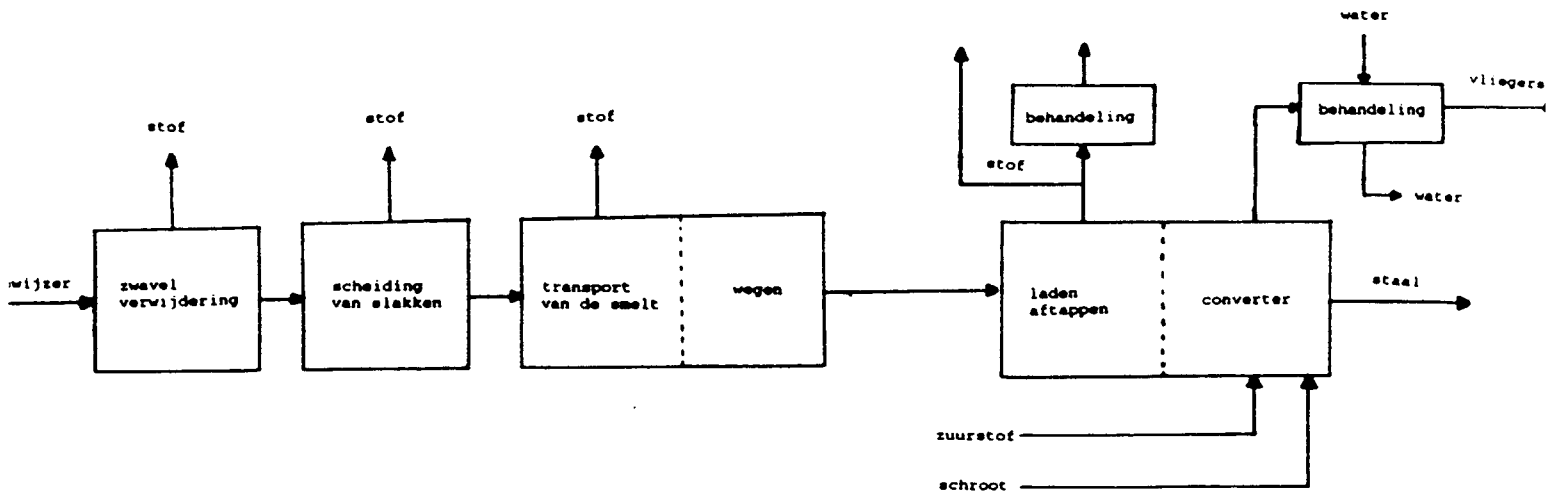
Het oxistaalproces maakt deel uit van de primaire ijzer- en staalproductie, SBI 33.1. Hoogovens IJmuiden (Hoogovens), onderdeel van Hoogovens Groep BV, is het enige bedrijf in Nederland waar het oxistaalproces wordt toegepast. Hoogovens bezit twee oxistaalfabrieken, Oxistaalfabriek 1 en 2 (Oxi-1 en Oxi-2), met een totale productie in 1989 van 5,57 miljoen ton ruwstaal (Anonymus, 1990). Oxi-1 produceerde ca. 1,1 miljoen ton (20% van het totaal) en Oxi-2 ongeveer 4,5 miljoen ton ruwstaal (80%, uitgerust met drie 330 ton converters; Worrel, 1991). Het doel van het oxistaalproces is het koolstofgehalte van het ruwijzer (ca. 4%) dat uit de hoogoven komt, te verlagen tot onder de 1,9%, waarna er over staal wordt gesproken. Ruwijzer is door het relatief hoge koolstofgehalte bros en valt niet te smeden of te walsen.

