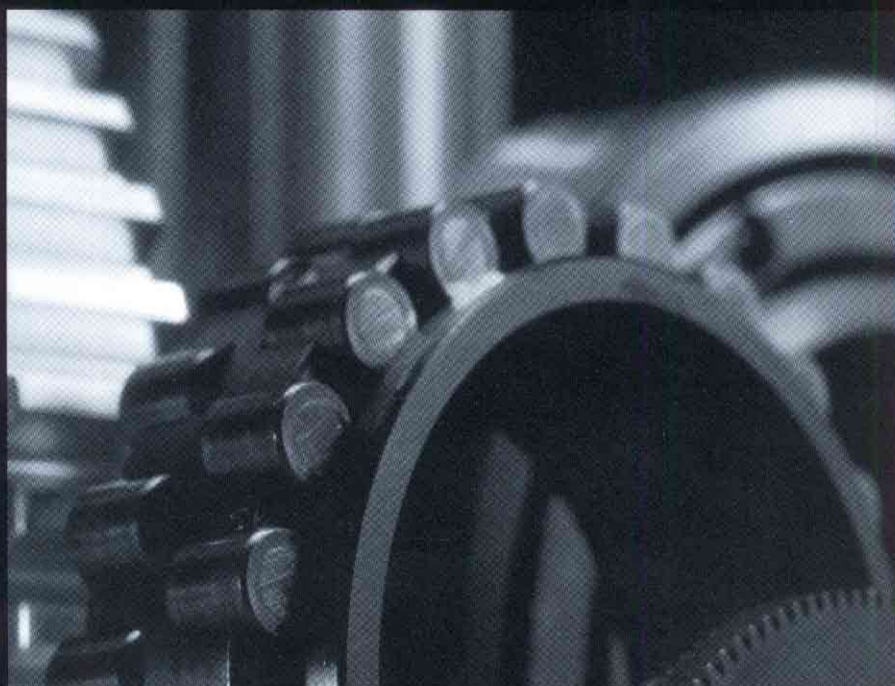


procesbeschrijvingen
industrie



Cement
736301136



Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA



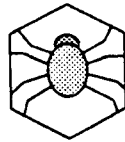
RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE



SPIN

Samenwerkingsproject
Procesbeschrijvingen
Industrie Nederland

PRODUKTIE VAN CEMENT



Samenwerkingsproject
Procesbeschrijvingen
Industrie
Nederland

RIVM (rapportnr. 736301136), RIZA (notanr. 92.003/36) en DGM

Auteurs : J.R.K. Smit (RIVM/LAE), P.W.H.G Coenen (Tauw Milieu)
en A.J.C.M. Matthijsen (RIVM/LAE)
Basisjaar : 1990-1993
Datum publikatie : februari 1995 (actualisatie van de versie van januari 1993)

INHOUD

1. Omvang van het proces	1
2. Procesbeschrijving en bronnen van emissies	2
3. Emissie- en afvalfactoren	4
4. Energieverbruik en energiefactoren	7
5. Maatregelen voor emissiereductie, beperking omvang afvalstoffen en energiebesparing	9
6. Onderzoek naar schone processen	12
7. Normstelling en regelgeving	12
8. Referenties	13

Dit is een actualisatie van de SPIN-procesbeschrijving "Produktie van cement", versie januari 1993, auteur J.R.K. Smit, met als basisjaar 1990.

In deze actualisatie, versie december 1994, basisjaar 1990-1993, zijn de meest recente gegevens verwerkt, alsmede het commentaar van de branche op een concept van deze actualisatie. Met name de hoofdstukken 1, 3, 4 en 5 zijn gewijzigd en in mindere mate de overige hoofdstukken.

1. OMVANG VAN HET PROCES

Cement is een bindmiddel dat verhardt ten gevolge van een reactie met water en dat na verharding bestand is tegen de inwerking van water. Aan dit aspect wordt daarom ook wel het begrip "hydraulisch" verbonden.

Cement wordt niet als zodanig gedolven maar is het produkt van menging en maling van verschillende anorganische bestanddelen waarvan de zogenaamde klinker de belangrijkste is. Deze klinker wordt verkregen door een thermische omzetting van verschillende grondstoffen waarvan kalk, kiezelzuur, ijzeroxide en aluminiumoxide de hoofdbestanddelen vormen.

