

**Exploitatiekosten van Milieuvorzieningen bij
Nederlandse Industriële Bedrijven**

**Operating Costs of Environmental Protection
Expenditure by Dutch Industry**

FATMA GUN

Exploitatiekosten van Milieuvorzieningen bij Nederlandse Industriële Bedrijven

Herziening van het schattingsmodel exploitatiekosten van
milieuvorzieningen bij industriële bedrijven in Nederland

Definitieve versie

Naam student: Fatma Gun
Studentnummer: 08075220

Opleiding: Bedrijfswiskunde
Onderwijsinstelling: De Haagse Hogeschool, Delft
Afstudeercoach: mw. dr. ir. C. van der Reijden
Studiejaar: 2013/2014

Afstudeerbedrijf: Het Centraal Bureau voor de Statistiek
Bedrijfsbegeleider: dhr. ing. Jaap van Riessen
Bedrijfsbegeleider: dhr. drs. Marcel van Velzen

Voorwoord

Toen ik een vacature op de website van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) zag over onderzoek naar een schattingsmethode voor exploitatiekosten van milieuvoorzieningen, heb ik direct de teamleider van de afdeling Milieukosten Ellen Brinksma gebeld om mijn interesse hiervoor te tonen. Na een sollicitatiegesprek mocht ik in september 2013 met afstuderen op het CBS aan de slag gaan.

Voor de verdieping van de opleiding Bedrijfswiskunde wilde ik graag met een project meedoen dat over de duurzaamheid van het milieu ging. Dit was een ideale kans om dat doel te realiseren en daarom waardeer ik deze geboden gelegenheid enorm. Gedurende vier maanden heb ik met enthousiasme aan dit project gewerkt, samen met mijn begeleiders.

In deze informatieve scriptie heb ik het onderzoek en de werkzaamheden uitgebreid beschreven. Deze scriptie is bestemd voor mijn begeleiders vanuit het CBS, de Haagse Hogeschool en voor andere belangstellenden.

Het succes van dit project heb ik te danken aan verschillende personen die mij tijdens deze periode gesteund hebben. Ik dank hierbij hartelijk:

- ❖ Ellen Brinksma, de teamleider van afdeling Milieukosten, voor haar leiding,
- ❖ Jaap van Riessen, bedrijfsbegeleider, voor zijn begeleiding tijdens het project, de inhoudelijke steun en voor zijn geduld,
- ❖ Marcel van Velzen, bedrijfsbegeleider, voor het uitleggen van de wetenschappelijke formules, notuleren tijdens de vergaderingen en voor zijn luisterend oor,
- ❖ Sjoerd Schenau, collega, voor zijn feedback tijdens de vergaderingen,
- ❖ Fereshtah Faqiri, collega, voor haar bruikbare tips over het project, hulp bij het verzenden van de enquêtes en steun tijdens de vergaderingen,
- ❖ Andries Offringa, collega, voor zijn steun bij het evalueren van de opgegeven waarden door de bedrijven,
- ❖ Vincent van Straalen, collega, voor zijn steun bij het gebruiken van de software van het CBS,
- ❖ Ineke van der Reijden, de stagecoach, voor haar begeleiding vanuit de school,
- ❖ Mijn moeder, voor de motiverende gesprekken om mijn scriptie af te ronden desondanks de ziekte van mijn vader.

Den Haag, februari 2014

Inhoudsopgave

VERKLARENDE WOORDENLIJST	8
SAMENVATTING	14
SUMMARY	16
1. INLEIDING	18
2 ONDERZOEKSOPZET	19
2.1 De probleemstelling	19
2.2 De doelstelling	19
2.3 De populatie en aanpak van het onderzoek	20
2.4 De opdrachtgevers	22
3 DE BEGRIPPEN	24
3.1 De exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven	24
3.2 De milieucompartimenten	25
4 LITERATUURONDERZOEK NAAR DE EXPLOITATIEKOSTEN VAN MILIEUVOORZIENINGEN	30
5 ENQUÊTE NAAR DE EXPLOITATIEKOSTEN VAN MILIEUVOORZIENINGEN	34
5.1 De doelpopulatie en steekproef van het onderzoek	34
5.2 De brief en het invulformulier	35
6 ANALYSE VAN DE RESULTATEN	36
6.1 De resultaten van de enquête en de uitgangspunten voor de analyse	36
6.2 De analyse van de resultaten	37
7 DE CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	45
7.1 De conclusie	45

7.2 De aanbevelingen	45
LITERATUURLIJST	46
BIJLAGEN	48
Bijlage 1 Het organogram van het CBS	49
Bijlage II Het enquêteformulier	51
Bijlage III De grafieken over de milieucompartimenten	54

Verklarende woordenlijst

Hieronder worden verschillende milieu-investeringen bij industriële bedrijven toelicht. Deze begrippen zijn in deze scriptie, in de statistiek milieukosten van bedrijven of in de enquêtes naar de bedrijven gebruikt.

- Olie afscheidingsinstallatie** Olie afscheidingsinstallatie voorkomt dat olie met het afvalwater in het riool terecht komt.⁽¹⁾ Het afvalwater van industriële bedrijven kan olie, vet en slib bevatten waarmee de lozing van afvalwater schadelijk is voor het milieu. Daarom wordt het verzameld in een speciaal geconstrueerde put of putten waarin de lichte oliedelen op het water drijven en de zware elementen als slib bezinken, waarna ze in een afscheider worden verzameld.
- Afvalwaterzuiveringsinstallatie** Het afvalwater dat uit de productie van de industriële bedrijven voortvloeit, kan met een afvalwaterzuiveringsinstallatie worden gezuiverd.⁽²⁾ Eerst worden de grove delen uit het afvalwater verwijderd, waarna worden bacteriën toegevoegd aan het afvalwater. Daarna wordt het afvalwater naar een beluchtingsplaats gebracht, zodat de bacteriën functioneel kunnen werken. Nadat de bacteriën hun werk hebben voltooid zijn ze zo zwaar dat ze naar de bodem zakken. Het water dat boven blijft, wordt geloosd in het oppervlaktewater. Zo gaat het schone water afkomstig uit afvalwater van industriële bedrijven terug naar de natuur.
- Afzuiging lasgassen** Lasgas komt vrij bij het lassen en thermisch snijden. Het is gevaarlijk voor het milieu en de gezondheid van mensen, daarom wordt het lasgas afgezogen door een afzuiger die daarvoor speciaal ontworpen is.⁽³⁾
- Biomassa** Biomassa komt in vaste en vloeibare vorm voor.⁽⁴⁾ Biomassa is onder andere snoeiafval (uit plantsoenen en bossen), dunningshout, industrieel rest- en afvalhout, Gft-afval, agrarische reststoffen zoals stro en mest, geteelde gewassen (hennep, wilgen, populieren en miscanthus) en slib zoals

zuiveringsslib uit industriële waterzuiveringen in de papierindustrie. Bij verbranding van deze biomassa komt energie vrij waarmee CO₂-neutraal elektriciteit en warmte kan worden geproduceerd. Bij vergassing wordt de biomassa omgezet in een gasvormige brandstof. Het geproduceerde gas wordt gebruikt als brandstof of het wordt gebruikt in de chemische industrie als synthesesgas.

Computer to plate (CTP)

Een type Printing druk voorbereidingsproces waarbij een digitaal beeld rechtstreeks vanaf een computer naar een plaat op een druk wordt overgebracht.⁽⁵⁾ Door dit proces is het niet noodzakelijk om een film(negatief) op een drukplaat te maken, zodat er minder vervuilende stoffen worden gebruikt. CTP voorkomt ook menselijke fouten omdat het gehele proces digitaal verloopt.

DeNOx – installatie

Stikstofoxide reageert met allerlei stoffen in de lucht die verontreiniging in de lucht veroorzaken.⁽⁶⁾ Daarom wordt het stikstofmengsel door de DeNOx-installatie in water en stikstof omgezet.

Frequentieregelaar

Frequentieregelaars besturen draaistroommotoren efficiënter waardoor deze motoren minder elektrische energie gebruiken.⁽⁷⁾

Gaswasser

Een gaswasser (scrubber) neutraliseert verontreinigende stoffen in industriële lucht- of afvalstromen.⁽⁸⁾ Een scrubbervloeistof wordt met de afval- of gasstroom in contact gebracht die de schadelijke gasstroom absorbeert.

Geluidsdemper

Een geluidsdemper is een constructie om geluidsdruk te verminderen. Geluidsdempers worden onder andere toegepast op een luchtuitlaat. Dat kan zijn een uitlaatkanaal van een ventilator of een verbrandingsmotor. Ook een dubbele wand of een omkasting kan echter als demper functioneren om bijvoorbeeld omgevingsgeluiden te dempen.

Gesloten koeltoren	Een gesloten koeltoren voor koelprocessen in de industrie zorgt voor bijvoorbeeld minder grondwatergebruik. Na het gebruik van water voor de koeling wordt het afgekoelde water weer in het oppervlaktewater of in het riool geleid.
Hoogrendementsketel (Hr-ketel)	Een Hr-ketel op aardgas heeft een hoger rendement ten opzichte van een conventionele verwarmingsketel. ⁽⁹⁾ Door condensatie van de waterdamp in de rookgassen gebruikt deze verwarmingsketel minder gas.
Koelmachines: Cfk's vervangen door Hfk's	Aanvankelijk werden bij koelmachines ammoniak, zwaveldioxide of methylchloride gebruikt. ⁽¹⁰⁾ Als gevolg daarvan werd lucht verontreinigd. Later zijn deze stoffen vervangen door chloorfluorkoolstofverbindingen (Cfk's) als Freon R-12, R-22, R502. Het bleek echter dat deze stoffen een schadelijke werking op de ozonlaag hebben waardoor naar alternatieven werd gezocht. Cfk's zijn onder invloed van het Montreal-protocol uitgefaseerd. Op dit moment zijn koelmachines met Hfk's (waterstoffluorkoolstofverbindingen) milieuvriendelijker.
Led of hoogfrequente verlichting	Led of hoogfrequente verlichting bespaart energie bij industriële bedrijven. Het is een vorm van solid-state lighting (SSL), die uit een groep van led (lichtemitterende) diodes zijn opgebouwd.
Lekbak	Onder machines waar chemische stoffen lekken, kan een lekbak worden geplaatst om te voorkomen dat de chemische vloeistoffen zich in de bodem of over de vloer verspreiden. ⁽¹¹⁾
Opslag van gevaarlijke stoffen volgens PGS 15 (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 15)	PGS 15 beschrijft de richtlijnen waaraan de bedrijven moeten voldoen bij de opslag van verpakte gevaarlijke stoffen en voor bodembescherming. ⁽¹¹⁾ In PGS 15 worden onderwerpen als brandveiligheid, arbeidsveiligheid en milieuveiligheid behandeld.

**Opslagcontainer voor
Gevaarlijk afval**

Opslagcontainers zorgen ervoor dat schadelijke stoffen niet in het milieu terechtkomen.⁽¹²⁾ Gevaarlijk afval is afval waar chemische stoffen inzitten die schadelijk zijn voor de gezondheid en voor het milieu. Het afval bevat bijvoorbeeld lood, kwik, cadmium, chroom of organische oplosmiddelen.

Perscontainer

Een perscontainer is bestemd voor het opslaan, comprimeren en veilig transporteren van afval.⁽¹³⁾ Het afval wordt in speciale containers zoals stationaire of zelfpersende containers opgeslagen, zodat er minder transport van het afval plaatsvindt en het milieu minder wordt belast met de schadelijke stoffen van het afval.

Recycling

Het afval wordt omgezet in een nieuw product door te recyclen⁽¹⁴⁾. Tijdens dit proces worden onder andere papier, afvalwater, elektronische en optische apparatuur verwerkt tot een nieuw product.

Riolering

Riolering is een systeem van buizen (riolen), putten en pompen waarmee industriële bedrijven hun afvalwater lozen, inzamelen en veilig transporteren.

Rookgasreiniger

In het rookgas van bijvoorbeeld een warmtekrachtinstallatie zitten groeiremmende stoffen als stikstofdioxide, koolstof en etheen.⁽⁸⁾ Deze stoffen worden selectief met behulp van een katalysator in een rookgasreiniger gereinigd.

Shredder

Een shredder is een machine om afval zoals schroot, papier en dergelijke te vermalen en vervolgens te verdichten.

Slibvanger

Een slibvanger is een installatie die zand, modder en steentjes uit het afvalwater haalt.⁽¹⁵⁾ Sommige industriële bedrijven zoals bedrijven met een afvalwaterzuiveringsinstallatie moeten ook een slibvanger installeren om slib(bacteriën die nadat ze hun werk voltooid hebben in de bodem zakken) uit het gezuiverde water te verwijderen.

Snelloopdeur of snelsluitdeur	Een snelloopdeur of snelsluitdeur isoleert de ruimte en zorgt voor minder energieverstopping bij industriële bedrijven.
Stofafzuiging	Afzuigen van stof (bijv. papier- of krijtstof) door een krachtige stofafzuiger voor minder verontreiniging van lucht in de industrie.
Verfcabine	Afgeschermdde plaats om ontvlambare en bijtende stoffen die bij het verven of spuiten vrijkomen op te vangen.
Verhoogde schoorsteen	Een hoge schoorsteen kan de geuremissie, die in de omgeving wordt waargenomen, verminderen. Deze maatregel heeft wel een effect op de geurwaarneming in de omgeving, maar verandert niets aan de emissie. De Nederlandse emissierichtlijn voorziet een schoorsteenhoogte van 20 meter voor bijvoorbeeld de productie van nieuw asfalt en van 30 meter voor het warm recyclen van asfalt.
Visretourwiel	Een visretourwiel wordt toegepast in bijna alle nieuwe en bestaande energiecentrales met doorstroomkoeling. ⁽¹⁶⁾ Het brengt ingezogen visjes uit het oppervlaktewater, dat voor koeling in de industrie gebruikt wordt, ongeschonden terug in het water.
Vloeistofdichte vloer/verharding	Een aanpassing van de vloer (bijvoorbeeld door middel van een beschermende laag) die gedurende lange tijd waarborgt dat er geen schadelijke vloeistof door de vloer heen in de bodem kan komen. ⁽¹⁷⁾
Warmte-isolatie (dakisolatie, dubbelglas)	Warmte-isolatie, die ook thermische isolatie wordt genoemd, is een methode toegepast met materialen en constructies om de overdracht van warmte tussen twee zijden van het materiaal of de constructie tot een minimum te reduceren.
Warmte-Koude Opslag (WKO)	Bij WKO wordt een warmtepomp gebruikt die warme of koude energie uit de bodem haalt voor het gebruik van industriële toepassingen of ruimteverwarming. ⁽¹⁸⁾ Een warmtepomp reduceert

de CO₂-uitstoot met meer dan 50% ten opzichte van bijvoorbeeld conventionele verwarmingsketels.

