

MASTER

Rijden op reststromen

een studie naar de wenselijkheid van het produceren van diesel uit kunststofafval

Pelgröm, S.

Award date:
2007

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

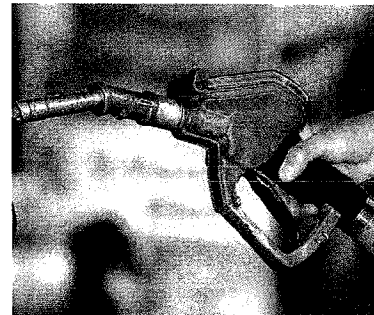
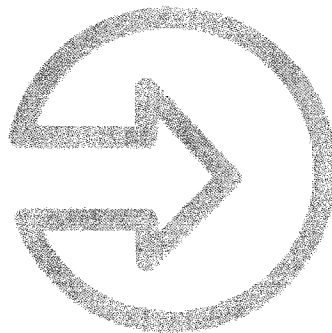
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

ARW
2007
BDK

4514

Rijden op reststromen

Een studie naar de wenselijkheid van het produceren van diesel
uit kunststofafval



**NIET
UITLEENBAAR**

**Steeff Pelgröm
Van Gansewinkel
December 2006**

TBM

Rijden op reststromen

Een studie naar de wenselijkheid van het produceren van diesel
uit kunststofafval

Afstudeerrapport

Auteur: Steef Pelgröm

Faculteit: Technologie Management
Studie: Technische Bedrijfskunde
Technische Universiteit Eindhoven

Afstudeerbedrijf: Van Gansewinkel

Eerste begeleider TU/e:	Dr. Ir. A.J. de Ron
Tweede begeleider TU/e:	Ir. A.F. Kirkels
Begeleiders Van Gansewinkel:	Ir. A. Bolt
	Ing. T. François MBA

Abstract

This report describes the research to the possibility of producing diesel out of waste plastics with thermal cracking technology. Plastic waste streams, other possibilities of handling waste plastics and various suppliers of thermal cracking technology are analyzed in order to make a solid investment decision. This decision is finally evaluated considering different qualitative and quantitative aspects.

Voorwoord

Voor u ligt het resultaat van mijn afstudeerproject binnen Van Gansewinkel. Het onderwerp van mijn afstudeerstage, het maken van diesel uit kunststofafval, was erg boeiend en ik heb er denk ik veel van geleerd. Ik heb met dit rapport geprobeerd om alle aspecten van het maken van diesel uit kunststofafval te belichten. Ik hoop dat Van Gansewinkel op basis van dit rapport een weloverwogen beslissing kan maken over te ondernemen acties en uiteindelijk de investeringsbeslissing voor de aanschaf van een installatie.

Bij deze wil ik graag mijn begeleiders bedanken, voor de samenwerking en ondersteuning tijdens mijn stage; Ad de Ron en Arjan Kirkels vanuit de TU/e en Arend Bolt en Ton François vanuit Van Gansewinkel. Ook mijn collega's bij Inkoop en Logistiek wil ik bedanken voor de prettige en stimulerende werksfeer.

De afstudeerstage is tevens de overgang van een leven als student naar een werkend bestaan. Ik kijk er naar uit om de opgedane kennis en vaardigheden als technisch bedrijfskundig ingenieur in de praktijk te gaan brengen.