In Nederland wordt alleen bij ENCI Nederland b.v. te Maastricht mergel gewonnen en klinker geproduceerd. De produktie van klinker bedroeg in 1992 en 1993 respectievelijk 831 en 849 kton. Ongeveer de helft van de in Nederland verwerkte klinker wordt geïmporteerd. Bij de bedrijven ENCI Nederland b.v. in Maastricht, CEMIJ b.v. in IJmuiden en ROBUR b.v. in Rozenburg wordt de klinker verder verwerkt tot cement. De houdstermaatschappij ENCI n.v. (hoofdkantoor 's-Hertogenbosch) maakt deel uit van het CBR-concern.

Van de totale cementproduktie in Nederland, 5,5-6,0 miljoen ton per jaar, levert ENCI n.v. 60-70%. Het overige wordt in hoofdzaak geïmporteerd uit Duitsland en België en in mindere mate uit Zuid- en Oost-Europese landen.

In Nederland worden vier soorten cement geproduceerd, portlandcement, portlandvliegascement, hoogovencement en metselcement. Tabel 1.1. geeft een overzicht van de belangrijkste soorten en hun samenstelling.

Tabel 1.1. De produktie en globale samenstelling van cement in Nederland (Bron: VNC, 1990)

Bestanddeel	Portlandcement (%)	Portlandvliegascement (%)	Hoogovencement (%)	Metselcement (%)
Klinker	95	70	25	50
Bindtijdregelaar	5	5	5	3
Vliegas	-	25	-	-
Hoogovenslak	-	-	70	-
Kalksteen	-	-	-	47
Totaal (kt/j)	980	300	2.100	70

De totale cementproduktie in 1992 en 1993 bedroeg respectievelijk 3.300 en 3.100 kton (Bron: VNC 1994).

Het aandeel van de zogenaamde kalkarme cementsoorten, hoogovencement en portlandvliegascement, is 70% van het totaal. Het aandeel portlandklinker, betrokken op de totale cementproduktie is ca. 49%.

Naast de in de tabel aangegeven soorten bestaan er ook cementsoorten met een specialistische toepassing. In vergelijking met de totale produktie is het aandeel van deze soorten echter verwaarloosbaar. Ze zullen dan ook niet verder in beschouwing genomen worden.

2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIES

In de volledige procesgang van mergel tot cement kunnen twee fasen worden onderscheiden, de klinkerbereiding en de cementmaling.

De klinkerbereiding is verder onder te verdelen in een drietal achtereenvolgende stappen, mergelwinning, grondstofvoorbereiding en klinkerbranden en vindt alleen in Maastricht plaats. De overige twee vestigingen beschikken alleen over de cementmaling.

2.1. ENCI Nederland b.v.

Mergelwinning

De mergel wordt gewonnen op de St.-Pietersberg bij Maastricht. De winning gebeurt in dagbouw door middel van springstof. De brokken worden ter plaatse in een walsbreker verkleind, de primaire breker. Hierna vindt een eerste afscheiding van silex (vuursteen) plaats en wordt de gezeefde mergel via transportbanden naar opslagsilo's gebracht. Bij deze processtap komen voornamelijk stofemissies vrij ten gevolge van het transport van de mergel naar de fabriek.

Mergelmeelbereiding

De mergel wordt, voordat ze de klinkerovens ingaat, geconditioneerd. Deze voorbereiding verloopt ofwel volgens het natte (mergelpap) of het droge (mergelmeel) procédé. Het natte procédé wordt sinds 1990 niet meer toegepast en zal derhalve niet worden beschreven.

Bij het droge procédé wordt de mergel gedroogd in een roterende mergeldroger met behulp van de afgassen van klinkeroven 8 (zie klinkerbereiding). Vervolgens wordt de resterende silex afgescheiden uit de gedroogde mergel en worden toeslagstoffen toegevoegd. Dit droge mengsel wordt vermalen tot mergelmeel in een kogelmolen (gesloten systeem) en opgeslagen in silo's.

Conditionering toeslag- en brandstoffen

De brandstoffen voor de klinkeroven kunnen zowel gasvormig, vloeibaar als vast zijn. De vaste brandstoffen worden, eventueel na droging, vermalen. De afgassen van de silo's en het transportsysteem worden met onder andere doekenfilters ontstof. Bij de voorbereiding van hulpstoffen en brandstoffen (in aardgas en bruinkool gestookte drogers) vinden emissies van gassen, stof en in mindere mate koolwaterstoffen plaats.

Klinkerbereiding

De klinkerbereiding wordt uitgevoerd in een roterende buisoven (oven 8). Aan de bovenzijde van de hellende oven wordt het mergelmeel vanuit voorraadsilo's toegevoegd. Het mergelmeel wordt eerst opgewarmd in cyclonen voordat het meel in de oven wordt geleid. De cyclonen worden doorstroomd door de hete afgassen van oven 8. Ten gevolge van de helling en de rotatie van de oven wordt het mergelmeel richting verbrandingshaard getransporteerd. Hierbij wordt het mergelmeel sterk verhit waardoor decarbonatie en sintering plaatsvindt en aldus klinker wordt gevormd.