### **2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIES**

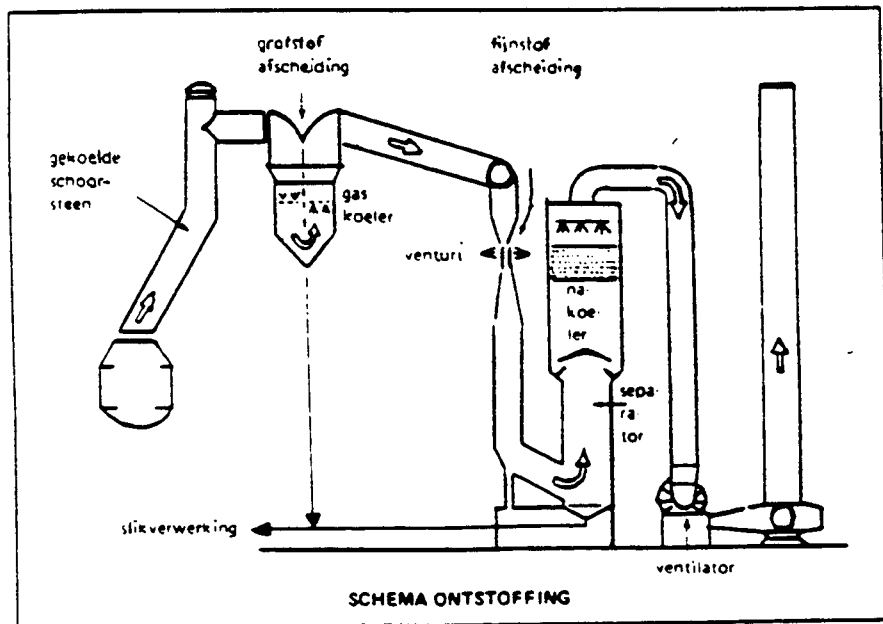
RIZA (1991) scheidt het oxistaalproces in twee stappen, voorbehandeling van ruwijzer en conversie (zie figuur IV.1.). Tijdens de voorbehandeling vindt slak-afscheiding plaats, het vloeibare ruwijzer wordt gewogen en indien noodzakelijk worden proces-reagentia toegevoegd. In de voorbehandelingsfase vinden stof-emissies naar de lucht plaats.

Het voorbehandelde ruwijzer wordt aan converters (peervormige reactievaten, zie figuur IV.2.) toegevoegd, waar het eigenlijke oxistaalproces plaatsvindt. Tijdens het oxistaalproces wordt het koolstofgehalte van het ruwijzer verlaagd en worden verontreinigingen als silicium, mangaan, fosfor en zwavel verwijderd. Genoemde stoffen worden geoxideerd door het blazen van zuurstof op het bad met vloeibaar ijzer. Om te voorkomen dat de temperatuur bij dit oxidatieproces te hoog op loopt wordt staalschrot (ca. 12%) en meestal ook erts toegevoegd. De oxidatieproducten worden opgenomen in de slak (staalslak) of in de vorm van gassen of stofdeeltjes afgevoerd naar de schoorsteen, waar koeling en vervolgens ontstopping plaatsvindt (zie figuur IV.2.). Grote deeltjes worden in een (natte) voorafscheider afgescheiden. De afscheiding van fijn stof vindt plaats in een venturiwassysteem. Een bepaalde hoeveelheid van het stof en van de oxidatie-gassen wordt geëmitteerd.

Naast deze primaire stofvorming vindt stofvorming, zogenaamd secundair afzuigstof (SA-stof), plaats gedurende het toevoegen en het aftappen van respectievelijk het ruwijzer en -staal. De converter bevindt zich tijdens de inzet van grondstoffen in een gekantelde positie en is aangesloten op een tweede afzuig- en (droog) ontstoppingssysteem. Echter, een bepaalde hoeveelheid van het stof wordt geëmitteerd.



Figuur IV.1. Eenvoudig processchema van het oxistaalproces



Figuur IV.2. Primaire ontstopping oxistaalconverter



### 3. EMISSIES EN AFVAL

In tabel 3.1. wordt een overzicht gegeven van de emissiefactoren en emissies naar lucht die optreden in het oxistaalproces.