Steeff Pelgröm
December 2006

Inhoudsopgave

ABSTRACT	4
VOORWOORD	5
INHOUDSOPGAVE	6
SAMENVATTING	8
1 BEDRIJFSBESCHRIJVING	12
2 PROBLEEMANALYSE EN ONDERZOEKSOPZET	14
2.1 AANLEIDING ONDERZOEK.....	14
2.2 PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSVRAAG	14
2.3 DEELVRAGEN.....	15
2.4 ONDERZOEKSMODEL	15
2.5 BEGRIPSBEPALING EN AFBAKENING	16
3 ANALYSE	17
3.1 KUNSTSTOF AFVAL.....	17
3.1.1 <i>Levenscyclus kunststof</i>	17
3.1.2 <i>Kunststofafval in België en Nederland</i>	18
3.1.3 <i>Kunststofafval bij Ravago</i>	19
3.1.4 <i>Kunststofafval bij Van Gansewinkel</i>	19
3.1.5 <i>Conclusie</i>	19
3.2 VERWERKINGSTECHNIKEN	21
3.2.1 <i>Bepaling technieken voor analyse</i>	21
3.2.2 <i>Beoordelingscriteria</i>	22
3.2.3 <i>Beschrijving technieken</i>	24
3.2.4 <i>Score technieken op criteria</i>	27
3.3 LEVERANCIERSSELECTIE	29
3.3.1 <i>Beoordelingscriteria</i>	29
3.3.2 <i>Beschrijving leveranciers</i>	30
3.3.3 <i>Score leveranciers op criteria</i>	31
4 THEORETISCHE ONDERBOUWING ONTWERP	34
4.1 GENERIEKE STAPPEN INVESTERINGSBESLISSING.....	34
4.2 RAAMWERK KWALITATIEVE ASPECTEN	35
4.3 KWANTITATIEF MODEL.....	35
4.4 SAMENHANG KWALITATIEVE ASPECTEN EN KWANTITATIEF MODEL	36
5 INVULLING ONTWERP	38
5.1 MICRO NIVEAU; WAARDEKETEN	38
5.1.1 <i>Afbakening waardeketen</i>	38
5.1.2 <i>Ingaande logistiek</i>	38
5.1.3 <i>Productie</i>	39
5.1.4 <i>Uitgaande logistiek</i>	39
5.1.5 <i>Verkoop</i>	39
5.1.6 <i>Technologie</i>	40
5.1.7 <i>Verwerving Infrastructuur Organisatie</i>	40
5.1.8 <i>Conclusie waardeketen</i>	40
5.2 MESO NIVEAU; VIJFKRACHTEN MODEL	41
5.2.1 <i>Invulling model</i>	41
5.2.2 <i>Ontdoeners van kunststofafval</i>	41
5.2.3 <i>Leveranciers</i>	42

5.2.4	<i>Concurrentie</i>	42
5.2.5	<i>Potentiële toetreders</i>	42
5.2.6	<i>Potentiële substituuat producten</i>	43
5.2.7	<i>Conclusie vijfkrachten model</i>	43
5.3	MACRO NIVEAU; JOHNSON & SCHOLLES.....	44
5.3.1	<i>Politieke aspecten</i>	44
5.3.2	<i>Macro economische aspecten</i>	47
5.3.3	<i>Technologische aspecten</i>	48
5.4	KWANTITATIEF MODEL.....	49
5.4.1	<i>Bepalen economisch model (stap 3)</i>	49
5.4.2	<i>Keuze analyse methode (stap 4)</i>	51
5.4.3	<i>Toepassen financiële analyse (stap 5)</i>	52
5.4.4	<i>Conclusie economisch model</i>	56
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	57
6.1	CONCLUSIES DEELVRAGEN.....	57
6.2	CONCLUSIE HOOFDVRAAG.....	59
6.3	AANBEVELINGEN.....	59
	BRONNEN	60
	LITERATUUR.....	60
	WEBSITES.....	63
	INTERVIEWS.....	64
	BEGRIPPEN, AFKORTINGEN EN EENHEDEN	65
	BIJLAGEN	66

Samenvatting

Aanleiding en onderzoekopzet

Van Gansewinkel is een dienstverlener op het gebied van afval inzameling en verwerking. Van Gansewinkel profileert zich als een kwaliteitsgericht bedrijf en streeft naar zo hoogwaardig mogelijke verwerking voor haar afvalstromen. In een innovatieproject is een korte verkenning gemaakt van het idee om kunststofafval thermisch te kraken tot diesel. Ravago, een plastic recycle bedrijf, had hetzelfde idee. De bedrijven hebben besloten dit idee samen verder uit te werken. Van Gansewinkel heeft besloten hiervoor deze afstudeeropdracht te formuleren. De volgende onderzoeksvraag is geformuleerd, naar aanleiding van een algemene oriëntatie en probleemanalyse:

Is het voor Van Gansewinkel wenselijk om stromen kunststofafval tot diesel te verwerken d.m.v. de aanschaf van een installatie voor thermisch kraken?