De klinker wordt aan het einde van de oven geforceerd gekoeld met lucht in de klinkerkoeler. De lucht uit de koeler wordt teruggevoerd naar de oven. Zonodig wordt de klinker in een kaakbreker verkleind. Hierna volgt opslag van de klinker in een voorraadhal.

Het vrijkomende stof uit de klinkeroven en de mergeldroger wordt uit de afgassen verwijderd in een elektrostatisch filter. De ontstofte afgassen worden vervolgens via een centrale schoorsteen in de atmosfeer geloosd. Het afgevangen stof wordt volledig naar het proces teruggevoerd.

Cementmaling

In gesloten maalsystemen worden de klinker en de toeslagstoffen met behulp van kogelmolens vermalen tot cement van de gewenste fijnheid.

De afgassen van de maalinstallaties en van het transportsysteem worden ontstof door een combinatie van cyclonen en doekenfilters of elektrostatische filters. Het afgevangen stof wordt volledig teruggevoerd naar het proces.

Expeditie/overslag

Bij de expeditie/overslag wordt het cement verladen, in bulk of verpakt. Hierbij vindt uitsluitend stofemissie plaats.

2.3. CEMIJ B.V.

Grondstoffenvoorbereiding

De voornaamste grondstof is gegraneerde hoogovenslak, afkomstig van het aangrenzende ijzer- en staalbedrijf Hoogovens IJmuiden.

De natte gegraneerde hoogovenslak wordt gedroogd in droogtrommels door middel van de afgassen van de warmte/kracht-koppelingsinstallatie (WKK). De gedroogde slak wordt ontijzerd door een magneettrommel.

Indien de warmtecapaciteit van de WKK ontoereikend is, c.q. de WKK buiten bedrijf is, kan een bijstookbrander worden benut, die evenals de WKK gebruik maakt van aardgas.

De grondstoffen klinker en anhydriet worden per binnenvaartschip naar de molenbunkers gevoerd.

Cementmaling

De cementmaling is in principe gelijk aan die bij ENCI Nederland b.v.

Verlading van cement

Het cement wordt opgeslagen in silo's voor verlading per schip of tankauto (onverpakte vorm) of per vrachtauto (verpakt in 'big bags'). Alle afgassen van het pneumatische transport- en doseersysteem worden gereinigd met doekenfilters.

2.3. ROBUR B.V.

De procesvoering bij ROBUR b.v. is vrijwel identiek aan die bij CEMIJ b.v. met uitzondering van de bijstookbrander, die bij ROBUR b.v. niet operationeel is.

ROBUR b.v. meldt verder dat alle processen zijn voorzien van doeken- en elektrostatische filters en gesloten transportsystemen om stofverspreiding te voorkomen. Het afgevangen stof wordt teruggebracht in het proces.

3. EMISSIE- EN AFVALFACTOREN

Bij de cementfabricage vormt de emissie naar de lucht de overheersende factor op het totaal. Deze emissie kan ingedeeld worden in twee groepen, de stofvormige en de gasvormige emissies. De eerste groep komt op verschillende plaatsen vrij en is inherent aan het deeltjeskarakter van de droge-stofstroom door het proces. De tweede groep hangt voornamelijk samen met brandstof-inzet bij de klinkerbereiding en droging van grondstoffen.

Emissies naar de bodem en het water zijn ten opzichte van de emissies naar de lucht verwaarloosbaar klein.

Bij de berekening van emissiefactoren is onderscheid gemaakt tussen de klinkerbereiding (inclusief brandstofconditionering) en de cementproductie (inclusief grondstoffendroging). De emissiewaarden in deze rapportage zijn voor een belangrijk deel afgeleid uit de vergunningsaanvragen uit 1990 (Vergunning ENCI, 1990; Vergunning CEMIJ, 1990). Waar relevant zijn opmerkingen geplaatst vanuit overige bronnen.

3.1. Emissie naar de lucht

Mergelwinning

De stofemissie ten gevolge van de mergelwinning (dagbouw) zijn niet kwantificeerbaar. Volgens de VNC is de emissie beperkt gezien het vochtige karakter van de mergel, die op steeds grotere diepten wordt gewonnen (10-20% vocht).

