

Herwinning van mangaan

*Een onderzoek naar de technische en economische
haalbaarheid van de winning van mangaan uit secundaire
stromen*

Openbare versie



Ian Bleeker – Universiteit Twente
Bachelorscriptie

Auteur:
Ian Bleeker

Onderwijsinstelling:
Universiteit Twente

Faculteit:
Management en Bestuur

Opleiding:
Technische Bedrijfskunde, eindfase bachelor

Opdrachtgever:
Fondel Development B.V.

Begeleiders:
Peter Schuur namens de Universiteit Twente
Jaap Vandehoek namens Fondel Development B.V.

Voorwoord

Het onderzoek dat in deze scriptie wordt behandeld, is uitgevoerd in het kader van de afsluiting van de bachelorfase van mijn opleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Vanaf eind juni tot september heb ik bij Fondel Development B.V. te Rotterdam een onderzoek uitgevoerd naar de winning van mangaan uit secundaire stromen. Tijdens de uitvoer van dit onderzoek heb ik begeleiding gehad van een aantal mensen, ik wil hen hier graag bedanken.

Mijn directe begeleiders bij Fondel Development B.V., Jaap Vandehoek en Jelle Sernee. Zij hebben me wegwijs gemaakt in een vakgebied dat mij voor mijn stage volstrekt onbekend was. Het overleg dat ik met hen heb gehad tijdens mijn stageperiode is belangrijk geweest voor de uitvoer van dit onderzoek. Mijn begeleider aan de Universiteit Twente, Peter Schuur. Zijn kennis van retourlogistiek is een aanvulling op mijn onderzoek, ook heeft hij mij een aantal goede tips gegeven op het methodologische vlak. Tot slot wil ik Judyta en Piotr, met wie ik tijdens mijn stage het kantoor heb mogen delen, bedanken.

Ian Bleeker,
Enschede, oktober 2008

Management Samenvatting

Aanleiding

Dit onderzoek is ontstaan uit de vraag van Fondel Development B.V. om haar kennis over de markt van mangaan te verbreden en de mogelijkheden die deze biedt om mangaan uit secundaire stromen te winnen.

Conclusies

Aanbevelingen

Motivatie

De aanbevelingen zijn gegrond op analyse van literatuur, van de markt en de productieprocessen van de verschillende producten.

Consequenties

Het uitvoeren van de voorgestelde onderzoeken leidt tot mogelijk interessante bronnen voor de winning van mangaan.

Inhoudsopgave

1. Achtergrondinformatie	1
1.1 De organisatie	1
1.2 Aanleiding voor dit onderzoek	1
1.3 Achtergrondinformatie mangaan	1
2. Onderzoeksopzet	2
2.1 Onderzoeksdoel	2
2.2 Vraagstelling	2
2.3 Deliverable	2
2.4 Onderzoeksvragen	3
2.5 Plan van aanpak	4
2.6 Onderzoeksmodel	5
3. Theoretisch kader	6
3.1 Analyse van de markt	6
3.1.1 Aantrekkelijkheid van de markt	6
3.1.2 Business level strategy	7
3.1.3 SWOT analyse	8
3.2 Stromen	8
3.2.1 Supply Chain	8
3.2.2 Retourlogistiek	9
3.2.2.1 Randvoorwaarden voor retourlogistiek	9
3.2.2.2 Belemmeringen van retourlogistiek	9
3.2.3 Product recovery management	10
4. Aantrekkelijkheid van de markt	12
4.1 Beschrijving van de markt	12
4.2 Conclusie	14
5. De supply chain van mangaan	15
5.1 Winning van mangaan	15
5.2 Productie van Mangaan	16
5.2.1 Metaal	16
5.2.1.1 Ferromangaan en silicium mangaan	16
5.2.1.2 Refined ferromangaan	18
5.2.1.3 Mangaan metaal	20
5.2.2 Niet-metaal	22
5.2.2.1 Kalium permanganaat (KMnO ₄)	22
5.2.2.2 Mangaandioxide (MnO ₂)	23
5.2.2.2.1 EMD	23
5.2.2.2.2 CMD	24
5.2.2.2.3 Toepassing CMD en EMD	24
5.2.2.3 Mangaan chloride (MnCl ₂)	24
5.2.2.4 Mangaansulfaat (MnSO ₄)	25
5.2.2.5 Mangaan carbonaat (MnCO ₃)	26
5.2.2.6 Overzicht toepassingen	27
5.3 Supply Chain	30
5.4 Andere mogelijke bronnen	32
6. Recycling van batterijen	33
6.1 Inzameling van batterijen	33
6.2 Processen voor de recycling van batterijen	33
6.2.1 Pyrometallurgische batterij recycling	33
6.2.2 Hydrometallurgische batterij recycling	34
6.3 Investeringsplan	34
6.4 Aantrekkelijkheid van recycling van mangaandioxide uit batterijen	36
7. Omgevingsanalyse Fondel Development B.V.	37
7.1 Externe omgeving	37
7.2 Interne omgeving	37