Warmtekrachtkoppeling (WKK)

WKK is de gecombineerde opwekking in één proces, op basis van een brandstof, warmte en elektriciteit of mechanische energie, waarbij ook de warmte nuttig wordt gebruikt.⁽⁸⁾

Warmtewisselaar of terugwininstallatie

Een warmtewisselaar is een apparaat dat warmte van het ene medium zoals vloeistof en gas overbrengt naar het andere. Warmtewisselaars leiden tot minder gebruik van energie.

Windmolen

De wieken van een windmolen worden door de wind in beweging gezet, waardoor de rotorkop aan de voorzijde van de gondel gaat draaien.⁽¹⁹⁾ Met behulp van een generator die in de gondel zit, wordt de elektriciteit naar de hoogspanningskabels geleid. Met een windmolen wordt hernieuwbare energie (CO₂-neutraal) opgewekt.

Zonnepanelen

Zonnepanelen bestaan uit meerdere zonnecellen die in serie zijn geschakeld.⁽²⁰⁾ Zonnecellen zetten zonlicht om in bruikbare energie met behulp van de zonnecollectoren. Met zonnepanelen wordt hernieuwbare energie (CO₂-neutraal) opgewekt.

Samenvatting

Het huidige schattingsmodel van de exploitatiekosten van milieuvorzieningen is niet meer up-to-date, daarom is er een onderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven in opdracht van het CBS verricht. Het hoofddoel van het onderzoek is het ontwerpen van een schattingsmodel om per milieucompartiment de exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven te kunnen berekenen, welke dan in de komende periode jaarlijks door het CBS kan worden ingezet.

Er is ook een alternatieve hoofddoel geformuleerd, indien er niet genoeg gegevens uit het literatuuronderzoek en de enquête worden verzameld. Het alternatieve hoofddoel is het ontwerpen van een schattingsmodel voor alle milieucompartimenten om de exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven te kunnen berekenen.

De milieuvorzieningen zijn investeringen in apparaten en installaties ter voorkoming van verontreiniging en die leiden tot bestrijding van verontreiniging van het milieu. Er zijn duizenden soorten milieuvorzieningen die onderverdeeld zijn naar negen milieucompartimenten. Deze zijn:

- ❖ afval en afvalstoffen,
- ❖ bodem- en grondwaterverontreiniging,
- ❖ energiebesparing en CO₂-reductie,
- ❖ geluidshinder,
- ❖ hernieuwbare energie,
- ❖ luchtverontreiniging,
- ❖ natuur en landschap,
- ❖ waterbesparing,
- ❖ waterverontreiniging.

De exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven zijn de lopende uitgaven, die voortvloeien uit milieuvorzieningen om deze operationeel te houden. Hieronder worden de personeelskosten, energiekosten, de kosten voor het gebruik van grondstoffen en hulpstoffen voor het onderhoud, kosten voor operationele lease en overige kosten verstaan.

Voor het verzamelen van de gegevens is er een literatuuronderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen verricht. Dit heeft weinig opgeleverd, behalve de exploitatiekosten van de referentie-installaties die voor het opwekken van het hernieuwbare energie worden geïnstalleerd. Omdat er met zeven gegevens uit het literatuuronderzoek geen schattingsmodel worden ontworpen, is er een enquête naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven gehouden. Op de

enquête hebben 42 procent van de bedrijven die in de representatieve steekproef zitten gerespondeerd.

De lineaire regressieanalyse is met 67 gegevens uit het literatuuronderzoek en de enquête uitgevoerd. Met deze analyse is het lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen per milieucompartiment onderzocht. Het bleek dat er een sterke lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen bij het milieucompartiment luchtverontreiniging bestaat. De andere milieucompartimenten hebben echter geen lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen. Daarom kon het hoofddoel niet worden bereikt.

Zo is het alternatieve hoofdvraag van het onderzoek ook geanalyseerd om een alternatieve schattingsmethode te ontwerpen. Bij deze is er voor alle milieuvoorzieningen een schattingsmethode onderzocht en de onderverdeling naar de milieucompartimenten zijn buiten beschouwing gelaten. Hier bleek ook dat er geen lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van de milieuvoorzieningen bestaat. Concluderend is er geen bevredigend schattingsmodel ontworpen vanwege de te lage responsen op de enquête en de intrinsieke heterogeniteit van de milieuvoorzieningen. Met deze scriptie is dit aangetoond en de bevindingen zijn aan de Eurostat en het CBS voorgelegd.

Er is aanbevolen om eenmalig voor de komende periode een uitgebreide enquête naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen te houden. Dan is het mogelijk om een wetenschappelijke uitspraak over het lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van de milieuvoorzieningen te doen.

Summary

The present estimation model for the operating costs of environmental equipment does not satisfy the requirements of Statistics Netherlands that's why the operating costs of environmental equipment by the industrial business is researched. The main purpose of the research is to design an estimation model to calculate the operation costs of environmental equipment by industrial business for each environmental compartment that can be used annually in the next years.

There is also formulated an alternative main purpose, when there is not collected enough data from the literature research and the survey. The alternative purpose is to design an estimation model for all environmental compartments to calculate operating costs of environmental equipment by the industrial business.

The environmental protections are the investments in equipments and installations to prevent the pollution of the environment. There are many environmental protections that's why these are divided for the overview of the environmental protections into nine compartments. These are:

- ❖ waste and harmful substances,
- ❖ soil and groundwater pollution,
- ❖ saving of energy and CO₂-reduction,
- ❖ noise pollution,
- ❖ renewable technology,
- ❖ ambient air pollution,
- ❖ nature and landscape,
- ❖ watersavings,
- ❖ water pollution.

The operating costs of environmental equipment by industrial business are the resulting from the using of the environmental equipment. These are such as staff costs, energy costs, the costs for the use of raw materials, auxiliary matter for maintenance, cost for operating lease and other costs.

Firstly there is researched to collect data the literature of the operation costs of environmental protection equipments. The information about the operation costs of environmental is detailed that's why it is not published on the web except the operation costs of the installation for the generation of renewable investment. There is conducted a survey on the operation costs of environmental protection by industrial business because the results from the literature research are not enough to design an estimation model. The survey is replied by 42 percent of companies from the representative survey.

The data is analyzed with the linear regression method so the correlation between the parameters the operating costs and depreciation of environmental equipment for each environmental compartment is analyzed. There is no linear regression between these

parameters except the environmental compartment air pollution. Therefore the correlation of environmental protection is analyzed without the environmental compartment. There is also no linear regression between the operating costs and depreciation of the environmental protection.

In conclusion, there could not be designed satisfactory estimation model because of the intrinsic heterogeneity of environmental protection and by the low response of the response. This thesis is demonstrated it and the findings is submitted to the Statistics Netherlands and the Statistical Office of the European Union. It recommended to conduct a comprehensive survey for the next period to conclude the linear regression between operating costs and depreciation of the environmental protection by industrial business.

1. Inleiding

Het onderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij industriële bedrijven is in opdracht van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) verricht. Dit zijn belangrijke gegevens die het CBS aan het statistisch bureau van de Europese Unie (Eurostat) moet leveren, waarmee vergelijkingen kunnen worden gemaakt tussen EU-landen op het gebied van milieukosten en -investeringen. Het CBS berekende deze exploitatiekosten tot nu toe met een schattingsmodel, maar in de loop van de tijd zijn de waarden van de parameters van dit schattingsmodel verouderd. De verklaring hiervoor is onder andere dat er door de industriële bedrijven veel geïnvesteerd is in allerlei nieuwe milieuvoorzieningen.

Het probleem is dat het huidige schattingsmodel van de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen niet meer aan de eisen van het CBS voldoet. Daarom is het doel van dit onderzoek het herzien van het huidige schattingsmodel om de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij industriële bedrijven te kunnen berekenen.

Deze scriptie behandelt alle relevante aspecten van exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij de industriële bedrijven. De scriptie bestaat uit twee delen: in het eerste deel worden de opdracht en begrippen toegelicht en in het tweede deel worden literatuuronderzoek, de enquête naar de exploitatiekosten en de resultaten ervan behandeld.

Om het probleem op te lossen worden in hoofdstuk 2 de probleem- en doelstelling van het onderzoek in kaart gebracht. Daarnaast komen in hetzelfde hoofdstuk de populatie, aanpak en opdrachtgevers (het CBS en Eurostat) van het onderzoek aan de orde. Verder worden in hoofdstuk 3 de begrippen milieuvoorziening, exploitatiekosten van milieuvoorzieningen, milieucompartimenten en –investeringen omschreven.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 het literatuuronderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen behandeld. Daarna worden in hoofdstuk 5 zowel de doelpopulatie en steekproef van het onderzoek als de enquête naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen behandeld. In hoofdstuk 6 worden de hoofdvraag en alternatieve hoofdvraag beantwoord door de resultaten van de enquête en het literatuuronderzoek te analyseren. Verder wordt in hoofdstuk 7 op basis van de analyses gededuceerd en er worden aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek gegeven. Tot slot volgen er drie bijlagen: het organogram van het CBS, het enquêteformulier en de uitkomsten van de analyse in grafieken.

2 Onderzoeksopzet

In dit hoofdstuk worden de probleemstelling, doelstelling, populatie en aanpak en als laatste de opdrachtgevers van het onderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven beschreven.

2.1 De probleemstelling

Vanaf 1979 enquêteert **het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)** elk jaar industriële bedrijven naar de milieukosten en -investeringen.⁽²¹⁾ Het doel van deze enquête is inzicht verschaffen in de milieukosten van de industriële bedrijven. Bij deze enquête bestaat de steekproef uit circa 4000 bedrijven uit het Algemeen Bedrijven Register (ABR) van het CBS. Met de respons van de enquête wordt de statistiek milieukosten van bedrijven samengesteld waarvan de resultaten op Statline (de elektronische databank van het CBS¹) worden gepubliceerd.

Alle 27 landen van de Europese Unie moeten cijfers over de milieukosten van bedrijven aan **het statistisch bureau van de Europese Unie (Eurostat)** rapporteren. Eurostat wil niet alleen gegevens hebben over de kapitaalgoederenvoorraad in het milieu (de geïnvesteerde bedragen in milieuvorzieningen), maar ook over allerlei soorten milieukosten. Dit onderzoek gaat over één bepaalde soort milieukosten, namelijk de kosten die voortvloeien uit milieuvorzieningen om deze operationeel te houden. Deze kosten worden lopende milieu-uitgaven of exploitatiekosten genoemd. In hoofdstuk 3 Begrippen wordt het begrip **de exploitatiekosten van milieuvorzieningen** verder toegelicht.

Er zijn duizenden soorten **milieuvorzieningen** die zijn onderverdeeld naar negen groepen. Zo'n groep wordt een milieucompartiment genoemd. In hoofdstuk 3 Begrippen worden **de milieucompartimenten** uitgebreid beschreven.

Het probleem is dat het huidige schattingsmodel voor de exploitatiekosten van milieuvorzieningen niet meer up-to-date is. Er zijn namelijk nieuwe milieuvorzieningen bijgekomen en daarmee kwamen er ook nieuwe milieucompartimenten bij. Tot en met 2011 waren er zes milieucompartimenten en vanaf 2012 zijn er negen milieucompartimenten. De parameters van het huidige schattingsmodel zijn daardoor verouderd. Daarom wil het CBS het huidige schattingsmodel voor de exploitatiekosten van milieuvorzieningen herzien.

2.2 De doelstelling

Het hoofddoel van het onderzoek is het herzien van het huidige schattingsmodel om de exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven te kunnen

¹ Op www.statline.cbs.nl worden statistieken gepubliceerd die door het CBS zijn samengesteld.

berekenen. Daarbij wil het CBS een schattingsmethode hebben dat per milieucompartiment de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij industriële bedrijven kan berekenen. Hieronder zijn de hoofddoelen en hoofdvragen geformuleerd.

Het hoofddoel:

- *Het ontwerpen van een schattingsmodel om per milieucompartiment de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij industriële bedrijven te kunnen berekenen, welke dan in de komende periode jaarlijks door het CBS kan worden ingezet.*

De hoofdvraag:

- *Wat is het verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieu-investeringen om de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen van industriële bedrijven per milieucompartiment te kunnen berekenen?*

Indien er niet genoeg gegevens uit het literatuuronderzoek en de enquête worden verzameld, wordt het schattingsmodel van de milieuvoorzieningen niet onderverdeeld naar milieucompartimenten, maar wordt er voor alle milieuvoorzieningen één algemeen schattingsmodel ontworpen. Dan gelden er het alternatieve hoofddoel en de alternatieve hoofdvraag die hieronder zijn vermeld.

Het alternatieve hoofddoel:

- *Het ontwerpen van een schattingsmodel voor alle milieucompartimenten om de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij industriële bedrijven te kunnen berekenen, welke dan in de komende periode jaarlijks door het CBS kan worden ingezet.*

De alternatieve hoofdvraag:

- *Wat is het verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieu-investeringen om de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen van industriële bedrijven voor alle milieucompartimenten te kunnen berekenen?*

2.3 De populatie en aanpak van het onderzoek

In deze paragraaf wordt de populatie van het onderzoek beschreven. Vervolgens komt de aanpak van het onderzoek ter sprake.