Tabel 3.1. Emissiefactoren en emissies

Stof	Oxi-1 E-factor (g/ton)	Emissie (ton)	Oxi-2 E-factor (g/ton)	Emissie (ton)	Oxi-1 + Oxi-2 Emissie (ton)
Stof	179	197,4	45,3	203,7	401,1
SO <sub>2</sub>	5,5	6	0,4	2	8
NO <sub>x</sub>	17,6	19,4	2,4	10,8	30,2
CO	7.074,6	7.782,1	16.399	73.794,7	81.576,8
F	0,01	0,012	0,008	0,034	0,046
Aluminium <sup>1)</sup>	0,68	0,75	0,6	2,8	3,55
Arseen <sup>1)</sup>	0,0009	0,001	0,02	0,08	0,081
Cadmium <sup>1)</sup>	0,07	0,08	0,2	0,82	0,9
Calcium <sup>1)</sup>	48,2	53	5,3	23,7	76,7
Chroom <sup>1)</sup>	0,0009	0,001	0,04	0,19	0,191
Koper <sup>1)</sup>		-	0,04	0,19	0,19
Kwik <sup>1)</sup>	0,018	0,02		-	0,02
Lood <sup>1)</sup>	2,9	3,2	1,5	8,3	11,5
Magnesium <sup>1)</sup>	1,45	1,6	2,4	6,8	8,4
Mangaan <sup>1)</sup>	2,7	3	60	11	14
IJzer <sup>1)</sup>	83	91,5	2,8	270	361,5
Zink <sup>1)</sup>	8,2	9		12,7	21,7

1) uit Hoofdingspectie Milieuhygiëne (1991)

Het verschil tussen de emissie-factoren voor Oxi-1 en Oxi-2 kan mogelijk worden verklaard uit het toepassen van het onvolledige verbrandingsproces (zie paragraaf 5) bij één van de converters van Oxi-2.

Door het toepassen van natte gasreinigings- en koelsystemen vinden bij het oxistaalproces aanzienlijke emissies naar water plaats. De emissies naar water van het gehele Hoogovencomplex worden behandeld in de samenvattende procesbeschrijving van de ruwijzer- en staalproductie (zie "Primaire ijzer- en staalproductie").

#### Rest- en afvalstromen

In tabel 5.2. wordt een overzicht gegeven van de reststromen die ontstaan in het oxistaalproces.

Tabel 5.2. Rest- en afvalstromen

Soort stroom	Hoeveelheid (ton)	Verwerking
Slak oxistaal	550.000 <sup>1)</sup>	voor 100% gebruikt
Oxikalkslib	120.000	voor 100% heringezet
SA-stof	1.500	stort/opslag op eigen terrein?
Vuurvast materiaal (puin)	4.000-5.000 <sup>2)</sup>	grotendeels hergebruikt

1) in 1985 (Haskoning 1991)

2) voornamelijk magnesiet en dolomiet. Het materiaal komt meestal bij renovaties vrij, dus niet op continue basis (Elzenga 1992)

Het staalslak wordt ontijzerd. De ijzerstroom wordt intern hergebruikt, het ontijzerde slak wordt extern afgezet en gebruikt in onder andere de weg- en waterbouw.

Jaarlijks ontstaat ongeveer 120.000 ton oxikalkslik (Verhagen, 1991). Het aandeel droge stof bedraagt ca. 100.000 ton, met een ijzergehalte van ca. 50%. Daarnaast bevat het oxikalkslik verbindingen met zink, lood en andere (vluchtige) metalen, bijna geheel afkomstig uit het schrot. Tot 1976 werd oxikalkslik volledig ingezet als secundaire grondstof in het ruwijzerproces (Hoogovens). Van 1976 tot 1987 werd het oxikalkslik op eigen terrein opgeslagen, omdat men zich binnen de ijzer- en staalindustrie bewust was geworden van de problemen verbonden aan een te hoog gehalte aan zink in de voeding van de hoogovens. Door invoering van het schoon schrot beleid, alleen acceptatie van schrot met een laag zinkgehalte, werd het zinkgehalte in het actuele oxikalkslik drastisch verlaagd, waardoor herinzet in het ruwijzerproces vanaf 1987 weer hervat kon worden. Voor een uitgebreide beschouwing over het oxikalkslik, wordt verwezen naar het Informatiedocument Oxikalkslik (Verhagen, 1991). De relatief kleine stroom SA-stof is op dit moment de enige stroom in het oxistaalproces die niet wordt toegepast of heringezet.