8. Conclusies en aanbevelingen.....	39
8.1. Conclusies.....	39
8.2. Aanbevelingen	42
9. Referenties	43
Appendix A – Mangaan op stortplaats.....	46
Appendix B – Prijsanalyse periode 1991 tot en met 2008.....	48
Appendix C – Productieschema's niet-metaal producten.....	49

Lijst van figuren

Figuur 1: Het onderzoeksmodel	5
Figuur 2: Vijf krachten model van Porter	7
Figuur 3: Een schematische weergave van een mogelijke supply chain	8
Figuur 4: Een geïntegreerde supply chain.....	10
Figuur 5: Een schematische weergave van de productie van ferromangaan.....	17
Figuur 6: De productie van refined ferromangaan met toevoeging van silicium mangaan.....	19
Figuur 7: De productie van puur mangaan.....	20
Figuur 8: Reactievergelijking mangaan carbonaat productie	26
Figuur 9: Stappen tijdens batterij productie	28
Figuur 10: Supply chain van mangaan	30
Figuur 11: Supply chain met productiegetallen uit 2007 (cijfers in duizend ton)	31
Figuur 12: Vraag, aanbod en prijs van EMD	36
Figuur 13: De supply chain van mangaan	41
Figuur 14: De prijsontwikkeling van refined ferromangaan, HC ferromangaan, silicium mangaan en mangaan metaal.....	48
Figuur 15: Gevolgen prijsontwikkeling door lage toetredingsbarrière.....	48
Figuur 16: Een schematische weergave van CMD productie.....	49
Figuur 17: Een schematische weergave van het hydroquinone mangaansulfaat productie proces	50
Figuur 18: Een schematische weergave van het erts-kool mangaansulfaat productie proces.....	50
Figuur 19: Een schematische weergave van mangaancarbonaat productie.....	50
Figuur 20: Een schematische weergave van kalium permanganaat productie	51

Lijst van tabellen

Tabel 1: Product recovery opties en hun eigenschappen	11
Tabel 2: Wereldwijde productie en herkomst van mangaan erts (hoeveelheden in duizend ton).....	15
Tabel 3: Mangaan reserves per land.....	16
Tabel 4: Mangaan verbruik, in kilogrammen, per ton staal.....	18
Tabel 5: Hoeveelheid geproduceerd mangaan metaal per bedrijf.....	21
Tabel 6: Productieoverzicht EMD	23
Tabel 7: Jaarlijkse productie mangaansulfaat	26
Tabel 8: Toepassingen van mangaan per moleculaire samenstelling.....	27
Tabel 9: Totaal aan mangaan in de dump (in tonnen).....	46

Lijst met afkortingen

SWOT	Strength, Weakness, Opportunity, Threat. Ofwel Kracht, Zwakte, Kansen en Bedreigingen
HC	High Carbon
MC	Medium Carbon
CMD	Chemical Manganese Dioxide
EMD	Electrolytical Manganese Dioxide
Mn	Mangaan
FeMn	Ferromangaan
SiMn	Silicium mangaan

1. Achtergrondinformatie

Dit onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van de afsluiting van de bachelorfase van de opleiding technische bedrijfskunde aan de Universiteit Twente.

Dit hoofdstuk dient als korte inleiding op het gebied van dit onderzoek. Het beschrijft de doelstelling van de organisatie, de aanleiding voor dit onderzoek en een korte introductie van het product mangaan.

1.1 De organisatie

Fondel Groep is een organisatie die gespecialiseerd is in handel, handeling, verwerking en recycling van grondstoffen op een wereldwijde schaal. Fondel Development is verantwoordelijk voor business development van recyclingtechnieken binnen Fondel Groep. Fondel Development B.V. definieert haar missie als volgt:

De missie van Fondel Development is het ontwikkelen van winstgevende productieprocessen voor de recycling van metalen. Mogelijkheden en concepten worden met behulp van creatieve oplossingen en innovatieve technologieën tot een winstgevende productie uitgewerkt (Fondel Development B.V., 2007).

1.2 Aanleiding voor dit onderzoek

De vraag naar grondstoffen neemt voortdurend toe. De sterk groeiende economieën in Azië en Zuid-Amerika zullen de vraag naar energie en metalen de komende decennia blijven stimuleren. Door het hoge energieverbruik bij de primaire productie van metalen zullen metaalprijzen sterk beïnvloed worden door energieprijzen. Deze factoren onderstrepen het belang van het identificeren van metaalhoudende secundaire stromen waaruit metalen (mogelijk) energie efficiënt kunnen worden teruggewonnen (Opdrachtschrijving Fondel Development BV, 2008). Fondel Development wil haar kennis verbreden op het gebied van mangaan.

1.3 Achtergrondinformatie mangaan

Het eerste gebruik van mangaan kan worden teruggevoerd tot het stenen tijdperk. 17.000 jaar geleden werd mangaandioxide al gebruikt als pigment voor muurschilderingen.