De onderzoeksvraag is opgedeeld in verschillende delen die behandeld worden in de analysefase en ontwerpfase van het onderzoek. In de analyse is bepaald welke stromen geschikt zijn voor thermisch kraken, en in welke hoeveelheden deze stromen aanwezig zijn bij zowel Ravago als Van Gansewinkel (VG) en zowel Nederland als België. Ook is er een analyse gedaan van de concurrerende verwerkingstechnieken voor kunststofafval en een analyse van de leveranciers van installaties voor thermisch kraken. Deze analyses vormen de uitgangspunten voor het ontwerp. In het ontwerp worden de kwalitatieve en kwantitatieve aspecten van de investeringsbeslissing gedetailleerd uitgewerkt. Uiteindelijk volgen hieruit de conclusies en aanbevelingen m.b.t. de investeringsbeslissing

Analyse

Voor thermisch kraken mogen de kunststof afvalstromen enerzijds niet van een te hoge kwaliteit (homogene stroom) zijn omdat hiervoor betere toepassingen zijn. Anderzijds mag deze niet van een te slechte kwaliteit zijn, verontreinigingen met PVC, PET en PUR zijn ongewenst. Ravago heeft 5-10 kiloton per jaar (kt/j) geschikt materiaal en VG minder dan 1 kt/j. VG heeft wel materiaal dat eventueel geschikt te maken is voor thermisch kraken; de Papier Plastic Fractie (PPF) van de verschillende sorteerlijnen kan verder worden nagescheiden. Deze fractie heeft een potentieel van 20 kt/j. In Nederland en België is het grootste gedeelte van het kunststofafval dat apart wordt ingezameld geschikt voor materiaal recycling en daarmee te hoogwaardig voor thermisch kraken. Er is in beide landen wel een groot potentieel aan kunststofafval dat kan worden verkregen door nascheiding uit bedrijfsafval en huisvuil.

Er zijn verschillende concurrerende verwerkingstechnieken beschouwd: directe verbranding in een afvalverbrandingsinstallatie (AVI) of wervelbedoven, productie van secundaire brandstof (RDF) en inzet in een cementoven of elektriciteitscentrale, vergassen en thermisch kraken. Deze technieken zijn gescoord op de volgende criteria: de volwassenheid van de technologie, het energetisch rendement uitgedrukt in 'equivalent fossiele brandstof', het poorttarief voor het materiaal dat geschikt is voor desbetreffende technologie, de investeringskosten en operationele kosten van de technologie. Emissies zijn niet meegenomen in de analyse omdat de emissies voornamelijk afhankelijk zijn van het input-materiaal (en dus niet van de techniek) en omdat het vergelijken van de emissies technisch te moeilijk en te tijdrovend is voor deze afstudeeropdracht.

Thermisch kraken scoort gemiddeld op het criterium equivalent fossiele brandstof, beter dan de bestaande methoden, de AVI en wervelbedoven, maar slechter dan de productie en inzet van secundaire brandstof. Thermisch kraken levert in vergelijking tot andere thermische verwerkingstechnieken de hoogste toegevoegde waarde per ton afval. De investeringskosten en operationele kosten zijn fors hoger, maar er blijft een grote marge tussen kosten en opbrengsten. Thermisch kraken is het minst volwassen van alle verwerkingstechnologieën.

Er zijn verschillende leveranciers benaderd waarvan er vijf behandeld zijn bij de leveranciersselectie: Clyvia, Ozmotech, Alphakat, Nanokat en Ecocycler. Deze zijn gescoord op verschillende criteria betreffende proces variabelen, de betrouwbaarheid van de technologie en leverancier en de investeringskosten. Er is nog te weinig operationele ervaring om duidelijkheid te krijgen over de proces variabelen zoals gevoeligheid voor verschillende input, of de hoeveelheid diesel die wordt geproduceerd per ton kunststof. Ook de investeringskosten verschillen niet significant. De betrouwbaarheid van technologie en leverancier verschilt wel. Hierop scoren Clyvia en Ozmotech het beste, met een lichte voorkeur voor Clyvia.

Theoretische onderbouwing ontwerp

Voor het evalueren van de investeringsbeslissing is een raamwerk ontwikkeld van kwalitatieve (bedrijfskundige) aspecten en een kwantitatief model. De kwalitatieve aspecten zijn opgedeeld in drie niveaus, waarbij voor ieder niveau een model wordt gebruikt met verschillende aspecten. De volgende modellen zijn gebruikt op de verschillende niveaus:

- Micro niveau; Waardeketen van Porter (1985).
Aspecten: in- en uitgaande logistiek, productie, verkoop, technologie, infrastructuur/organisatie/verwerving.
- Meso niveau; Vijfkrachten model van Porter (1980).
Aspecten: concurrenten, afnemers, leveranciers, potentiële toetreders, potentiële substituten.
- Macro niveau; Omgevingsanalyse van Johnson en Scholes (1990).
Aspecten: technologie, politiek, economie.