2.3.1 De populatie van het onderzoek

De populatie van het onderzoek bestaat uit de industriële bedrijven die meer dan 10 werknemers in dienst hebben. De algemene kenmerken van deze industriële bedrijven zijn hieronder weergegeven.⁽²²⁾

Bedrijven die:

- door thermische installaties, windenergie, zonnecellen en waterkracht elektriciteit produceren en distribueren,
- biogas, stoom, warm water en gekoelde lucht winnen, exploiteren en transporteren van deze energie,
- water winnen en distribueren,
- afvalwater inzamelen en behandelen,
- schadelijk en onschadelijk afval inzamelen en behandelen,
- het afval voorbereiden tot de recycling en sanering ervan,
- aardolie, aardgas, delfstoffen (zand, grind, klei, turf en zout) en overige delfstoffen winnen en verlening van dienst ervan,
- vlees, vis, aardappels, groente en fruit (niet tot sap en maaltijden), plantaardige en dierlijke oliën en vetten, zuivelproducten, meel, suiker, cacao, chocolade, dranken, tabaksproducten en diervoeders vervaardigen,
- textielvezels weven en kleding, leer, lederwaren, schoenen, primaire houtbewerking (geen meubels), papier en karton vervaardigen,
- dagbladen, tijdschriften, reclames, verpakkingen en boeken drukken,
- cokesovenproducten, chemische producten, farmaceutische grondstoffen en producten, rubber, kunststof, niet-metaalhoudende minerale producten en metalen in primaire vorm verwerken,
- computers, elektronische en optische apparatuur, auto's, motor- en bromfietsen, aanhangwagens, opleggers en overige transportmiddelen zoals scheepsbouw, spoor- en tramwagematerialen verwerken,
- machines en apparaten repareren en installeren.

2.3.2 De aanpak van het onderzoek

Om het doel dat in de vorige paragraaf is vermeld te bereiken, wordt hieronder de aanpak van het onderzoek beschreven.

➤ De afbakening van het onderzoek

Allereerst wordt het onderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen afgebakend. Het CBS gebruikt SBI-eenheden om de bedrijfseenheden in te delen naar hun hoofdactiviteiten naast het onderverdelen naar de milieucompartimenten. Voor dit onderzoek is de SBI echter niet relevant. Daarom zal het onderzoek tot de milieucompartimenten worden beperkt en de Standaard Bedrijfsindeling (SBI) wordt buiten beschouwing gelaten.

➤ De afbakening van de populatie

Verder wordt er de populatie van het onderzoek beperkt tot de milieu-investeringen uit de periode 2007-2011 om een actuele populatie te creëren. Hiervoor is gekozen, omdat er met name vanaf 2007 in veel nieuwe soorten milieuvoorzieningen zijn geïnvesteerd. Vervolgens wordt er uit de doelpopulatie een representatieve steekproef getrokken. In hoofdstuk 5 Enquête naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen wordt hierover meer toegelicht.

➤ **Literatuuronderzoek**

Vervolgens wordt literatuuronderzoek verricht naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen. Het literatuuronderzoek betreft milieuvoorzieningen die in de representatieve steekproef zijn getrokken.

➤ **Enquête houden naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen**

Indien het literatuuronderzoek weinig oplevert, wordt er een enquête naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen gehouden bij de bedrijven die in de representatieve steekproef zijn getrokken. Hiervoor moeten een brief en een invulformulier voor de enquête worden opgesteld.

➤ **Het verwerken van de verkregen gegevens**

Gegevens uit het literatuuronderzoek en de enquête worden in het Excel-bestand Milieu-investeringen verwerkt.

➤ **Het analyseren van de verkregen gegevens**

De verkregen gegevens worden geanalyseerd en vervolgens wordt het huidige schattingsmodel voor de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen herzien.

2.4 De opdrachtgevers

Dit onderzoek is voor het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en voor het Statistisch Bureau van de Europese Unie (Eurostat) een belangrijke informatieverzameling. De afdeling Milieukosten is verantwoordelijk voor het verzamelen van gegevens. Hieronder worden de opdrachtgevers beschreven.

2.4.1 Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en het team Milieu

De taak van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) is het publiceren van betrouwbare en samenhangende statistische informatie, die inspeelt op de behoefte van de samenleving.⁽²³⁾ Naast de verantwoordelijkheid voor de nationale statistieken is het CBS ook verantwoordelijk voor het aanleveren van de Nederlandse statistieken aan Eurostat.

De informatie die het CBS publiceert bestaat uit maatschappelijke aspecten, van macro-economische indicatoren als economische groei en consumentenprijzen tot de inkomenssituatie van personen en huishoudens. Het onderzoeksprogramma (meerjarenprogramma en werkprogramma) van het CBS wordt bepaald door de Centrale Commissie voor de Statistiek (CSS). Dit is een onafhankelijke commissie die zorgt voor de onafhankelijkheid, onpartijdigheid, relevantie, kwaliteit en continuïteit van het statistische programma. De directeur-generaal van het CBS is onafhankelijk bij het kiezen van onderzoeksmethoden en bij het publiceren van de statistiek.

Het CBS heeft vijf grote divisies:

- Bedrijfsvoering en communicatie,
- Dataverzameling,

- Economie, bedrijven en nationale rekeningen,
- Procesontwikkeling, IT en methodologie,
- Sociaaleconomische en ruimtelijke statistieken.

De divisie Sociaaleconomische en ruimtelijke statistieken is verdeeld in zeven sectoren. In bijlage 1 wordt het organogram van het CBS weergegeven. Team Milieu valt onder de sector Leefomgeving die verdeeld is in vijf afdelingen.

Dit onderzoek wordt uitgevoerd op de afdeling Milieukosten en afval. Dit team verzorgt statistieken over de kosten voor de bescherming en verbetering van het milieu en de natuur in Nederland, alsmede over het vrijkomen en de verwerking van een aantal afvalstromen.

2.4.3 Het statistisch bureau van de Europese Unie (Eurostat)

Het statistische bureau van de Europese Unie (Eurostat) bevindt zich in Luxemburg.⁽²⁴⁾

Haar belangrijkste taak is het leveren van statistieken over Europa die vergelijkingen tussen EU-landen mogelijk maken. De media en samenleving hebben behoefte aan statistieken om een getrouw beeld van de hedendaagse samenleving te krijgen en om de prestaties van politici en anderen te evalueren. De statistieken van de Europese Unie (EU-statistieken) zijn essentieel voor de besluitvorming en evaluatie op Europees niveau. EU-statistieken kunnen veel vragen beantwoorden en bijdragen aan het oplossen van problemen, zoals het werkloosheidsprobleem en de CO₂-uitstoot in EU-landen.

De lidstaten van de EU zijn verplicht statistieken van hun land te leveren aan Eurostat. Dit is vastgelegd in verschillende Europese verordeningen. Ook op het gebied van milieu-uitgaven moeten cijfers worden geleverd. Een van de variabelen betreft de exploitatiekosten van de milieuvoorzieningen van de industriële bedrijven van de EU-landen. De geleverde cijfers worden door Eurostat gecontroleerd en doorgegeven aan de EU die deze gegevens gebruikt voor hun beleid. Verder worden de gegevens in publicaties openbaar gemaakt.

3 De begrippen

In dit hoofdstuk worden eerst de begrippen de milieuvorzieningen en exploitatiekosten van milieuvorzieningen toegelicht. Verder worden de milieucompartimenten en milieu-investeringen uitgebreid beschreven.

3.1 De exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven

Allereerst wordt er volgens de formulering van Eurostat het begrip milieuvorzieningen gedefinieerd. Daarna komt er de definitie van exploitatiekosten van milieuvorzieningen ter sprake.

3.1.1 De milieuvorzieningen

Milieuvorzieningen zijn investeringen in apparaten en installaties ter voorkoming van verontreiniging en die leiden tot bestrijding van verontreiniging van het milieu.⁽²⁴⁾

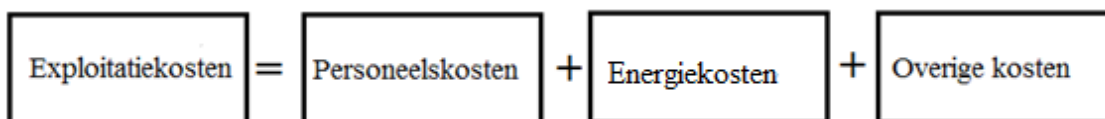
Daarbij zijn milieuvorzieningen of milieu-investeringen kapitaaluitgaven voor methoden, technologieën, processen of apparaten die bedoeld zijn om verontreinigingen en verontreinigende stoffen (bv. luchtmissies, afvalwater of vaste afvalstoffen) te verzamelen en te verwijderen nadat deze zijn ontstaan, de verspreiding van verontreinigingen te voorkomen, de verontreinigingsgraad te meten en de verontreinigende stoffen die door de bedrijfsactiviteit van de industriële bedrijven zijn ontstaan, te behandelen en te verwijderen. Investerings op het gebied van milieubescherming zijn afvalwaterbeheer, afvalbeheer, bescherming en sanering van bodem, grond- en oppervlaktewater, beperking van geluidshinder en trillingen, bescherming van de biodiversiteit en het landschap en bescherming tegen straling.

Onderzoeken, audits, inspecties of andere activiteiten behoren niet tot milieuvorzieningen. Bovendien worden investeringen die hoofdzakelijk gericht zijn op veiligheid en gezondheid op het werk en productbeveiliging niet tot milieuvorzieningen gerekend. Wanneer een investering wordt ondernomen met als doel om kostenbesparing te verkrijgen, dan wordt deze niet gezien als milieuvorziening tenzij het hoofddoel milieubescherming is.

Een milieuvorziening mag rendabel zijn, maar de terugverdientijd van de investering mag niet minder dan drie jaar zijn. Als een investering binnen drie jaar wordt terugverdiend dan is deze investering niet met het primaire motief geïnvesteerd om bescherming, herstel of verbetering van het milieu te bewerkstelligen. In dat geval is het voor het economische motief geïnvesteerd.

3.1.2 Exploitatiekosten van milieuvoorzieningen

Exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij industriële bedrijven zijn de lopende uitgaven, die voortvloeien uit milieuvoorzieningen om deze operationeel te houden.⁽²⁴⁾ Hieronder worden de personeelskosten, energiekosten, de kosten voor het gebruik van grondstoffen en hulpstoffen voor het onderhoud, kosten voor operationele lease en overige kosten verstaan. Hieronder is een schema van de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen getekend.



Schema 1 De exploitatiekosten

Tot de exploitatiekosten behoren niet de aanschafwaarde van milieuvoorzieningen en kostenposten zoals de afschrijvingen en rentelasten van milieuvoorzieningen, kapitaalverlies door gedwongen vervanging of algemene overheadkosten. Tot de exploitatiekosten worden de opbrengsten van de bijproducten, de besparingen aan personeel, energie en grondstoffen en de meeropbrengsten als gevolg van productiviteitsverhoging niet gerekend.

3.2 De milieucompartimenten

In deze paragraaf worden de twee verschillende typen milieuvoorzieningen besproken. Vervolgens worden de milieu-investeringen onderverdeeld naar de milieucompartimenten.

3.2.1 Toegevoegde en procesgeïntegreerde milieuvoorzieningen

Er zijn twee typen milieuvoorzieningen: toegevoegde en procesgeïntegreerde milieuvoorzieningen. Het milieu-aandeel van een investering geeft aan welk deel van het investeringsbedrag direct te maken heeft met de bescherming van het milieu. Het milieu-aandeel is afhankelijk van het type milieuvoorziening.

Toegevoegde milieuvoorzieningen worden in hun geheel toegepast met het primaire doel om het milieu te beschermen. Deze voorzieningen verminderen negatieve effecten van milieuverontreiniging van de leefomgeving van de industriële bedrijven zonder het productieproces dat de oorzaak van de verontreiniging is, te veranderen of weg te nemen. Zo is het aanbrengen van een geluidsdemper op een luidruchtige brander een toegevoegde milieuvoorziening, omdat hiermee alleen geluidshinder wordt verminderd, terwijl de verbrandingsmotor geen verandering ondergaat.

Procesgeïntegreerde milieuvoorzieningen worden in het apparaat dat de oorzaak van de milieuverontreiniging is, ingebouwd of de industriële bedrijven investeren in een milieuvriendelijk apparaat dat de milieuverontreiniging reduceert. Zo is het investeren in een geluidsarme en duurdere brander die chemische energie omzet in thermische

energie een procesgeïntegreerde milieuvoorziening, omdat de nieuwe brander direct geluidshinder vermindert.

De industriële bedrijven geven zelf aan tot welk type milieuvoorziening hun investering behoort. De opgaven van bedrijven worden door het CBS beoordeeld en eventueel gecorrigeerd met het juiste milieu-aandeel, zodat er per milieuvoorziening vastligt of een investering een toegevoegde of een procesgeïntegreerde milieuvoorziening is. Dit is belangrijk om een nauwkeurig overzicht te verkrijgen van de totale milieu-uitgaven van de industriële bedrijven.

Ter illustratie wordt het milieu-aandeel van een hoogrendementsketel (Hr-ketel) berekend. Een Hr-ketel levert door energiebesparing een hoger rendement op ten opzichte van een conventionele gasketel, waardoor minder CO₂-uitstoot wordt geproduceerd door de industriële bedrijven. Daarom wordt zo'n voorziening tot de procesgeïntegreerde milieuvoorzieningen gerekend, omdat in een duurder en milieuvriendelijker apparaat wordt geïnvesteerd. Ter illustratie: een oude conventionele gasketel voor het hele bedrijf kost €75.000 en een Hr-ketel €100.000. Het milieu-aandeel van een Hr-ketel is gelijk aan de meerprijs gedeeld door de totale investering. Zo is het milieu-aandeel 25% ($\frac{€25.000}{€100.000}$). Als de meerprijs van deze Hr-ketel in minder dan drie jaar wordt terugverdiend, behoort deze investering niet tot de milieuvoorziening.

Het totale investeringsbedrag waarin het milieu-aandeel is verdisconteerd, wordt onderverdeeld naar het bouwkundige deel en het machines-/apparatendeel. De afschrijvingen van de milieu-investeringen worden berekend door deze onder te verdelen naar het bouwkundige deel en het machines-/apparatendeel. De economische levensduur van het bouwkundige deel van een milieu-investering is gesteld op 25 jaar en het machines-/apparatendeel op 10 jaar.

Zo wordt het milieudeel van de investering berekend door het percentage van het milieu-aandeel met het totale investeringsbedrag te vermenigvuldigen. De afschrijvingen van de milieu-investeringen worden berekend als de waardedaling van het bouwkundige deel en het machines-/apparatendeel van de milieu-investering.