Incidenteel kan stofverspreiding optreden bij langdurige droogte en winderig weer (ca. 0,1% van de gewonnen mergel). Dan nog lijken de hoge wanden rond een groot gedeelte van de groeve verspreiding van het grofkorrelige stof buiten het bedrijfsterrein tegen te gaan. Bij ROBUR b.v. en CEMIJ b.v. vindt geen mergelwinning plaats.

Mergelmeelbereiding en brandstofconditionering

De emissies uit de mergeldroger worden meegevoerd met de afgassen uit oven 8 en vervolgens gereinigd in een elektrostatisch filter. Het betreft mergel, klinker en toeslagstoffen (slak en vlieggas) naast vliegassen van de ingezette brandstoffen. Daarnaast ontstaan stofemissies bij het transport en malen van vaste brandstoffen, circa 40 ton/jaar.

Klinkerbereiding

Bij de klinkerbereiding ontstaan stofemissies door transport, op- en overslag van mergelmeel en toeslagstoffen. Bij de brandstofvoorbereiding zijn er emissies van koolstofdeeltjes door maling en opslag van bruinkool en cokes, totaal circa 125 t/j. De stofemissie uit oven 8 bedraagt circa 55 ton/j.

In tabel 3.1. zijn de emissies en emissiefactoren, betrokken op de productiecapaciteit, uit de vergunning voor de klinkeroven 8 vastgelegd.

Tabel 3.1. Emissies en emissiefactoren bij de klinkerbereiding. De productiecapaciteit van oven 8 bedraagt volgens de vergunning 850.000 ton per jaar. (Bron: aanvraag milieuvergunning 1990)

Component	Oven 8	
	emissie (t/j)	E-factor (kg/t)
CO ₂ ¹⁾	340.000	400
Stof	180	0,212
Fluor	0,16	0,0002
Zware metalen ²⁾	0,04	0,00005

1) ten gevolge decarbonatie van mergel (VNC, 1994)

2) de zware metalen betreffen Te, Sb, Pb, U, Se, As, Tl, Zn, Cu, Cr, Ni, V, Cd en Hg

Cementmaling, expeditie en overslag

De hierbij optredende stofemissies en emissiefactoren zijn weergegeven in tabel 3.2 en zijn betrokken op de cementproductie.

Tabel 3.2. Stofemissies en emissiefactoren bij cementmaling¹⁾, expeditie en overslag

	ENCI		CEMIJ		ROBUR	
	emissie (t/j)	E-factor (g/t)	emissie (t/j)	E-factor (g/t)	emissie (t/j)	E-factor (g/t)
Stof	115	95	125	100	51	84

1) inclusief slakdroging

3.2. Emissies naar bodem en water

In het cementfabricageproces bij ENCI Nederland b.v. wordt proceswater maar op één plek in significante hoeveelheden ingezet, bij de koeling van de klinkerovens (ca. 3 miljoen m³/jaar). Doordat dit water op een enkele plek met de interne processtromen in aanraking komt, wordt door ENCI Nederland b.v. gesteld dat er geen verontreiniging plaats vindt.

Daarnaast lost ENCI Nederland b.v. jaarlijks ook nog groeve-water (ca. 1 miljoen m³/j), dat wordt weggepompt bij het gedeelte van de groeve dat lager dan +45 m NAP ligt.

Tenslotte wordt er door ENCI Nederland b.v. jaarlijks ook nog ca. 40.000 m³ samen met koelwater huishoudelijk afvalwater via een eigen rioolsysteem geloosd op de Maas. Uit de vergunningaanvraag kan worden afgeleid dat het huishoudelijk afvalwater en regenwater in de huidige situatie niet gezuiverd wordt. Wel is momenteel een aansluiting op een RWZI gerealiseerd.

Emissies naar de bodem hangen voornamelijk samen met het hemelwater dat vanuit de buitenopslag van grond-, hulp- en vaste brandstoffen de bodem insijpelt. De emissies naar de bodem zullen waarschijnlijk alleen voortkomen uit mogelijk verspreid stof en eventuele calamiteiten. Aangenomen wordt dat in de huidige situatie deze emissie verwaarloosbaar is.

Bij CEMIJ b.v. wordt het koelwater (ca. 400.000 m³/j) en het huishoudelijk afvalwater (ca. 4.000 m³/j) via een eigen riooisysteem geloosd op het oppervlaktewater van de 1e Rijksbinnenhaven.

Van ROBUR b.v. zijn geen gegevens bekend.

3.3. Afvalstoffen

Bij elk proces komen afval- dan wel reststoffen vrij. De cementindustrie heeft echter de mogelijkheid om deze grotendeels terug te voeren in het proces (afgevangen stof) dan wel deze voor nuttige toepassing of hergebruik af te zetten (slakijzer). Silex wordt voor een deel vermarkt, de rest gaat terug naar de groeve (VNC, 1994). In tabel 3.3. wordt een overzicht gegeven van de reststoffen van ENCI Nederland b.v. en CEMIJ b.v. De reststoffen verschillen sterk van jaar tot jaar.