Voor het bepalen van de economische prestatie is op basis van literatuur het volgende stappenplan ontwikkeld:

1. Bepalen probleemdefinitie, afbakening
2. Bepalen aannames
3. Bepalen bijbehorend economisch model
4. Keuze analyse methoden
5. Analyse m.b.v. de gekozen methoden

Het kwalitatieve raamwerk geeft op een aantal momenten input aan het kwantitatieve model. De waardeketen geeft input voor de afbakening van de analyse en het bepalen van aannames (stap 1 en 2). Het vijfkrachten model van Porter en de omgevingsanalyse van Johnson en Scholes vormen de input voor het bepalen van de waarde en onzekerheid van enkele economische variabelen in het economische model (stap 3).

Invulling kwalitatieve aspecten

Als productielocatie is gekozen voor de site van Chemelot in Geleen. Het kunststofval wordt eerst geperst en gebaald en daarna per vrachtwagen met aanhanger naar de fabriek getransporteerd. De uitgaande logistiek wordt uitbesteed. Een installatie kan uit meerdere productielijnen bestaan met elk een capaciteit 3,5 kt/j. De installatie wordt bestuurd door twee operators in continudienst, onafhankelijk van de capaciteit. De technologie en training van de proces operators wordt geleverd door de leverancier. Ondersteunende activiteiten als verwerving, infrastructuur, organisatie en marketing zullen beperkt zijn en worden uitgevoerd door de business unit waar de activiteit wordt ondergebracht.

In het vijfkrachten-model van Porter wordt de beschouwde markt gedefinieerd als de markt voor het thermisch kraken van kunststofafval. De leveranciers zijn in deze markt de aanbieders van installaties voor thermisch kraken. Zij hebben nu nog een behoorlijke macht in de markt omdat er slechts weinigen zijn die een goedwerkende installatie kunnen leveren. Deze macht zal in de toekomst waarschijnlijk afnemen. De afnemers zijn de ontdoeners van kunststof afval; inzamelbedrijven, recyclebedrijven, gemeenten en bedrijven met afval.

Inzamel- en recyclebedrijven hebben meestal veel kennis van de markt en tevens verschillende mogelijkheden om het kunststofafval te verwerken. Zij zullen waarschijnlijk een sterke onderhandelingspositie hebben. De substituut-producten zijn de andere verwerkingsmogelijkheden. Het verbranden in een AVI of wervelbedoven en productie van secundaire brandstof zijn de belangrijkste concurrenten en hebben een grote invloed op de tarieven die kunnen worden gevraagd voor de verwerking van het kunststofafval. Potentiële toetreders zijn vooral zelfstandige ondernemers, die graag snel geld willen verdienen. Verder is er een grote dreiging van voorwaartse en achterwaartse integratie. Te verwachten barrières voor toetreding zijn: schaalvoordelen, subsidies, leveringscontracten voor kunststofafval, kapitaal en durf om te investeren.

Politieke invloed op het project komt tot uitdrukking in het krijgen van een vergunning, de emissie-eisen waaraan moet worden voldaan, de vergunningen voor het grensoverschrijdend transport van het kunststof afval en eventuele financiële stimulering voor het project. Er zijn geen juridische belemmeringen gevonden voor het transport en de bouw van de installatie. Er gelden voor dergelijke installaties emissie eisen. Voor fiscale stimuleringsregelingen, EIA, MIA en VAMIL zijn aanvragen gedaan, waarvan begin 2007 de uitkomst bekend is. Deze regelingen zouden dan gelden voor iedereen die een installatie aanschaft, en de vergoeding bedraagt maximaal 10% van het investeringsbedrag. Directe subsidie mogelijkheden, EOS demo, UKR en LIFE, zijn bedoeld voor het stimuleren van innovatie en alleen van toepassing voor de eerste die de technologie toepast. Het bedrag dat wordt vergoed ligt bij deze regelingen tussen de 20 en 50% van de investering. In het begin van 2007 kunnen aanvragen hiervoor worden ingediend. Thermisch kraken lijkt aan de meeste eisen voor het toekennen van subsidie te voldoen. Voor de economische analyse wordt echter nog geen subsidie meegerekend.