3.2.2 Milieu-investeringen onderverdeeld naar milieucompartimenten

In Nederland worden vele soorten milieuvoorzieningen toegepast door industriële bedrijven. Om een goed overzicht over de milieuvoorzieningen te houden zijn deze onderverdeeld naar milieucompartimenten. Tot en met 2011 waren de milieuvoorzieningen onderverdeeld naar zes milieucompartimenten namelijk: afvalwater, afvalstoffen, bodem- en grondwaterverontreiniging, biodiversiteit en landschap, luchtverontreiniging en geluidshinder.

De toepassingen van milieuvoorzieningen door industriële bedrijven zijn de laatste jaren toegenomen waardoor in de loop van de tijd de verdeling van de milieucompartimenten aan verandering toe is. Daarom is het aantal milieucompartimenten uitgebreid naar

negen milieucompartimenten. Deze zijn hieronder uitgebreid beschreven. De dikgedrukte voorbeelden van milieu-investeringen zijn aan het begin van deze scriptie beschreven in de verklarende woordenlijst.

❖ Afval en afvalstoffen

Tot het milieucompartiment afval en afvalstoffen behoren milieuvoorzieningen die de verontreiniging van afval voorkomen of beperken. Op de volgende manieren kunnen afval en afvalstoffen worden gereduceerd:

- opslag en transport van afvalstoffen door **speciale voertuigen, containers en overslagstations**,
- verdichten, comprimeren of vermalen. Voorbeelden hiervan zijn **shredders en perscontainers**,
- terugvoeren, **recycling** van afvalstoffen in het productieproces,
- toepassing van minder vervuilende (productie)processen ter beperking van afval, bijvoorbeeld het gebruik van relatief milieuvriendelijke grond- en hulpstoffen zoals **computer to plate (CTP)** apparatuur.

❖ Bodem- en Grondwaterverontreiniging

Bedrijven in de industrie worden in bepaalde gevallen verplicht gesteld om te investeren in een proces voor het beschermen van de bodem. Een aantal voorbeelden van deze processen, technologieën zijn hieronder vermeld:

- **vloeistofdichte** bodemisolatie (eventueel met opstaande randen of dijken), inclusief drainagesysteem, pompen, leidingen en verzamelbekkens,
- **lekbakken**, opvang van mors- en lekverliezen,
- voorzieningen aan ondergrondse opslagvaten en leidingen voor het beschermen van grond of bodem die niet voor langere duur zijn, bijvoorbeeld **opslagcontainer voor gevaarlijk afval**,
- opslag van gevaarlijke stoffen volgens **Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 15 (PGS 15)**.

❖ Energiebesparing en CO₂-reductie

Het besparen van energie en het reduceren van CO₂ zijn belangrijke variabelen waarmee industriële bedrijven rekening moeten houden. Zie hiervoor de volgende voorbeelden:

- **warmte-isolatie (dakisolatie, dubbelglas)** van gebouwen, **snelloopdeur** of **snelsluitdeur**,
- installaties om hoog rendement warmte op te leveren, bijvoorbeeld **hoogrendementsketel (Hr-ketel)**,
- **warmtekrachtkoppeling** installaties en brandstofcellen,
- integratie van processen of betere procesbesturing,
- verwarming met meer directe warmteoverdracht, bijvoorbeeld verbeterde branders, **warmtewisselaars of terugwininstallatie**.
- **warmtepompen**,
- elektromotoren met hoog rendement en/of regelbare toerenregeling, bijvoorbeeld d.m.v. een **frequentieregelaar**,

- milieuvoorzieningen in een ‘energiezuinig gebouw’ zoals **led of hoogfrequente verlichting**.

❖ **Geluidshinder**

Geluidshinder van machines en apparaten bij bedrijven in de industrie kan worden voorkomen of verminderd met speciale installaties als geluidsdempers of **geluidsschermen**.

❖ **Hernieuwbare energie**

De laatste jaren is het in Nederland populair geworden om in hernieuwbare energie te investeren. Deze is milieuvriendelijker dan het opwekken van energie met fossiele brandstoffen. Daarbij raken de fossiele brandstoffen op door er teveel gebruik van wordt gemaakt. Het opwekken van elektriciteit en warmte d.m.v. hernieuwbare energie is duurder dan met fossiele brandstoffen, maar de overheid subsidieert een deel van deze investeringen om industriële bedrijven te stimuleren in het investeren in duurzame energie. De onderstaande milieu-investeringen zijn voorbeelden van het winnen van hernieuwbare energie:

- **zonnepanelen en zonnecollectoren**,
- **windmolens**,
- benutten van bodemenergie, **warmte- koude opslag (WKO)** of buitenluchtwarmte,
- installaties voor energie- opwekking uit **biomassa** en waterkracht.

❖ **Luchtverontreiniging**

De kwaliteit van lucht is voor levende wezens van levensbelang. Daarom worden veel inspanningen verricht om luchtverontreiniging te voorkomen. Hieronder zijn een aantal milieuvoorzieningen opgesomd die luchtverontreiniging reduceert:

- zuivering van afvalgassen d.m.v. een **gaswasser**,
- thermische en katalytische verbranding van afvalgassen, bijvoorbeeld **afzuiging van lasgassen**,
- verbetering, verspreiding van luchtverontreinigende stoffen in de atmosfeer, bijvoorbeeld verhoging van bestaande schoorstenen of een nieuwe **verhoogde schoorsteen**,
- systemen voor dampopvang en dampterugwinning zoals een **verfcabine**,
- vacuümpompen en **stofafzuiging**,
- hergebruik van afvalgas i.v.m. luchtverontreiniging, zoals een **rookgasreiniger**,
- gebruik van duurdere, minder vervuilende apparatuur, zoals **koelmachines met cfk's vervangen door hfk's**,
- voorzieningen aan of ombouw van verbrandingsinstallaties ter beperking van emissie en stank, zoals **DeNOx – installatie**.

❖ **Natuur en Landschap**

De bedrijven in de industrie moeten ervoor zorgen dat de terreinen rondom hun bedrijf niet verontreinigd raken. Hieronder een aantal voorbeelden:

- groengordels, aarden wallen rondom industrieterreinen,
- herinrichting van het landschap (bijv. bij afgravingen),
- zichtbaar maken van hoogspanningslijnen ter voorkoming van het aanvliegen van vogels of een **visretourwiel** bouwen in de energiecentrale,
- voorkomen van aantasting van natuur en landschap (bijv. een omweg naar een locatie, schuinboren).

❖ **Waterbesparing**

Milieuvoorzieningen die als doel hebben om water te besparen zoals een **gesloten koeltoren** die het spoelwater terugvoert in het productieproces.

❖ **Waterverontreiniging**

Het water dat door de industriële bedrijven tijdens de productie wordt gebruikt, wordt verontreinigd. Het verontreinigde water mag niet in het milieu terecht komen voordat het wordt gezuiverd. Hieronder zijn een aantal voorbeelden van installaties voor het zuiveren van het afvalwater:

- het door olie en slib verontreinigde water wordt door een **afscheidingsinstallatie** gezuiverd,
- de industriële bedrijven kunnen met behulp van **de riolering** het afvalwater lozen, verzamelen en veilig transporteren,
- het afvalwater wordt met behulp van bacteriën gezuiverd door een **afvalwaterzuiveringsinstallatie**,
- de grove delen uit het afvalwater worden door **de slibvanger** gezuiverd.

4 Literatuuronderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het literatuuronderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen beschreven. Tijdens het literatuuronderzoek zijn vooral internetbronnen geraadpleegd, omdat op internet meer actuele informatie te vinden is dan in boeken. Met de kernwoorden die in de verklarende woordenlijst zijn beschreven, is op een systematische en controleerbare methode het literatuuronderzoek verricht.⁽²⁶⁾

Technisch-economische berekeningsaannames van ECN en KEMA⁽²⁷⁾

Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en Keuring van Elektronische Materialen te Arnhem (KEMA) hebben in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken advies gegeven over de kosten van opwekking van duurzame elektriciteit en groengasproductie, voor de projecten die in 2009 zijn gerealiseerd en voor projecten die in de volgende jaren in Nederland worden geïnvesteerd. Hieronder worden installatiekosten van de referentie-installaties (voorbeeld installaties) en exploitatiekosten van hernieuwbare energie volgens het rapport van ECN en KEMA berekend.

De afschrijvingen van referentie-installaties worden volgens de CBS-cijfers berekend. De investeringen worden verdeeld in twee delen: bouwkundig en machines-/apparatendeel. Het bouwkundige deel van de onderstaande installaties is 30% en het machines-/apparatendeel ervan is 70% van de totale installatiekosten. Bovendien is de afschrijvingsperiode van het bouwkundige deel van de installatie 25 jaar en van het machines-/apparatendeel 10 jaar. Afschrijvingen in Tabel 1 zijn als volgt berekend:

$$\text{Afschrijvingen} = (\text{Installatiekosten} * 0.3) / 25 + (\text{Installatiekosten} * 0.7) / 10$$

Windmolen met referentie-installatie 15 MW_e

Als referentie-installatie voor windmolens is een 5 x 3,0 MW_e (Megawatt elektrisch) turbine genomen, dat wil zeggen dat het een middelgroot windpark is. Voor het jaar 2009 op basis van de voorgaande jaren van een windmolen van 15 MW_e zijn de investeringskosten €1250 per kW_e. Zo zijn de totale investeringskosten €18.750.000 (15000kW_e * €1250).

De exploitatiekosten van een windmolen worden op basis van vollasturen berekend. Een vollastuur is de eenheid voor een aspect van energetisch rendement van windmolens en zonnepanelen. Het rendement van een windmolenpark van 15 MW_e is 2200 vollasturen. De exploitatiekosten zijn €0.01 per kWh. Dat betekent dat de exploitatiekosten van een windmolenpark van 15 MW_e €330.000 (€0.01 * 15000kW_e * 2200 vollasturen) zijn.

Biomassa Stortgas

Zelfstandige biomassa heeft een grote diversiteit aan brandstofsoorten, techniekeuzes en installatiekeuzes. Er wordt bijvoorbeeld in biomassa- installaties geïnvesteerd om stortgas op te vangen en dit om te zetten naar elektriciteit en warmte. Bij stortgas wordt afval uit stortplaatsen gebruikt. De referentiegrrootte van biomassa stortgasinstallaties is 154 Nm³/h biomassa (Nm³ is een standaardeenheid waarmee stortgas wordt gemeten). Bij stortgas is alleen sprake van installatiekosten voor groeigasproductie en de exploitatiekosten ervan. Installatiekosten zijn €806.960 (154 Nm³/h biomassa*€5240 Nm³/h biomassa) en exploitatiekosten zijn €66.171 (154 Nm³/h biomassa*350 Nm³/h biomassa).

Als voorbeeld zijn de afschrijvingen van deze referentie-installatie berekend. Deze zijn €66.171 ((€806.960*0.3)/25 + (€806.960*0.7)/10). Afschrijvingen van de referentie-installatie zijn in vergelijking met de exploitatiekosten hoog, omdat de referentie-installatie een kleine installatie is waardoor de exploitatiekosten hoog zijn. Bij grote referentie-installaties zijn de exploitatiekosten relatief lager dan in vergelijking met kleine referentie-installaties.

Biomassa rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) en afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI)

Bij een RWZI en een AWZI wordt het slib dat na het zuiveren van afvalwater in de bodem zakt als biomassa gebruikt. Bij deze biomassa geldt de referentie-installatie 154 Nm³/h biomassa, waarbij de investeringskosten €964.040 (154 Nm³/h biomassa*€6260 Nm³/h biomassa) en de exploitatiekosten €65.296 (154 Nm³/h biomassa*€424 Nm³/h biomassa) zijn.

Biomassa covergisting mest

Bij biomassa covergisting wordt natte mest gebruikt tijdens de productie van energie. Deze biomassa heeft twee delen tijdens de productie van energie namelijk een vergistingsdeel en een groengasproductiedeel. Daarom bestaan de berekeningen uit twee delen. Bij deze biomassa geldt de referentie-installatie van 270 Nm³/h biomassa waarbij de investeringskosten €2.214.000 (270 Nm³/h biomassa*(€4400+€3800 Nm³/h biomassa) en de exploitatiekosten €179.550 (270 Nm³/h biomassa*(€290+375 Nm³/h biomassa) zijn.

Vergisting overige biomassa

Tot de categorie vergisting overige biomassa behoren onder andere de volgende vormen van vergisting:

- Vergisting van GFT (groente, fruit en tuinafval),
- Covergisting met minder dan 50% mest,
- Vergisting van oliën en vetten met restproducten afkomstig uit de agro-sector en voedingsindustrie .

Bij deze biomassa geldt de referentie-installatie van 225 Nm³/h biomassa waarbij de investeringskosten €2.925.000 (225 Nm³/h biomassa*(€7800+€5200 Nm³/h biomassa))

en de exploitatiekosten €290.250 ($225 \text{ Nm}^3/\text{h}$ biomassa * ($\text{€}890 + \text{€}400 \text{ Nm}^3/\text{h}$ biomassa)) zijn. De afschrijvingen van deze installatie is €181.548, wat lager is dan de exploitatiekosten. Dit is te aanvaarden, omdat over het algemeen wordt aangenomen dat installaties met kleine vermogens meer exploitatiekosten hebben dan de grote installaties.

Zonne-energie groot (15-100 kW)

Zonne-energie met referentie-installatie 15-100 kW worden gebruikt door bedrijven die energie verkopen. De vollasturen van deze installatie is 850 uren per jaar, daarom zijn de investeringskosten €3.655.000 ($\text{€}4300 * 850$ vollasturen) en de exploitatiekosten €2.295 ($\text{€}2.7 * 850$). De exploitatiekosten voor het opwekken van zonne-energie zijn dus vrij laag.

CO₂-reductie met de installatie Amine scrubbing⁽²⁸⁾

Met behulp van deze installatie wordt CO₂ gereduceerd. Het is een ingewikkelde installatie waarbij de werking ervan niet relevant is voor deze scriptie. Om deze reden wordt deze installatie niet gedetailleerd besproken. De investeringskosten van deze installatie zijn €996.200. De exploitatiekosten hiervan zijn €260.700 per jaar, waarvan €72.000 elektriciteitskosten, €134.900 warmtekosten, €6.300 personeelskosten en €47.500 onderhoudskosten zijn.