Tabel 3.3. Afvalstoffen bij ENCI Nederland b.v., CEMIJ b.v. en ROBUR b.v.

	ENCI (t/j)	CEMIJ (t/j)	ROBUR (t/j)
Bedrijfsafval	--	180	n.b.
- kantoor-, kantine-, overig afval	1.900	n.b.	n.b.
- schroot	100	--	--
Chemisch afval	23	< 10	< 1
Afgewerkte olie	30 (m ³)	15 (m ³)	< 6 (m ³)
Silex (vuursteen)	135.000	--	--
Slakkluiten	n.b.	500	n.b.
Slakijzer	5.000	4.000	--
Vuurvaste steen	12.800 ¹⁾	--	--

1) Bron: Interfac (1980) en aanvragen milieuvergunningen

Opmerkelijk is dat ROBUR aangeeft geen slakijzer af te geven terwijl CEMIJ dit wel doet. Beide lokaties voeren in principe dezelfde processen en betrekken de hoogovenslak voor het grootste deel uit dezelfde bron.

3.4. Emissies ten gevolge van eigen energie-opwekking

Ook bij de emissiefactoren voor de gasvormige componenten ten gevolge van de inzet van fossiele brandstoffen wordt onderscheid gemaakt tussen de klinkerproductie en de cementproductie.

In tabel 3.4 zijn de emissies ten gevolge van het energiegebruik bij de klinkerbereiding inclusief de brandstofconditionering weergegeven.

Tabel 3.4. Emissies ten gevolge van eigen energiegebruik en emissiefactoren bij de klinkerproductie, gerelateerd aan een energiegebruik van 3,65 GJ/ton klinker (VNC, 1990)

Component	Oven 8	
	emissie (t/j)	E-factor (kg/GJ)
SO ₂	71	0,000023
NO _x	2540	0,0012
CO	421	0,00014
CO ₂	346.000	0,113

In tabel 3.5 zijn de emissies ten gevolge van het energiegebruik bij de cementproductie inclusief grondstoffendroging weergegeven.

Tabel 3.5. Emissies ten gevolge van eigen energiegebruik en emissiefactoren bij de grondstofvoorbereiding en cementmaling gerelateerd aan een energiegebruik van respectievelijk 1, 0,76 en 0,33*10 E6 GJ per jaar (VNC, 1990)

	ENCI		CEMIJ		ROBUR	
	emissie (t/j)	E-factor (kg/GJ)	emissie (t/j)	E-factor (kg/GJ)	emissie (t/j)	E-factor (kg/GJ)
SO ₂	53	0,05	--	--	--	--
NO _x	223	0,22	130	0,17	42	0,13
CO	167	0,17	--	--	--	--
CO ₂	26.900	26	40.500	53	20.200	62

4. ENERGIEVERBRUIK EN ENERGIEFACTOREN

De productie van cement vergt veel energie. De energiekosten wegen daardoor zwaar in de operationele kosten. Voor alles zijn de ontwikkelingen op de reductie van deze post gericht. Dit is niet uitsluitend vertaald naar zuiver procestechnische ontwikkelingen maar is ook deels tot uitdrukking gekomen in de keuze van de brandstoffen en grondstoffen.

Voor de inzet van brandstoffen moet onderscheid worden gemaakt tussen de klinkeroven van de ENCI b.v. in Maastricht en de overige vuurhaarden. Reden is de grote inzet van en diversiteit in de brandstoffen voor de ovens. Opmerkelijk is het aandeel in de brandstoffen dat gevormd wordt door reststoffen uit andere processen, 38% mijn- en leisteen en 36% cokes en andere reststoffen. Er wordt maar voor circa een kwart van de totale warmte-inzet beslag gelegd op primaire brandstoffen (2% aardgas, 22% stookolie en bruinkool). Het totale energiegebruik van de klinkeroven 8 bedraagt bij volledige bezetting circa 3 miljoen GJ per jaar.

De overige vuurhaarden (drogers en ketels) bij de ENCI b.v. hebben een gezamenlijk verbruik van ca. 1 miljoen GJ, voornamelijk aardgas. Voor deze vuurhaarden werd ook bruinkool gebruikt en minder dan 1% van de energie kwam uit stookolie.