#### 4. ENERGIEFACTOREN

De energiebalans van het oxistaalproces wordt weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1. Energiebalans van de ruwstaalfabricage in 1989 (Worrell, 1991)

	Thermisch (GJ/ton ruwstaal)	Elektrisch (GJ/ton ruwstaal)
Consumptie	0,051	0,084
Productie	- 0,14	
Totaal	- 0,089	

In het oxistaalproces wordt, bij een optimale procesvoering, energie teruggewonnen in de vorm van het oxigas (hoog CO-gehalte) en warmteterugwinning. Op het ogenblik vindt bij één converter van 330 ton (in Oxi-2) oxigas-winning plaats, door gebruik te maken van onvolledige verbranding (voor een korte beschrijving, zie paragraaf 5). Naar schatting 26% van het totale geproduceerde gas wordt behandeld volgens het onvolledige verbrandingsproces. In 1986 produceerde Hoogovens ca. 750.000 GJ oxigas (Braun, 1990). Het CO-rijke gas heeft een verbrandingswaarde van 25% van die van aardgas en wordt gebruikt voor de verrijking van hoogovengas dat naar de elektriciteitscentrale in Velsen gaat (Anonymus, 1991).

Bij Hoogovens wordt een kleine hoeveelheid brandstof gebruikt voor de voorverwarming van de converters en eventuele extra opwarming van het vloeibare ruwijzer. Er wordt electriciteit gebruikt voor de zuurstofproductie en voor de behandeling van de converters.

## 5. BESTAANDE MOGELIJKHEDEN VOOR EMISSIEBEPERKING EN ENERGIEBESPARING

Volgens RIZA/DGM (RIZA, 1991) kunnen op basis van best bestaande technieken, zoals het toepassen van doekfilters in combinatie met verbeterde omkapping, bij voorbehandeling van het ruwijzer behoorlijke reducties (60-70%) in de emissiefactoren van stof bereikt worden. Het is niet duidelijk in hoeverre bij Hoogovens in deze stap verdere emissiereductie mogelijk is en zal worden uitgevoerd.

Hoogovens gaat ook bij de overige twee converters in Oxi-2 het systeem van onvolledige verbranding toepassen (Anonymus, 1991), waardoor nagenoeg 80% van het totale geproduceerde oxigas wordt behandeld. Bij de gangbare techniek kan door de opening tussen de convertermond en het rookgasafvoersysteem buitenlucht toetreden. Hierdoor verbranden de CO-gassen uit de converter tot CO<sub>2</sub>. In het onvolledige verbrandingssysteem wordt het verbranden van CO tegengegaan door de toevoer van lucht te beperken. Dit is mogelijk door de rookgasketel aan de onderzijde te voorzien van een beweegbaar deel, het zogenaamde schort, dat op de converter wordt neergelaten tijdens het zuurstofblazen. Hierdoor kan de ventilatorcapaciteit worden afgestemd op de hoeveelheid vrijkomende gassen. De rookgassen bestaan dan tijdens het zuurstofblazen gemiddeld uit ca. 70% CO, 16% CO<sub>2</sub> en 14% stikstof. Bij het gangbare systeem is de samenstelling: 52% stikstof, 42% CO<sub>2</sub>, 2% CO, 2% zuurstof en 2% waterstof.

Hiermee kan ongeveer 0,5-0,6 GJ per ton ruwstaal worden gespaard (Worrell en Blok 1991, Anonymus, 1991). De totale besparing wordt hiermee 1,5-1,8 PJ (gebaseerd op 0,8 x 0,67 x 5,57 miljoen x (0,5 tot 0,6) GJ/ton; Worrell en Blok, 1991; Anonymus, 1991). De kosten worden geschat op 55 gulden per gespaarde GJ (Anonymus, 1991) (oftewel 82 miljoen gulden).

Met onvolledige verbranding kan volgens RIZA (1991) een emissiefactor voor stof worden bereikt van 0,5 g/ton ruwstaal in het oxistaalproces. De emissies zullen hierbij echter gedeeltelijk worden verschoven naar het proces waar het teruggewonnen gas zal worden verbrand (energie-centrale). In tabel 5.1. wordt een schatting gegeven van de emissies in Oxi-2 na implementatie van onvolledige verbranding. Voor Oxi-1 worden geen emissiereducties verwacht.