Deze hernieuwbare milieuvorzieningen zijn niet toegevoegde milieuvorzieningen behalve CO₂-reductie met de installatie Amine scrubbing, daarom moet het milieudeel nog worden verdisconteerd. Het milieudeel van zonne-energie installatie is 75% en van windmolen en biomassa-installatie is het 50% van de totale investeringskosten, exploitatiekosten en afschrijvingskosten. In tabel 4.1 staat het overzicht van de berekende waarden waarbij het milieudeel ook is verdisconteerd.

Tabel 4.1 Exploitatiekosten van installaties hernieuwbare energie

Omschrijving van installaties	Investeringskosten	Exploitatiekosten	Jaar	Totale afschrijving
Windmolen 15MW	€9.375.000	€165.000	2009	€768.750
Biomassa stortgas	€403.480	€26.950	2009	€33.085
Biomassa RWZI en AWZI	€482.020	€32.648	2009	€39.526
Covergisting mest	€1.107.000	€89.775	2009	€90.774
Vergisting overige biomassa	€1.462.500	€145.125	2009	€119.925
Zonne-energie groot (15-100kW)	€2.741.250	€1.721	2009	€224.783
CO ₂ -reductie installatie	€996.200	€260.700	2012	€81.688

De industriële bedrijven die in specifieke milieuvorzieningen investeren, publiceren hun bedrijfsadministratie niet op het internet. Er wordt ook weinig onderzoek naar exploitatiekosten van specifieke milieuvorzieningen verricht. Daarentegen wordt er onderzocht wat de exploitatiekosten van referentie-installaties zijn voor het opwekken van hernieuwbare energie en de publicaties zijn op het internet te vinden.

Het literatuuronderzoek heeft weinig opgeleverd, behalve de resultaten zoals hierboven zijn vermeld. Daarom is besloten om een aantal industriële bedrijven (uit de reguliere enquête naar de milieu-uitgaven van het CBS) te benaderen over de exploitatiekosten van milieuvorzieningen in hun bedrijf. In het volgende hoofdstuk wordt hierover meer geschreven.

5 Enquête naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen

Op internet zijn er weinig publicaties te vinden waardoor de bijdrage van het literatuuronderzoek gering was. Daarom worden er gegevens voor dit onderzoek verzameld door middel van een enquête naar de exploitatiekosten van milieuvorzieningen bij industriële bedrijven. Het doel van dit hoofdstuk is het beschrijven van de doelpopulatie en steekproef van het onderzoek. Verder wordt er toegelicht hoe de brief en het invulformulier van de enquête is samengesteld.

5.1 De doelpopulatie en steekproef van het onderzoek

Dit onderzoek beperkt zich tot de onderverdeling van de exploitatiekosten in milieucompartimenten en niet naar de verschillende bedrijfstakken. De populatie van dit onderzoek bestaat uit industriële bedrijven die in veel verschillende milieuvorzieningen hebben geïnvesteerd. Om een actuele populatie te creëren, zijn de milieu-investeringen uit de periode 2007-2011 geselecteerd omdat met name vanaf 2007 veel in nieuwe milieuvorzieningen is geïnvesteerd.

De doelpopulatie van het onderzoek bestaat uit circa 7.500 milieuvorzieningen die door de industriële bedrijven in de periode 2007-2011 zijn geïnvesteerd. Omdat het veel werk is om alle bedrijven uit de doelpopulatie te enquêteren is een representatieve steekproef getrokken.

De representatieve steekproef van de enquête bestaat uit 170 milieuvorzieningen.

Tijdens de selectie is op de volgende aspecten gelet:

- de modus (frequentie) van de milieuvorzieningen,
- het type milieuvorzieningen (procesgeïntegreerde of toegevoegde voorziening),
- tot welk milieucompartiment de milieuvorzieningen ressorteren,
- het investeringsjaar van de milieuvorzieningen: als een milieuvorziening zowel in 2008 als in 2009 is geïnvesteerd dan is de milieuvorziening uit 2009 geselecteerd,
- het investeringsbedrag van de milieuvorzieningen.

De representatieve steekproef is met behulp van een deskundige op het gebied van milieuvorzieningen die al vele jaren contact heeft met de bedrijven in de industrie geselecteerd. In verband met de tijdsdruk is bij het selecteren van de steekproef ook rekening gehouden met het feit dat de meeste geselecteerde bedrijven coöperatief is geweest voor de reguliere enquête naar de milieu-uitgaven.

5.2 De brief en het invulformulier

Voor het versturen van de enquête is een e-mail opgesteld met een begeleidende brief en een invulformulier (zie bijlage II). In de brief worden de bedrijven op de hoogte gesteld dat hun deelname aan deze enquête vrijwillig is en dat de enquête eenmalig wordt uitgevoerd. Bovendien zijn de berichtgevers al in de reguliere enquête naar de milieu-uitgaven op de hoogte gesteld dat de ingevulde gegevens niet aan derden worden verstrekt.

In de begeleidende brief is toegelicht wat onder de exploitatiekosten wordt verstaan en wat het belang van het onderzoek is. Er zijn geen aanvullende vragen aan de bedrijven gesteld, ze worden alleen gevraagd om het formulier in de bijlage in te vullen.

In het invulformulier zijn de unieke codes en contactgegevens van het bedrijf ingevuld om later op een systematische en controleerbare wijze de respons te verwerken. Daarbij zijn de volgende gegevens die door het bedrijf destijds is opgegeven alvast op het invulformulier ingevuld:

- De omschrijving en het investeringsjaar van de milieuvoorziening,
- Het totale investeringsbedrag van de milieuvoorziening onderverdeeld naar het bouwkundig- en machines-/apparatendeel van de milieuvoorziening,
- de betekenis van de exploitatiekosten, personeelskosten, energiekosten, overige kosten en opbrengsten en besparingen.

Twee weken na het verzenden van de e-mails, werd een rappelbrief gestuurd ter herinnering aan de enquête (zie bijlage II). Daarin is vermeld dat twee weken geleden een e-mail is gezonden en of de bedrijven zo vriendelijk willen zijn om alsnog te responderen. Bovendien zijn de bedrijven twee weken na het verzenden van de rappelbrief gebeld met het verzoek om alsnog op het invulformulier te responderen. In het volgende hoofdstuk komen de resultaten van de enquête ter sprake.

6 Analyse van de resultaten

In dit hoofdstuk worden de hoofdvraag en alternatieve hoofdvraag beantwoord. Eerst worden de resultaten van de enquête en de uitgangspunten voor de analyse besproken. Verder komt de regressieanalyse tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen per milieucompartiment en voor alle milieucompartimenten ter sprake.

6.1 De resultaten van de enquête en de uitgangspunten voor de analyse

6.1.1 De resultaten van de enquête

In totaal hebben 42 procent van de bedrijven die in de representatieve steekproef zitten op de enquête gerespondeerd waarvan 83 procent van de responsen bruikbaar voor de analyse is geweest. De respons van de enquête is 53 procent verhoogd door een rappelbrief te verzenden naar de bedrijven die binnen twee weken na de ontvangst van de enquête niet hebben gerespondeerd. De bedrijven die desondanks de rappelbrief niet hebben gerespondeerd, zijn deze na twee weken gebeld om alsnog de enquête te responderen.

Sommige bedrijven hebben gerespondeerd dat het te moeilijk is om de exploitatiekosten van de milieu-investeringen te onderscheiden van de andere operationele kosten in de onderneming. Omdat de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen gedetailleerd en moeilijk waar te nemen informatie zijn, zijn deze exploitatiekosten soms onmogelijk te onderscheiden van de andere bedrijfskosten.

De verkregen waarden zijn door een deskundige in milieubeheer geëvalueerd. In het geval dat de bedrijven de exploitatiekosten van de milieu-investeringen niet goed hebben opgegeven, zijn de bedrijven voor nadere informatie gebeld. Als het tijdens het gesprek bleek dat het onmogelijk is om de exploitatiekosten van de milieu-investering van de andere kosten in het bedrijf te onderscheiden, dan zijn de cijfers niet meegenomen in de analyse. In totaal zijn 67 gegevens uit het literatuuronderzoek en de enquête voor de analyse meegenomen.

In de enquête zijn de bedrijven ook gevraagd om de opbrengsten en besparingen van de milieu-investeringen op te geven. Later bleek dat de bedrijven deze parameter niet kunnen waarnemen. De opgegeven opbrengsten en besparingen zijn ook meestal de winst van de hele onderneming, hoewel naar het milieudeel van de opbrengsten en besparingen van de milieu-investeringen zijn gevraagd. Zo is deze parameter voor de bedrijven erg lastig om te becijferen. Daarom worden de opbrengsten en besparingen in de analyse buiten beschouwing gelaten.

6.1.2 De uitgangspunten voor de analyse

Er wordt verondersteld dat de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen een lineaire verband hebben. Daarom wordt er lineaire

regressieanalyse uitgevoerd doormiddel van de kleinste kwadraten methode toe te passen. Met behulp van deze methode wordt er bij de lineaire regressieanalyse een trendlijn getrokken door de punten heen.

Doormiddel van de trendlijn wordt de samenhang, de correlatiecoëfficiënt (R), tussen de afhankelijke variabele exploitatiekosten en onafhankelijke variabele afschrijvingen van de milieuvorzieningen, geanalyseerd. De waarde van R varieert tussen -1 en 1. Als R dichtbij -1 of 1 ligt dan is er een sterke verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen, maar als R dichtbij 0 ligt, betekent dit dat er minder sterke verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen bestaat.⁽²⁹⁾ In deze lineaire regressieanalyse worden de R waarden boven de 0,7 als een goede lineaire regressie verondersteld. Verder in dit hoofdstuk worden de R waarden van de exploitatiekosten en afschrijvingen per milieucompartiment besproken.

Indien er uit de lineaire regressieanalyse blijkt dat er een lineaire verband is tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen, dan wordt er met het onderstaande model de exploitatiekosten van de milieuvorzieningen voor de komende jaren berekend.

$$E(t) = \alpha * Dep(t) + \beta \quad (1)$$

Waarin:

E (t) = exploitatiekosten in het statistische jaar t

α = richtingscoëfficiënt van de trendlijn

Dep (t) = de afschrijvingen van de milieu-investeringen in het statistische jaar t

β = het beginpunt van de trendlijn

Eigenlijk moeten de exploitatiekosten worden gecorrigeerd met de verouderingsfactor in de bovenstaande formule. Omdat het systeem van het CBS deze automatisch berekent, is er in dit model geen rekening mee gehouden.

6.2 De analyse van de resultaten

Door de lineaire regressieanalyse toe te passen worden de hoofdvraag en de alternatieve hoofdvraag van het onderzoek beantwoord. Eerst wordt er naar het lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen per milieucompartiment onderzocht. Vervolgens wordt er geanalyseerd of er een lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen voor alle milieuvorzieningen bestaat.

6.2.1 De lineaire regressieanalyse tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen per milieucompartiment

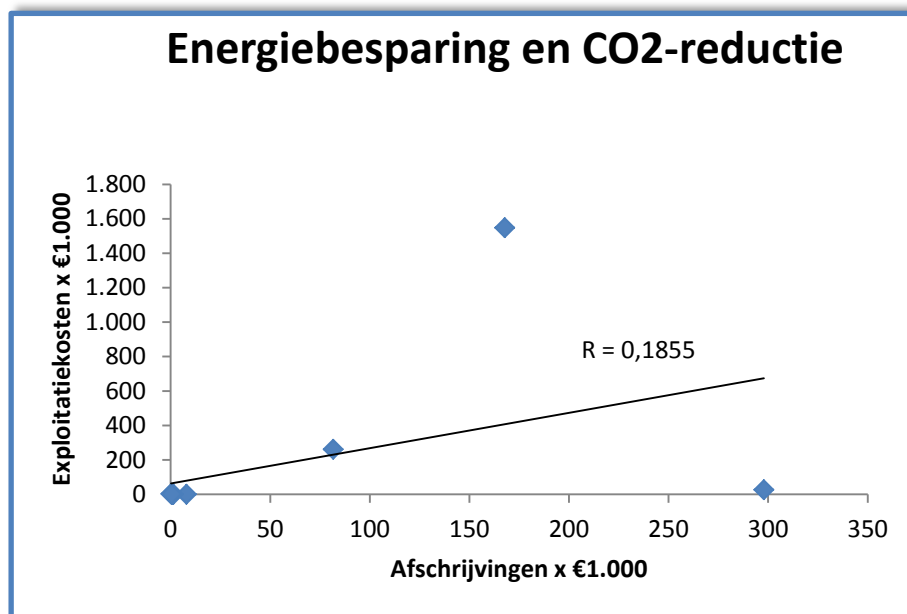
In deze paragraaf wordt de hoofdvraag, die hieronder is vermeld, beantwoord.

De hoofdvraag:

Wat is het verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieu-investeringen om de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen van industriële bedrijven per milieucompartiment te kunnen berekenen?

Energiebesparing en CO₂-reductie

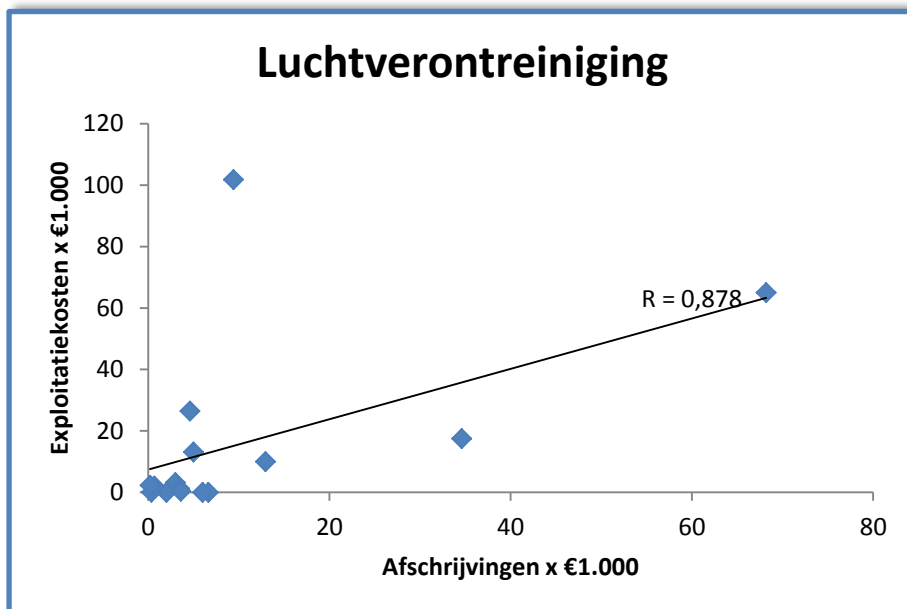
Er zijn in totaal 10 responsen uit de enquête en 1 resultaat uit het literatuuronderzoek waarbij met deze gegevens de trendlijn in grafiek 6.1 tot stand is gekomen. De R van deze trendlijn is 0.1855 wat laat zien dat er geen lineaire verband is tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van de energiebesparing en CO₂-reductie milieuvoorzieningen.