Bij CEMIJ b.v. en ROBUR b.v. wordt uitsluitend aardgas ingezet in de warmte-krachtinstallaties (WKK). De warme afgassen worden gebruikt in de drogers. Door CEMIJ b.v. wordt 24 miljoen Nm³/j (0,76 PJ) aan aardgas verstoekt terwijl dit bij ROBUR 10,3 miljoen Nm³/j (0,33 PJ) is.

Daarnaast kent de cementindustrie een aanzienlijk elektriciteitsverbruik. Voor ENCI Nederland wordt dit jaarlijks op ca. 0,33 PJ geschat en voor CEMIJ b.v. ca. 0,4 PJ. ROBUR b.v. geeft aan dat haar verbruik ca. 0,16 PJ is waarvan 50% in de WKK wordt opgewekt.

Tabel 4.1. Energieverbruik uitgedrukt in energiefactoren gerelateerd aan een klinkerproductie van 850 kton

	Energieverbruik (PJ/j)	Energiefactor (MJ/ ton klinker)
Elektriciteit	0,22	254
Overige brandstoffen	2,9	3350
Totaal	3,1	3600

Bron: NOVEM (1992)

Tabel 4.2. Energieverbruik uitgedrukt in energiefactor gerelateerd aan een cementproductie van circa 3.600 kton

	Energieverbruik (PJ/j)	Energiefactor (MJ/ ton cement)
Elektriciteit		
ENCI	0,33	186
CEMIJ	0,39	312
ROBUR	0,16	254
Overige brandstoffen		
ENCI	0,80	457
CEMIJ	0,76	608
ROBUR	0,33	542
Totaal/gemiddeld	2,77	786

Bron: Aanvraag milieuvergunningen en VNC

De productie van een ton portlandcement uit de ruwe grondstoffen vergt tussen de 4.000 (Drinkgem, 1983) en de 4.700 MJ (Kreijger, 1974) aan energie. Hierbij zijn de verschillende energiebronnen aan elkaar gerelateerd. ENCI Nederland b.v. schat de energie-inhoud van portlandcement op 4.200 MJ/t.

Bij de produktie van de andere cementsoorten, portlandvliegascement, metselcement en hoogovencement, wordt aanzienlijk minder energie verbruikt. Dit komt door het kleinere aandeel portlandklinker dat voor de bereiding van deze soorten nodig is.

Uit een artikel van Marmé en Seeberger (1986) is de energie-inhoud van de vier soorten in Nederland geproduceerde cementsoorten af te leiden (tabel 4.3).

Tabel 4.3. De primaire energie-inhoud van verschillende cementsoorten

Cementsoort	Energie-inhoud (%)	Produktieaandeel (%)
Portlandcement	100	28
Hoogovencement	58 ¹⁾	61
Portlandvliegas-cement	79	9
Metselcement	60 ²⁾	2

1) ENCI Nederland b.v. schat dit percentage op 50%

2) berekend uit de samenstelling volgens de ENCI b.v. (Brochures 1 en 2, VNC) en de energie-inhouden volgens Marmé en Seeberger (1986)

Duidelijk is dat de inzet van de beide kalkarme cementsoorten een grote reductie in het verbruik van primaire energie ten gevolge heeft. Samen nemen ze 70% van het totale produktievolume voor hun rekening.

5. MAATREGELEN VOOR EMISSIEREDUCTIE, BEPERKING OMVANG AFVALSTOFFEN EN ENERGIEBESPARING

5.1. Emissiebeperking

Volgens de vergunningaanvraag zullen de volgende ontwikkelingen tot een vermindering van de stofemissie leiden:

- de aanleg van een nieuwe brandstofbehandelingsinstallatie (eind 1993);
- de bouw van een nieuwe cementmaalininstallatie die gaat voldoen aan de normen in de TA-Luft 1986. Daarnaast een aanpassing van de ontstoffing van de blijvende maalininstallaties, zodat ook daarmee aan de TA-Luft wordt voldaan;
- de ingebruikname van een nieuwe verzendinstallatie.

Uiteindelijk zal het stofgehalte in de nieuwe situatie hoogstens 30 mg/Nm³ mogen zijn. De huidige waarden liggen tussen 50-100 mg/Nm³.

De enige stofemissies die ongecontroleerd blijven, zijn bij het mergeltransport van de groeve naar de fabriek en de op- en overslag in de buitenlucht. Hier zijn nauwelijks maatregelen te nemen. Wel wordt in tijden van droogte water op de lading op de kippers gespreid.