Tabel 5.1. Schatting van emissie-factoren in Oxi-2 na invoering van "onvolledige verbranding"

Stof	Emissiefactor (g/ton)
Stof	0,5
SO <sub>2</sub>	?
NO <sub>x</sub>	?
CO <sup>1)</sup>	5.000
F	?
Aluminium <sup>2)</sup>	0,006
Arseen <sup>2)</sup>	0,0002
Cadmium <sup>2)</sup>	0,02
Calcium <sup>2)</sup>	0,05
Chroom <sup>2)</sup>	0,0004
Koper <sup>2)</sup>	0,0004
Lood <sup>2)</sup>	0,02
Magnesium <sup>2)</sup>	0,02
Mangaan <sup>2)</sup>	0,02
IJzer <sup>2)</sup>	0,06
Zink <sup>2)</sup>	0,03

1) gebaseerd op 35% reductie per converter (Anonymus, 1991)

2) gekoppeld aan reductie van de emissie van stof

## 6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN

Hoogovens verwacht een toename van het aanbod van zinkrijk staalschrot, als gevolg van de algemene tendens om steeds meer verzinkt staal op de markt te brengen, bijvoorbeeld ten behoeve van de automobiellindustrie (Verhagen, 1991). In het Informatiedocument Oxikalkslik (Verhagen, 1991) worden de prognoses en consequenties hiervan uitgebreid beschreven. Op het ogenblik wordt de optie onderzocht, onder andere met praktijkproeven, om te komen tot herinzet van het oxi(kalk)slik in de staalproductie. Zowel de herinzet van historisch opgeslagen oxikalkslik als van, dan met zink verrijkte, actuele oxikalkslik wordt beoogd.

## 7. NORMSTELLING EN VERGUNNINGSSITUATIE

In het convenant dat is gesloten tussen de Provincie Noord-Holland en Hoogovens worden de oxistaalfabrieken op twee punten aangestipt:

- de koolmonoxide-emissie bij de staalfabriek krijgt geen prioriteit, eerst wordt een nadere studie afgewacht;
- voor de dakemissies van de oxistaalfabrieken hoeven voorlopig geen nadere acties te worden ondernomen.

Er is tussen Rijkswaterstaat en Hoogovens afgesproken dat er zal worden nagegaan of het milieurelevant is om over te gaan tot plaatsing van zandfilters bij de spui uit de DORR-bassins bij de oxistaalfabrieken.

In de wijzigingsbeschikking op de WVO-vergunning (d.d. 23 juli 1992) wordt van Hoogovens gevraagd een plan in te dienen, gericht op vergaande reductie van de afvalwaterlozingen uit de oxistaalfabrieken.

## REFERENTIES

Anonymus (1991)

Hoogovens gaat koolmonoxide van staalfabriek benutten  
Energie & Milieutechnologie, nr. 1/2 januari, 10-11

Braun (1990)

Energieverbruik in de basismetaalindustrie  
Hengelo

Elzenga, H.E. (1992)

Notitie in kader van Euro Environ over Ovenpuin  
RIVM/LAE, Bilthoven

Haskoning (1991)

Emissieprofiel basismetaal  
Resultaten schriftelijke enquête en bedrijfsbezoeken  
VROM/DGM en FME

Hoofdinspectie Milieuhygiëne (1991)

Emissie-registratie, derde ronde van Hoogovens

Provincie Noord-Holland (1990)

Emissie-overzicht Hoogovens 1989

RIZA (1991)

Best Available Technology (BAT) for the reduction of emissions to the environment from  
primary iron and steel industry  
RIZA report 91.048, Lelystad

Verhagen, H. (1991)

Informatiedocument oxikalkslik  
RIVM-rapportnummer 738902012, Bilthoven

Worrell, E. en J. de Beer (1991)

Energiekentallen in relatie tot Preventie en Hergebruik van Afvalstromen  
Deelrapport STAAL, rapport uitgebracht in het kader van het Nationaal  
Onderzoekprogramma Hergebruik van Afvalstoffen  
Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, RU Utrecht, rapport 91041

Worrell, E., K. Blok, R.F.A. Cuelenaere en J. de Beer (1991)

The potential for energy conservation in the netherlands up to the year 2000  
Vakgroep natuurwetenschappen en Samenleving, RU Utrecht (concept)