Grafiek 6.1 De trendlijn die het lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van de energiebesparing en CO₂-reductie milieuvoorzieningen aantoont

Luchtverontreiniging

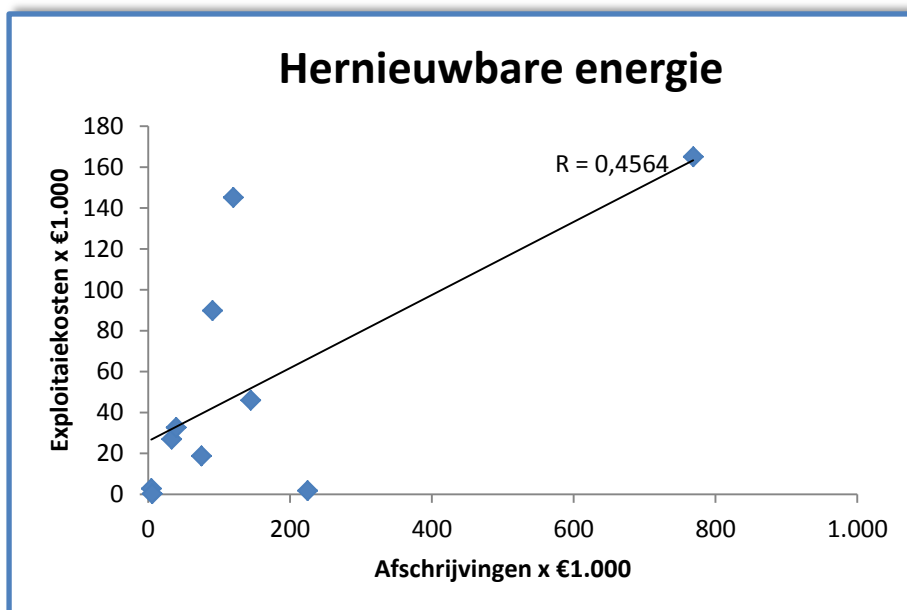
In vergelijking met de andere milieucompartimenten zijn er meer responsen voor dit milieucompartiment, namelijk zijn er 16 responsen. In grafiek 6.2 is de trendlijn getekend waarbij de R 0,878 is. Deze toont aan dat er een sterk lineair verband bestaat tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van de milieuvoorzieningen voor de luchtverontreiniging.



Grafiek 6.2 De trendlijn die het lineaire verband aantoonst tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van de milieuvorzieningen die de luchtverontreiniging reduceert

Hernieuwbare energie

Bij dit milieucompartiment zijn er 10 resultaten uit het literatuuronderzoek en de enquête voor de analyse meegenomen. In grafiek 6.3 laat de R van de trendlijn zien dat er zwakke lineaire verband is tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van dit milieucompartiment.



Grafiek 6.3 De trendlijn die de lineaire regressie aantoonst tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvorzieningen die de hernieuwbare energie oplevert

Overige milieucompartimenten

Bij de milieu-investeringen van het milieucompartiment Geluidshinder en Bodem- en grondwaterverontreiniging zijn de exploitatiekosten vrij laag. Een vloeiend vloer heeft geen kosten na het investeren om het operationeel te houden. Ook een

geluiddemper heeft geen exploitatiekosten nadat er eenmaal in is geïnvesteerd. Bij deze milieucompartimenten is er geen lineair verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen.

Er is bij de overige milieucompartimenten ook geen lineair verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen. Het overzicht van de R waarden zijn in tabel 6.1 weergegeven en de grafieken over deze milieucompartimenten zijn in bijlage III bijgesloten.

Milieucompartimenten	R
Afval en afvalstoffen	1
Bodem- en grondwaterverontreiniging	0,4125
Energiebesparing en CO₂-reductie	0,1823
Geluidshinder	0,2162
Hernieuwbare energie	0,4564
Luchtverontreiniging	0,878
Natuur en landschap	Geen respons
Waterbesparing	2 responsen
Waterverontreiniging	0,0446

Tabel 6.1 Correlatiecoëfficiënt R per milieucompartiment

Er zijn te weinig resultaten uit de enquête en het literatuuronderzoek om per milieucompartiment de exploitatiekosten te analyseren. Desondanks zijn deze geanalyseerd om een afweging te maken of er sprake is van een lineair verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen per milieucompartiment.

Daaruit blijkt dat er geen lineair verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen bestaat behalve bij milieucompartiment luchtverontreiniging. Bij deze milieucompartiment is de R waarde 0,878 wat aangeeft dat er een sterk lineair verband bestaat tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen. In de volgende paragraaf wordt de alternatieve hoofdvraag beantwoord.

6.2.2 De lineaire regressieanalyse tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen voor alle milieuvoorzieningen

Voor dit onderzoek was naast de hoofdvraag ook nog een alternatieve hoofdvraag geformuleerd voor het geval dat er niet genoeg gegevens uit het literatuuronderzoek en

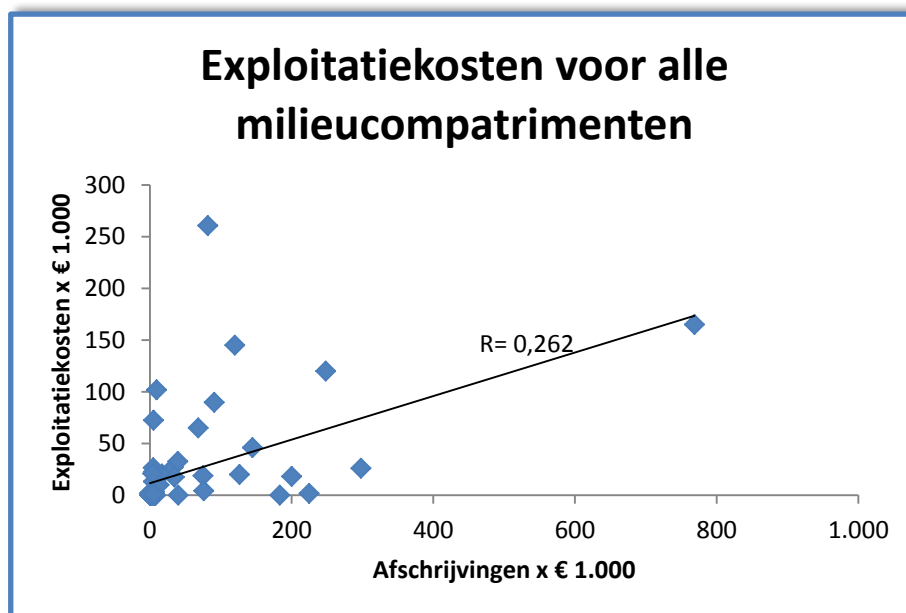
de enquête worden verzameld. Dan zou het schattingsmodel van de milieuvorzieningen niet worden onderverdeeld naar milieucompartimenten, maar zou er voor alle milieuvorzieningen één algemeen schattingsmodel worden ontworpen. De alternatieve hoofdvraag is hieronder nogmaals weergegeven.

De alternatieve hoofdvraag:

Wat is het verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieu-investeringen om de exploitatiekosten van milieuvorzieningen van industriële bedrijven voor alle milieucompartimenten te kunnen berekenen?

In grafiek 6.4 is een trendlijn door de zwevende punten heen getekend. De R waarde 0.262 laat zien dat er geen lineair verband bestaat tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen. De reden ervoor kan zijn dat de milieuvorzieningen te heterogeen zijn en deze kunnen niet met één model worden berekend. Zo heeft een geluidsdemper geen exploitatiekosten in tegenstelling tot een biomassa-installatie die hoge exploitatiekosten heeft.

Er zijn veel verschillende milieuvorzieningen waarvan de exploitatiekosten van elkaar uitermate verschillen. Daarom kunnen de exploitatiekosten van milieu-investeringen uit de verschillende milieucompartimenten niet samen worden geanalyseerd om voor alle milieucompartimenten één schattingsmodel te ontwerpen.



Grafiek 6.4 De trendlijn die het lineair verband aantoont tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van alle milieuvorzieningen

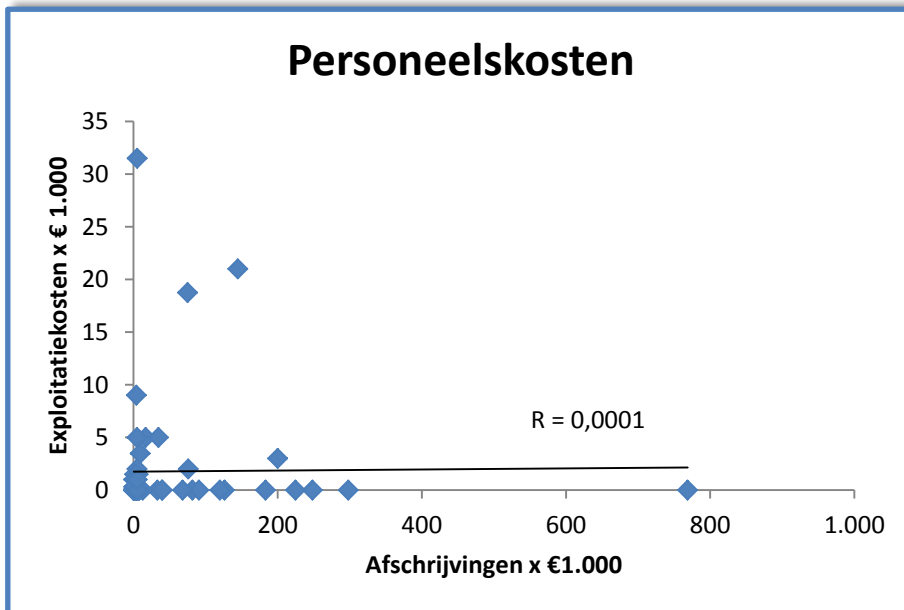
6.2.3 De lineaire regressieanalyse tussen de afzonderlijke kosten en afschrijvingen van de milieuvorzieningen.

Hierboven is het lineaire verband tussen de totale exploitatiekosten en de afschrijvingen onderzocht. De exploitatiekosten bestaan uit personeelskosten, energiekosten en overige kosten. Het is mogelijk om het lineaire verband tussen de personeelskosten en

afschrijvingen te onderzoeken. Zo kan het ook het lineaire verband van energiekosten en overige kosten worden geanalyseerd.

Het lineaire verband tussen personeelskosten en afschrijvingen

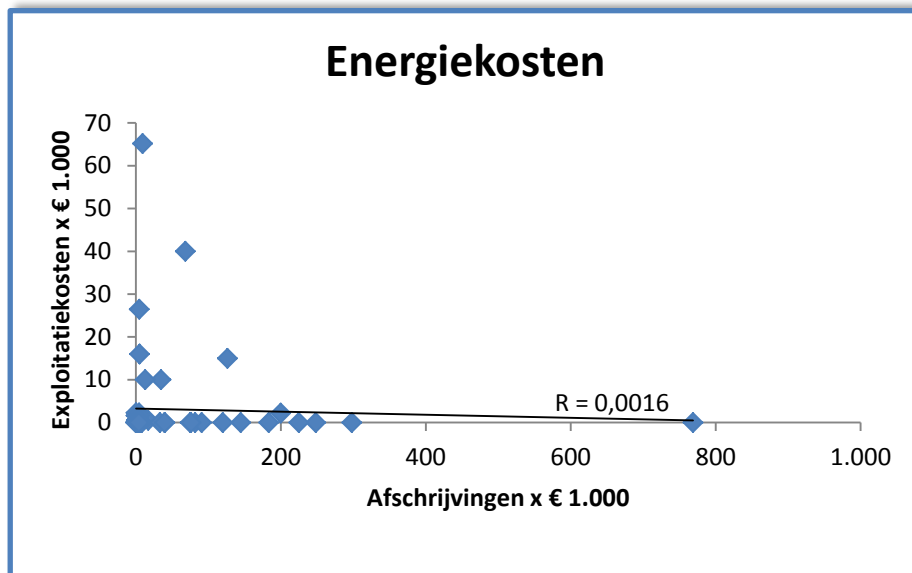
De trendlijn in grafiek 6.9 is getekend om het lineaire verband tussen de personeelskosten en afschrijvingen aan te tonen. Het lineaire verband tussen de personeelskosten en afschrijvingen zijn te zwak. In deze grafiek is te zien dat sommige milieuvoorzieningen geen personeelskosten en sommigen te hoge personeelskosten hebben, de reden ervoor is dat de milieuvoorzieningen te heterogeen zijn.