Voor gasvormige componenten kan worden opgemerkt dat er onderzoek plaats vindt naar de emissiereductie van NO_x . In de huidige situatie is de NO_x - emissie onder de norm is. Tebodin (1991) stelt dat voor oven 8 tot 80% reductie bereikt kan worden met SCR-technieken (Selectieve Catalytic Reduction; injectie van ammoniak en reductie over een katalysator). De kosten worden weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kosten emissiereductie cementoven 8

	SCR (Fl.)
Investeringskosten	18.500.000
Operationele kosten	2.000.000
Totale jaarlasten	4.530.000
Kosten effectiviteit (Fl./ton reductie)	2.400

De emissie van SO_x blijkt in oven 8 erg laag te zijn. Tebodin stelt dan ook dat reductie-technieken hiervoor niet zinvol zijn.

CEMIJ b.v. meldt dat, op basis van de investeringssituatie voor het verminderen van NO_x bij de WKK, met instemming van de provincie Noord-Holland, is besloten voorlopig geen aanvullende maatregelen te treffen. Het wachten zou zijn op low- NO_x -branders.

5.2. Energiebesparing

Energiebeperking in de cementindustrie is altijd gebeurd vanuit het gegeven dat het energieverbruik per ton produkt zeer hoog is. Grote besparingen op dit verbruik zijn met name bereikt door secundaire grondstoffen als hoogovenslak en vliegashoudend materiaal te zetten ter vervanging van de energie-intensieve portlandklinker.

De elektriciteitsconsumptie van de molens is een onderwerp van studie. Uit Marmé en Seeberger (1986) blijkt dat de overgang van kogelmolens naar walsmolens een significante reductie (tot 30%) in het specifieke elektriciteitsverbruik kan opleveren. Echter, het effect op het totale energieverbruik zal niet overheersend zijn, hooguit 5%.

Uit onderzoek in samenwerking met NOVEM blijkt dat in 2000 een totale energiebesparing van 20% bereikt kan worden ten opzichte van 1989. Dit heeft inmiddels geleid tot een energieconvenant. De energie efficiency index voor de jaren 1992 en 1993 bedroeg respectievelijk 93,57% en 89,05%.

Verder is door de inzet van brandstoffen van secundaire oorsprong, glycolbottoms, cokes en leesteen/mijnsteen een verminderde inzet van de fossiele energiebronnen bereikt. De huidige stand van zaken is dat nog maar een kwart van de warmte-inzet in de klinkerovens gehaald wordt uit fossiele brandstoffen.

Nadelig voor de efficiëntie is het steeds toenemende vochtgehalte van de mergel. Deze toename wordt veroorzaakt door de grotere diepte waarop het mergel moet worden gewonnen.

5.3. Gereduceerde emissiefactoren

Uit de opsomming is een nieuwe set emissiefactoren geschat die met de huidige stand van de technologie bereikt zou kunnen worden. In tabel 5.2. worden deze waarden gepresenteerd. De aanname was dat de rest van de operationele parameters gelijk blijft aan de huidige toestand.

Tabel 5.2. Een schatting van de emissiefactoren en het energieverbruik na het toepassen van maximale reductie-technieken

Component	Dimensie	Emissiefactor klinkerbereiding	Emissiefactor cementmaling
SO ₂	g/t	85	--
NO _x	g/t	600	70
Stof	g/t	65	90
Energieverbruik	MJ/t	3.200	160

In de cijfers voor de klinkerbereiding is geen rookgasontzwaveling opgenomen. Wel is uitgegaan van 80% NO_x-reductie en 20% energiebesparing.

De waarde voor de NO_x-uitstoot van de cementmaling is gelijk genomen aan de huidige emissiefactor. Die voor de stof-uitstoot komt overeen met 50% van de nu toegestane maximale stof-concentraties (zie paragraaf 5.1.). Net als bij de klinkerbereiding is voor het energieverbruik in de cementmaling uitgegaan van 20% reductie ten opzichte van de bestaande situatie. Hierbij moet beseft worden dat het gaat om een gemiddelde. Momenteel wordt bij de cementmaling tussen 252 en 1.044 MJ/t elektrische energie verbruikt, afhankelijk van de soort cement en de fijnheid van het eindprodukt.

6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN

Echte schone alternatieven voor de huidige procesvoering in de cementfabricage zijn er niet. Er moet immers altijd klinker worden gebrand bij hoge temperaturen (NO_x -emissie) en vaste stof worden gemalen (stof-emissie). Schone technologieën liggen daarom steeds op het vlak van maatregelen ter beperking van emissies en energieverbruik in aanvulling op bestaande processen.