De ontwikkeling van de dieselprijs is zeer afhankelijk van de ontwikkeling van de olieprijs. Deze prijs is moeilijk te voorspellen en heel afhankelijk van andere macro factoren zoals de groei van de economie, maar ook politieke spanningen en speculatie. Statistisch gezien kan de olieprijs gemodelleerd volgens het 'random walk model', een model waarmee ook aandelenkoersen kunnen worden gemodelleerd. Volgens dit model gaat de koers vanuit zijn huidige positie een willekeurig kant op.

De technologische ontwikkelingen van thermisch kraken en andere verwerkingstechnieken hebben invloed op de toekomstige levensvatbaarheid van de verschillende technologieën. In alle technieken wordt nog vooruitgang geboekt.

Kwantitatief model

De basis van het kwantitatieve model is het stappenplan zoals beschreven bij de theoretische onderbouwing van het ontwerp. De afbakening en de belangrijkste aannames zijn bepaald bij de invulling van de waardeketen. Van hieruit is een kosten schatting gemaakt op basis van verschillende kostencategorieën en zijn de jaarlijkse cashflows bepaald. Voor een installatie bestaande uit twee productielijnen is de investering € 6,2 mln. en de verwachte netto cashflow voor belasting € 1,07 mln

Er is voor gekozen om de economische prestatie uit te drukken in Internal Rate of Return (IRR). Deze waarde is direct te vergelijken met de rendementseis van Van Ganswinkel, de Weighted Average Cost of Capital (WACC), die is bepaald op 9%. De onzekerheid wordt meegenomen in een analytische scenario analyse. Hierin wordt voor alle cashflows de standaarddeviatie (σ) geschat. Deze leidt tot een standaarddeviatie voor de totale cashflow, en daarmee tot de onzekerheid in de economische prestatie, de waarde van de IRR.

In Tabel 1 is de verwachte waarde van de IRR en de onderste en bovenste waarde bij een onzekerheidsmarge van $1 \times \sigma$ weergegeven.

Aantal lijnen	2	3	4	5	6	7	8
Bovengrens IRR bij $+\sigma$	27,2	31,3	33,4	34,8	35,7	36,4	36,9
IRR in %	8,8	13,0	15,1	16,4	17,3	17,9	18,4
Ondergrens IRR bij $-\sigma$	n.r.	n.r.	-16,6	-13,5	-11,7	-10,6	-9,7

Tabel 1: Verwachte waarde en marge IRR bij verschillend aantal productielijnen

Uit de tabel blijkt dat er goede rendementen zijn te behalen, met name bij een grote capaciteit, maar ook dat de onzekerheid hierin nog zeer groot is.

Er is een gevoeligheidsanalyse gedaan voor het bepalen van de belangrijkste bronnen van onzekerheid. De belangrijkste bronnen van onzekerheid zijn (belangrijkste bron eerst): Prijs van de diesel, dieselproductie per ton inputmateriaal en het poorttarief van het inputmateriaal. Er zijn verschillende maatregelen mogelijk voor het verkleinen van de onzekerheid. De belangrijkste zijn: het intern of extern vastleggen van de prijs voor de diesel, het doen van een grootschalige proef met het eigen materiaal op de installatie van Clyvia en het contractueel (intern of extern) vastleggen van het poorttarief van het inputmateriaal.

Conclusies en aanbevelingen

Het thermisch kraken van kunststofafval is een veel belovende techniek, zowel op technisch, economisch als energetisch vlak. Er is nog te veel onzekerheid in de economische prestatie om de investeringsbeslissing nu te rechtvaardigen. Wel zijn er verschillende mogelijkheden om de onzekerheid terug te dringen en zo de investering in de toekomst mogelijk te maken.

Het wordt aanbevolen om de verschillende maatregelen voor onzekerheidsreductie uit te voeren beginnende bij de meest effectieve maatregelen. Na het uitvoeren van de maatregel kan opnieuw de onzekerheid in de economische prestatie worden bepaald. Deze stappen kunnen worden herhaald, totdat kan worden besloten om óf te investeren óf het project definitief af te blazen.

De milieueffecten van het thermisch kraken zijn in dit rapport beperkt gebleven tot het bepalen van de energetische prestatie uitgedrukt in equivalent fossiele brandstof. Voor een bepaling van de gehele milieuprestatie is een analyse van alle emissies noodzakelijk.