Grafiek 6.9 De trendlijn die het lineaire verband aantoont tussen de personeelskosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen voor alle milieuvoorzieningen

Het lineaire verband tussen energiekosten en afschrijvingen

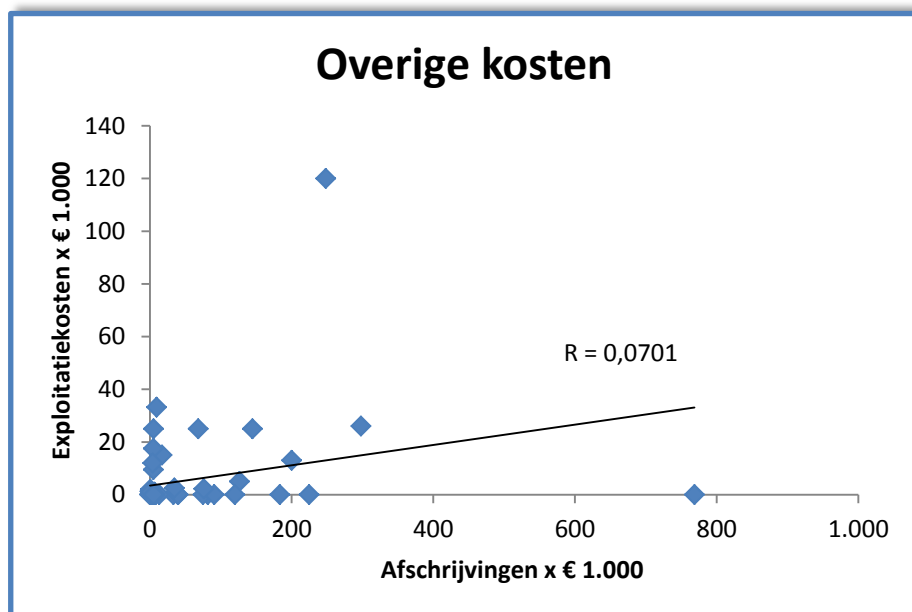
In grafiek 6.10 is de trendlijn getekend die het zwakke lineaire verband tussen de energiekosten en afschrijvingen aantoont. In deze grafiek is te zien dat sommige milieuvoorzieningen geen energiekosten hebben. Het was verwacht dat er geen sterke lineaire verband tussen de energiekosten en afschrijvingen bestaat want de energiekosten van de milieuvoorzieningen zijn te heterogeen om deze met één trendlijn te tekenen.



Grafiek 6.10 De trendlijn die het lineaire verband aantoonst tussen de energiekosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen voor alle milieuvoorzieningen

Het lineaire verband tussen overige kosten en afschrijvingen

In grafiek 6.11 is de trendlijn getekend die het lineaire verband tussen de overige kosten en afschrijvingen aantoonst. De R waarde van 0,0701 laat zien dat er geen lineaire verband tussen de overige kosten en afschrijvingen bestaat.



Grafiek 6.11 De trendlijn die het lineaire verband aantoonst tussen de overige kosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen voor alle milieuvoorzieningen

De trendlijnen tonen aan dat er absoluut geen lineaire verband bestaat tussen de afzonderlijke kosten en afschrijvingen. De reden ervoor kan zijn, dat de uitgesplitste exploitatiekosten nog meer gedetailleerde informatie is dan de algemene exploitatiekosten. In tabel 6.2 is het overzicht van de R waarden weergegeven.

Exploitatiekosten	R
Totale	0.262
Personeelskosten	0.0001
Energiekosten	0.0016
Overige kosten	0.0701

Tabel 6.2 Het overzicht van de R waarden

7 De conclusie en aanbevelingen

7.1 De conclusie

Het hoofddoel van het onderzoek is het ontwerpen van een schattingsmodel om per milieucompartiment de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen bij industriële bedrijven te kunnen berekenen, welke dan in de komende periode jaarlijks door het CBS kan worden ingezet. Om dit doel te bereiken is een literatuuronderzoek verricht en een enquête naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen gehouden.

Na de lineaire regressieanalyse van de gegevens uit het literatuuronderzoek en de enquête, is de conclusie getrokken dat er geen schattingsmodel kan worden ontworpen. Omdat de correlatiecoëfficiënten lager dan 0,7 zijn behalve de R waarde van het milieucompartiment luchtverontreiniging, deze is namelijk 0,878. Deze R waarde laat zien dat er een goede lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen bij milieucompartiment luchtverontreiniging bestaat.

Omdat er te weinig gegevens zijn om een uitspraak over het lineaire verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van de milieuvoorzieningen per milieucompartiment te kunnen doen, is de alternatieve hoofdvraag ook onderzocht. Bij de alternatieve hoofdvraag is er geen rekening gehouden met de milieucompartimenten. De regressieanalyse toont aan dat er geen lineaire verband is tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van alle milieuvoorzieningen. De R waarde van alle milieuvoorzieningen is 0,262 dat niet aanvaardbaar is.

Concluderend: er kon geen bevredigend schattingsmodel worden ontworpen vanwege de te lage respons en gegeven de intrinsieke heterogeniteit van de milieuvoorzieningen. Deze scriptie heeft dit aangetoond en de bevindingen worden voorgelegd aan Eurostat en het CBS.

7.2 De aanbevelingen

Door de te lage respons van de enquête is het moeilijk te beslissen of er een lineair verband tussen de exploitatiekosten en de afschrijvingen bestaat, zodat er een schattingsmodel kan worden ontworpen. Daarom wordt het aanbevolen eenmalig voor de komende periode een uitgebreide enquête naar de exploitatiekosten van de milieuvoorzieningen te houden. Dan kan er een wetenschappelijke uitspraak worden gedaan over het verband tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen.

Met de verkregen gegevens in dit rapport kan een praktische schattingsmethode worden verkregen, door de ratio van de gemiddeld exploitatiekosten en afschrijvingen te berekenen. Daarna worden de gemiddelde exploitatiekosten aan de totale afschrijvingen gerelateerd. Zo kunnen in ieder geval de gemiddelde exploitatiekosten van een milieuvoorziening worden bepaald.

Literatuurlijst

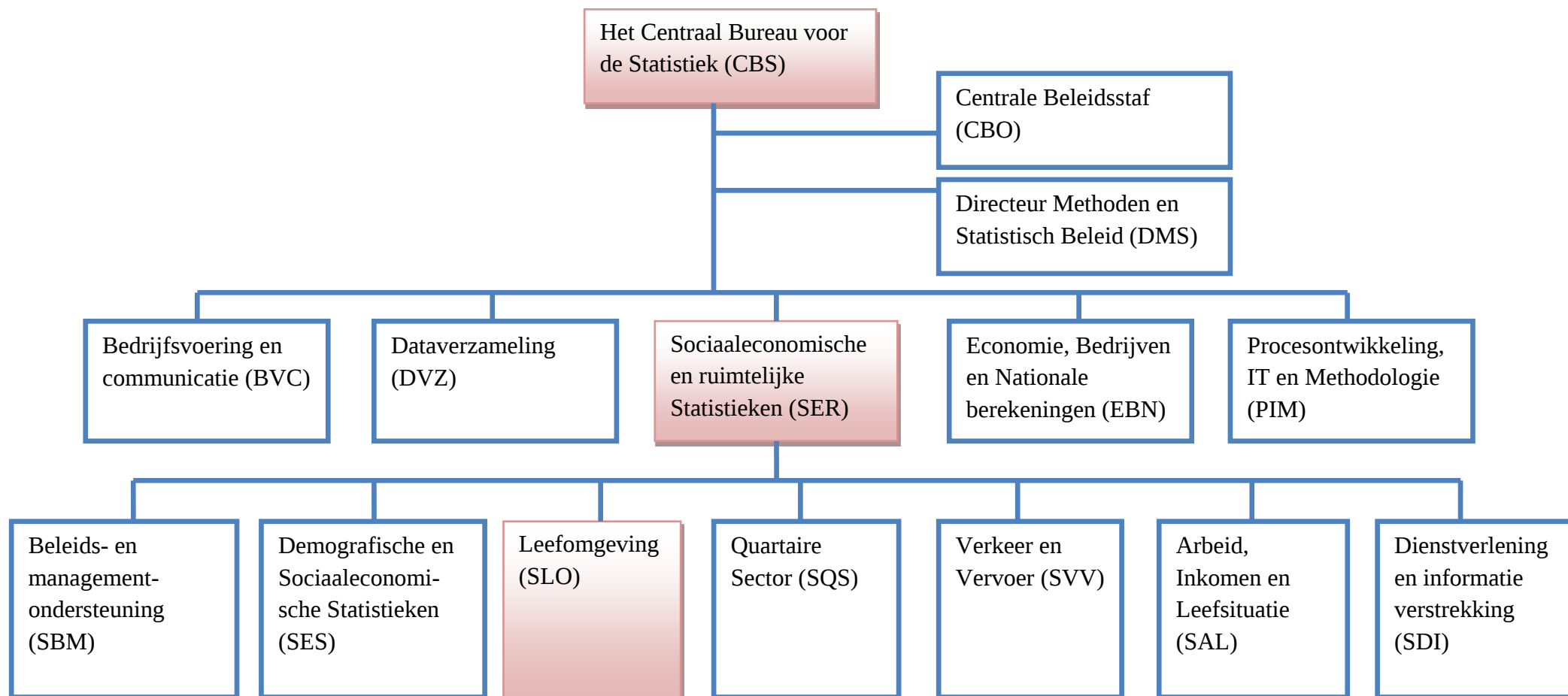
- (1). *Olieafscheiders ledigen, reinigen en inspecteren*. Geraadpleegd op 18 oktober, 2013 van www.vandervelden.com/file/6d92007e-85aa-42c7-88b4-cd29c243e607
- (2). Hoogheemraadschap van Rijnland(2011). *Afvalwater: Van vies naar schoon*. Geraadpleegd op 18 oktober, 2013 van http://www.rijnland.net/werk_uitvoering/afvalwater/werkt
- (3). Kempen, M. (2005). *Afzuiging en Ventilatie*. Geraadpleegd op 14 oktober, 2013 van www.lasrookonline.nl/Downloaddir/sylla6.pdf
- (4). TNO Milieu. *Verbranding en vergassing van biomassa*. Geraadpleegd op 18 oktober, 2013 van <http://www.biogas.nl/downloads/0254kennisoverdracht-op-gebied-van-biomassa.pdf>
- (5). *Computer to Plate*. Geraadpleegd op 15 oktober, 2013 van http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_to_plate
- (6). *DeNOx-installatie, onmisbaar voor schone lucht*. Geraadpleegd op 17 oktober, 2013 van http://www.basf.nl/ecp1/Netherlands/nl_NL/function/conversions:/publish/content/About_us/BASF_Netherlands/Local_Sites/Buren_De_Meern/Uploads/DeN_ox_folder.pdf
- (7). *Wat is een frequentieregelaar?*. Geraadpleegd op 17 oktober, 2013 van http://www.controltechniques.nl/producten/ac-wisselstroomregelaars/wat_is_een_frequentieregelaar.aspx
- (8). *Rookgasreiniging voor WKK CO₂-bemesting*. Geraadpleegd op 14 oktober, 2013 van <http://www.lekhabo.nl/upload/files/HABO-%200005%20Leaflet%20Rookgas.pdf>
- (9). Buitenhuis, J.(2008). *Diepe geothermie, een onontgonnen warmtebron*. Geraadpleegd op 16 oktober, 2013 van <http://www.dwa.nl/uploads/File/artikelen/2008/Diepe%20geothermie%20een%20onontgonnen%20warmtebron,%20VV+,07%200808.pdf>
- (10). Havenaar, D.(2010). *Inzetbaarheid van HFK's blijft noodzakelijk*. Geraadpleegd op 17 oktober, 2013 van http://www.koudeenluchtbehandeling.nl/wp-content/uploads/2010/08/p42_44.pdf
- (11). Geel, P van.(2005). *Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen PGS15*. Geraadpleegd op 16 oktober, 2013 van <http://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS15/PGS15-2005-v0.0.pdf>
- (12). *Opslagcontainers*. Geraadpleegd op 16 oktober, 2013 van http://www.cgk-group.com/userfiles/files/ecostore/CGK_Opslagcontainers.pdf
- (13). *Toepassingen en voordelen van een perscontainer*. Geraadpleegd op 15 oktober, 2013 van <http://www.milieuservicenederland.nl/afvalcontainer/perscontainer>

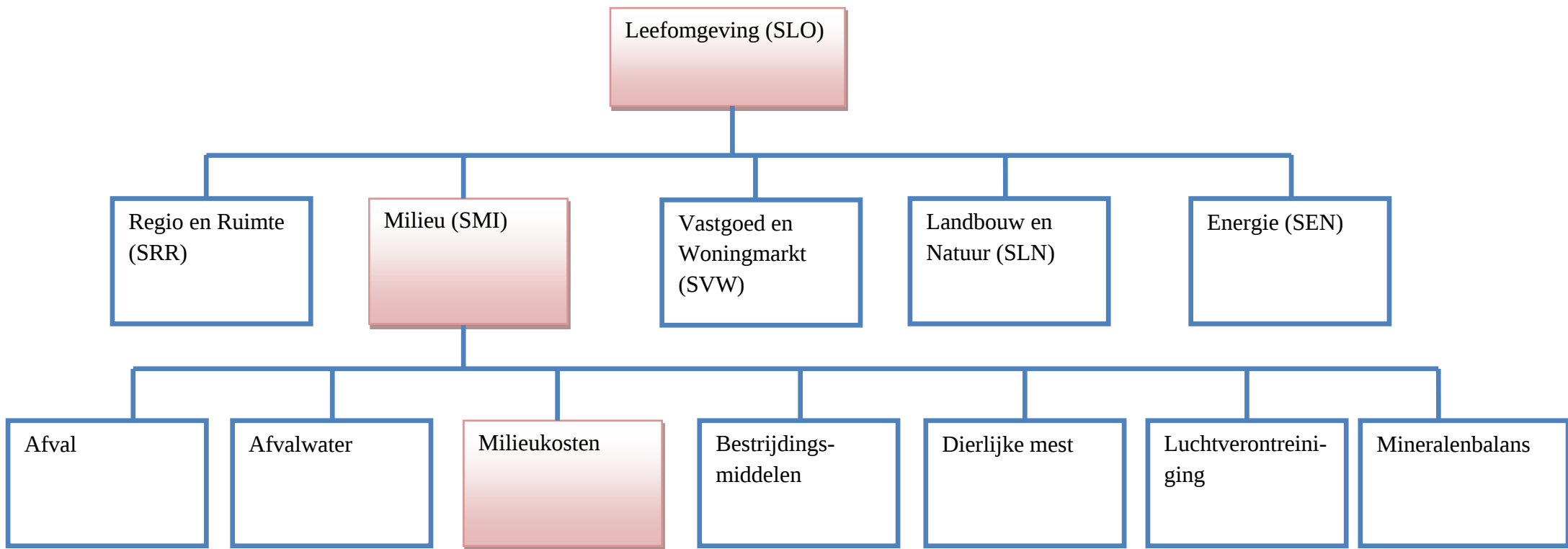
- (14). *Recycling*. Geraadpleegd op 16 oktober, 2013 van <http://nl.wikipedia.org/wiki/Recycling>
- (15). *Slibvangers en Afscheiders*. Geraadpleegd op 19 oktober, 2013 van <http://www.boralit.com/media/24338/c.%20afschieders.pdf>
- (16). *VisRetourWiel brengt ingezogen visjes ongeschonden terug*. Geraadpleegd op 14 oktober, 2013 van <http://www.visretourwiel.nl/visretourwiel/visretourwiel-vangt-vissen.html>
- (17). *Vloeistofdichte vloer/verharding*. Geraadpleegd op 16 oktober, 2013 van <http://www.bodembescherming.nl/pagina.asp?id=320>
- (18). *Individuele Warmte-Koude Opslag(WKO)*. Geraadpleegd op 20 oktober, 2013 van http://www.greenchoice.nl/Content/Web/Document/WKO_NP.pdf
- (19). *Hoe werkt een windmolen?*. Geraadpleegd op 20 oktober, 2013 van http://www.eon.nl/content/dam/eon_nl/News/Hoe_werkt_een_windmolen.pdf
- (20). *Werking van de zonnepanelen?*. Geraadpleegd op 20 oktober, 2013 van http://home.telfort.nl/goudriaan/dir/werking_van_zonnepanelen.pdf
- (21). S.J. Scheuna, J. v. (2004). Environmental protection expenditure by Dutch Industry. Den Haag: CBS.
- (22). CBS,(2011). *Standaard Bedrijfsindeling 2008*.
- (23). *Corporate Informatie*. Geraadpleegd op 18 september, 2013 van <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/organisatie/corporate-informatie/default.htm>
- (24). *Eurostat*. Geraadpleegd op 20 september, 2013 van http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/about_eurostat/introduction
- (25). (2008). Publicatie van de Europese Unie Betreffende Structuuruele Statistieken. Luxemburg: Het Europees Parlement en de Raad.
- (26). Sander, E. (2011). *Eerste Hulp Bij e-Onderzoek*. amsterdam: early dutch books ONLINE.
- (27). ECN,(2008). *Technische-economische parameters van duurzaam energieopties in 2009-2010*.
- (28). Warren, K.(2012). A techno-economic comparison of biogas upgrading technologies in Europa. Jyväskylä
- (29). Buijs, A. (2008). *Statistiek om mee te werken*. Bilthoven: Wolters-Noordhoff.