Wel heeft de afgelopen jaren al een vermindering van de uitstoot plaats gevonden door de toename van kalkarme cementsoorten, waarbij het aandeel van (dure) portlandklinker afneemt, en meer secundaire grond- en hulpstoffen worden gebruikt. Zo wordt momenteel in hoogovenement al ca. 70% van de portlandklinker vervangen door hoogovenslak. Dergelijk grootschalig hergebruik van hoogovenslak bestaat al sinds 1931.

Voor het overige wordt er door verschillende auteurs op gewezen dat de Nederlandse cementindustrie al een groot verwerker van reststoffen is. Een verdere inzet van brandbare restprodukten zou echter nog mogelijk zijn, bijvoorbeeld in ovens met een pre-calcinatie stap. Marmé en Seeberger (1986) noemen als mogelijk inzetbare reststoffen autobanden, huisvuil, bleekarde en zuurteer.

Verder is duidelijk dat, door de alkalische aard van het mergelmeel, in de klinkeroven de ontzwaveling van de afgassen dusdanig hoog is dat de inzet van brandstoffen met een relatief zeer hoog zwavelgehalte zonder meer mogelijk is (Kroboth, 1986).

7. NORMSTELLING EN REGELGEVING

In Nederland bestaan er geen wettelijk vastgelegde normen voor de cementindustrie. Wel bestaat er een EG-richtlijn (EEG-richtlijn, 1990) waarin een normstelling is vervat voor de cementindustrie (met name klinker ovens). Deze richtlijn is echter nog niet geïmplementeerd in de Nederlandse regelgeving.

In de praktijk wordt bij de vergunningverlening gerefereerd aan de NER. Zo ook bij de vergunning van de ENCI (Vergunning ENCI, 1990).

8. REFERENTIES

Deze procesbeschrijving is een actualisatie van de procesbeschrijving van januari 1993. deze procesbeschrijving betrof een verkorte editie van een uitgebreide interne notitie binnen het RIVM/LAE (Smit, 1992).

Brochure 1, Wat weten wij van cement?

VNC

Brochure 2, Cement, waard om van te weten

VNC, ENCI brochure overhandigd door het VNC

Drinkgern, G. (1983)

Energieeinhalt beim Beton und bei Beton-Bauteilen

Betonwerk + Fertigteil/Technik, 9, 588-591

EEG-richtlijn (1990)

Richtlijn 84/360/EEG, Technisch Memorandum betreffende de beste beschikbare technologie die geen overmatig hoge kosten veroorzaakt voor de produktie van cement

ERL - Londen 1990, EEG-DG XI/A/3

Interfac (1980)

Beperking van industrieel afval bij de bron; Verslag van een onderzoek naar vast afval in de baksteen-, betonmortel-, cement- en betonwarenindustrie

Interuniversitaire Interfaculteit Bedrijfskunde i.o.v. de stichting SVA, Delft, april 1980

Kreijger, P.C. (1974)

Beton in onze planetaire huishouding

Cement XXVI, 3, 93-101

Kroboth, K. (1986)

Zement: Herstellung - Eigenschaften - Hydratation

Gesundes Wohnen: Wechselbeziehungen zwischen Mensch und gebauter Umwelt; ein Kompendium, 336-348

Beton-verlag, Düsseldorf, ISBN 3-7640-021 g-0

Marmé, W. en J. Seeberger (1986)

Energieeinhalt von Baustoffen

Gesundes Wohnen: Wechselbeziehungen zwischen Mensch und gebauter Umwelt; ein Kompendium, 279-291

Beton-verlag, Düsseldorf, ISBN 3-7640-0219-0

NOVEM (1992)

Energie kentallen in relatie tot preventie en hergebruik van afvalstromen

Smit, J.R.K. (1992)

De Nederlandse Cementindustrie

Interne Notitie RIVM/LAE, september 1992

Tebodin (1991)

Verslaggeving project 'Verzurende emissies'-ENCI Nederland N.V.;

Tebodin Den Haag i.o.v. VROM-DGM, augustus 1991

UvA (1991)

Concept-rapportage Aanbruggen bij Zaltbommel; verschijnt in 1992

36 - 14

Vergunning CEMIJ (1990)

Vergunningsaanvraag CEMIJ ingevolge de Hinderwet, de Wet inzake de luchtverontreiniging en de Wet geluidshinder; Provincie Noord-Holland, Haarlem, mei 1990

Vergunning ENCI (1990)

Vergunningsaanvraag ENCI ingevolge HW, WLV. WGH
Provincie Limburg, Maastricht, juli 1990

VNC (1990)

Persoonlijke mededeling P.A. Lanser

VNC (1994)

Vereniging Nederlandse Cementindustrie, pers. comm. P.A. Lanser, ref. la/br1255doc,
29 september 94