Bijlagen

- I Het organogram van het CBS
- II Het enquête formulier
- III Grafieken over de milieucompartimenten

Bijlage 1 Het organogram van het CBS





Bijlage II Het enquêteformulier

Reguliere Brief

Geachte heer of mevrouw,

Het Centraal Bureau voor de Statistiek doet d.m.v. een enquête jaarlijks onderzoek naar Milieu-uitgaven op basis van een Europese verordening. In het verleden heeft uw bedrijf hieraan een bijdrage geleverd.

Op dit moment doet het CBS onderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen. Hieronder verstaat het CBS de personeelskosten, energiekosten, overige kosten en eventuele opbrengsten en besparingen die het gevolg zijn van een bepaalde milieuvoorziening. Om deze beter te begrijpen doen wij onderzoek naar de exploitatiekosten van milieuvoorzieningen.

Een aantal bedrijven, waaronder het uwe, sturen wij **eenmalig** een korte enquête met vier vragen over de exploitatiekosten van een door u in het verleden opgegeven milieuvoorziening. Het betreft de volgende investering in het milieu:

Hoogfrequente verlichting(2011).

Van deze milieuvoorziening willen wij graag van u een opgave hebben van de exploitatiekosten. In het formulier **GemiddeldeExploitatiekosten.xls** in de bijlage hebben wij uw gegevens voor u alvast ingevuld. Dit formulier kunt u gebruiken om de exploitatiekosten van deze milieuvoorziening in te vullen.

Wij verzoeken u vriendelijk binnen twee weken de ingevulde enquête te retourneren. Als u nog vragen heeft over deze enquête, dan kunt u uw vraag stellen via de e-mail fgun@cbs.nl of bellen naar het mobiele nummer 06-59320238 (Fatma Gun) of het CBS telefoonnummer 070-337 42 38 (Jaap van Riessen).

Wij danken u alvast hartelijk voor uw tijd en medewerking.

Hoogachtend,

Fatma Gun

Statistisch Analist

Rappelbrief

Geachte heer of mevrouw,

Op 7 november 2013 zonden wij u een enquête betreffende **Gemiddelde exploitatiekosten van uw milieu-investering**. Tot op heden hebben wij echter nog geen respons mogen ontvangen. Mogelijk is deze enquête aan uw aandacht ontsnapt.

Wij verzoeken u vriendelijk de onderstaande enquête alsnog binnen een week ingevuld te retourneren. Mocht u nog vragen hebben over deze enquête, dan kunt u uw vraag stellen via de e-mail fgun@cbs.nl of bellen naar het mobiele nummer 06-59320238 (Fatma Gun) of het CBS telefoonnummer 070-337 42 38 (Jaap van Riessen).

Wij danken u alvast hartelijk voor uw tijd en medewerking.

Hoogachtend,

Fatma Gun
Statistisch Analist

Formulier Gemiddelde Exploitatiekosten

WAID 30519717
BEID 18298265
BUSP 00000
Naam contactpersoon _____
Telefoonnummer _____

Exploitatiekosten van de milieu-investering

De gemiddelde jaarlijkse exploitatiekosten van een milieuvoorziening zijn de personeelskosten, energiekosten en overige kosten die het gevolg zijn van die milieuvoorziening.

DOOR UW BEDRIJF OPGEGEVEN MILIEU-INVESTERING				GEMIDDELTE EXPLOITATIEKOSTEN PER JAAR (IN EURO's excl. B.T.W.)				
Omschrijving	totaal (excl. B.T.W.)	waarvan bouwkundig deel	waarvan machines en apparaten	personeels- ¹ kosten(excl. overhead)	energie- ² kosten	overige ³ kosten	opbrengsten ⁴ en besparingen	
				1	2	3	4	
Hoog frequente verlichting (2011)	€ 25.000		€ 25.000	0	€ 1.938	0	€ 1.838	

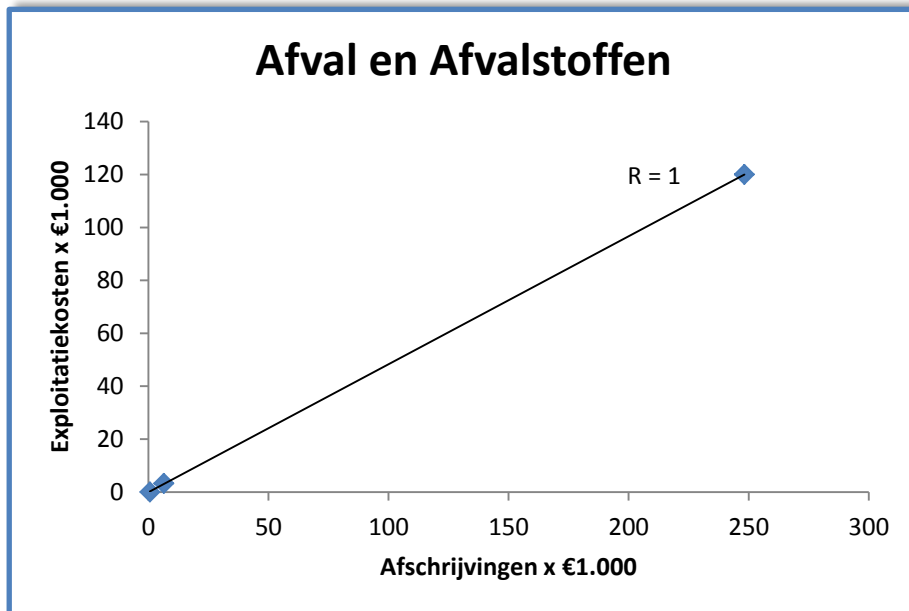
¹ Personeelskosten van deze milieu-investering (gemiddeld per jaar).

² Energiekosten van deze investering (gemiddeld per jaar).

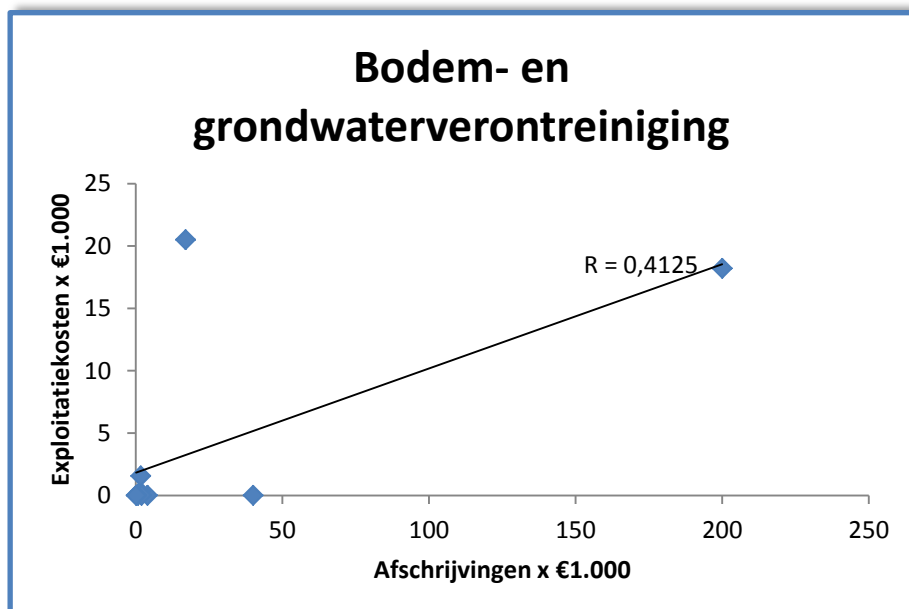
³ Kosten van hulpstoffen, materialen en diensten van deze investering (gemiddeld per jaar).

⁴ De opbrengsten van de bijproducten, de besparingen aan personeel, energie en grondstoffen, de meeropbrengsten als gevolg van productiviteitsverhoging (gemiddeld per jaar).

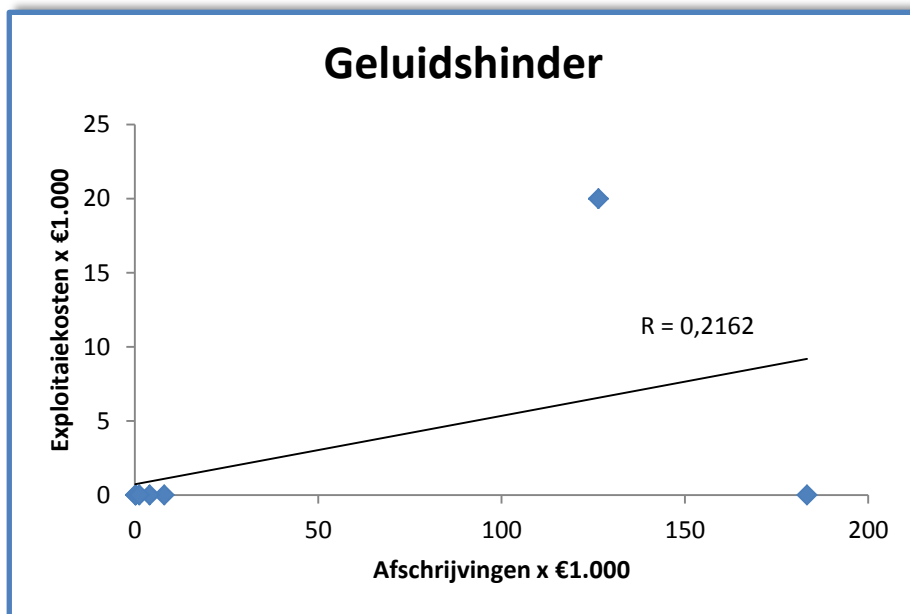
Bijlage III De grafieken over de milieucompartimenten



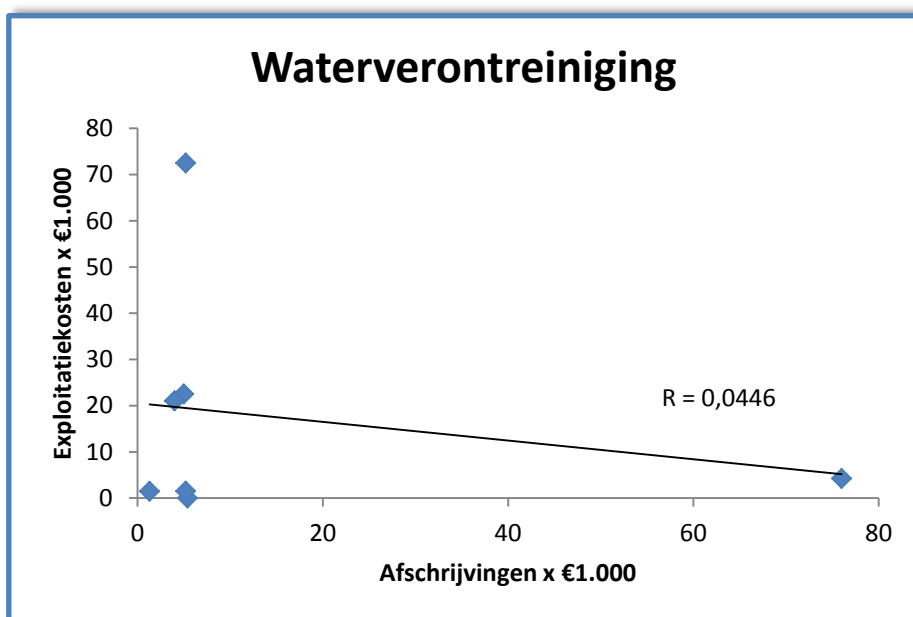
Grafiek 6.5 De trendlijn die het lineaire verband aantoonst tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvorzieningen die afval en afvalstoffen reduceert



Grafiek 6.6 De trendlijn die het lineaire verband aantoonst tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvorzieningen die de bodem- en grondwaterverontreiniging reduceert



Grafiek 6.7 De trendlijn die het lineaire verband aantoonst tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen die de geluidshinder vermindert



Grafiek 6.8 De trendlijn die het lineaire verband aantoonst tussen de exploitatiekosten en afschrijvingen van milieuvoorzieningen die de waterverontreiniging reduceert