In 1771 werd het element ontdekt door de Zweedse scheikundige Scheele, maar het duurde nog tot 1774 tot J.G. Gahn het als element wist te isoleren (International Manganese Institute – History of Manganese, 2005).

Mangaan is het vierde meest gebruikte metaal ter wereld. In 2006 is een totaal van 34 miljoen ton aan erts gewonnen. Mangaan kent vele toepassingen. Het wordt gebruikt bij de productie van staal, hier gaat jaarlijks 90 procent van alle mangaan naar toe, maar vindt ook een toepassing in onder andere batterijen en aluminium (International Manganese Institute – Introduction 2005).

2. Onderzoeksopzet

In dit hoofdstuk worden de doelstelling, de vraagstelling, de deliverable, de onderzoeksvragen, het plan van aanpak en tot slot het onderzoeksmodel beschreven. Samen vormen zij de onderzoeksopzet.

2.1 Onderzoeksdoel

Fondel Development heeft in haar opdrachtschrijving aangegeven dat zij haar kennis wil verbreden op het gebied van mangaan of specifieker, in afvalstromen die mangaan bevatten. Daarom richt dit onderzoek zich op de aantrekkelijkheid van deze stromen voor een eventuele investering. Deze aantrekkelijkheid zal getoetst worden op economisch en technische basis. Dit houdt in dat het winnen van mangaan uit de stroom zowel economisch aantrekkelijk als technische mogelijk moet zijn. De doelstelling van dit onderzoek wordt daarom als volgt geformuleerd:

Het verbreden van kennis voor Fondel Development B.V. van de markt van mangaan en de technische en economische haalbaarheid van de winning van mangaan uit secundaire stromen.

Om deze doelstelling te kunnen bewerkstelligen moet een onderzoeksopzet worden gemaakt. Allereerst dient hiervoor vastgesteld te worden of er sprake is van een theorie- of praktijkgericht probleem. Zoals blijkt uit de doelstelling, is het de bedoeling om een onderzoek te doen naar de haalbaarheid van recycling van mangaan uit secundaire stromen, het doel is dus een verandering aan te brengen in de huidige situatie. Er is daarom sprake van een praktijkgericht onderzoek (Verschuren & Doorewaard, 1995, p. 29). Het probleem is op dit moment al helder gedefinieerd. Er is namelijk een duidelijk onderscheid te maken tussen de huidige en de gewenste situatie. De huidige situatie is dat Fondel Development B.V. op dit moment nog niet actief is op de markt waar mangaan uit afvalstromen wordt gewonnen. De wenselijke situatie is dat men dit, mits de omstandigheden dit toelaten, wel graag wil. Het is daarom zaak om een inzicht te krijgen in de aantrekkelijkheid van deze markt. De vorm van dit onderzoek is om deze reden diagnostisch (Verschuren & Doorewaard, 1995, p. 32).

2.2 Vraagstelling

Uit de in paragraaf 2.1 geformuleerde doelstelling en de eerste beschrijving voor de onderzoeksopzet volgt de volgende vraagstelling:

Welke afvalstromen zijn voor mangaan te identificeren en is het economisch en technisch haalbaar om deze grondstof uit deze afvalstromen te winnen?

Deze vraagstelling is het resultaat van de vraag van Fondel Development B.V. om haar kennis te verbreden op het gebied van mangaan in combinatie met haar organisatorische doelstelling om te zoeken naar aantrekkelijke recyclingmogelijkheden.

2.3 Deliverable

Het resultaat van dit onderzoek is een overzicht van de voorwaartse supply chain van mangaan. Voor ieder onderdeel van deze supply chain wordt de productiemethode en de hierbij vrijkomende afvalstromen beschreven. Daarnaast ontstaat een overzicht van consumeerbare goederen die mangaan bevatten. Ook hier zal worden onderzocht wat de mogelijkheden voor recycling zijn. Het uiteindelijke resultaat is een aanbeveling aan Fondel Development B.V. waarin wordt aangegeven welke afvalstromen potentieel hebben voor een investering.

2.4 Onderzoeksvragen

De centrale vraagstelling roept andere vragen op. Daarnaast roepen ook de in paragraaf 2.3 geformuleerde resultaten vragen op. Dit resulteert in de volgende onderzoeksvragen:

- 1) In hoeverre is de markt van mangaan aantrekkelijk?
- 2) Hoe ziet de voorwaartse supply chain van mangaan er uit?
- 3) Welke afvalstromen zijn in de supply chain te onderscheiden?
 - a. Wat is de omvang van deze stromen in tonnen?
 - b. Welk percentage mangaan is aanwezig in de stroom?
 - c. Wat is de vorm van de stroom?
- 4) Welke van de geïdentificeerde afvalstromen zijn aantrekkelijk voor winning van mangaan of verder onderzoek?

Ad 1. De beantwoording van deze vraag schept duidelijkheid of het überhaupt aantrekkelijk is om de mangaanmarkt te betreden.

Ad 2. Door de beantwoording van deze vraag wordt de stroom van mangaan van mijn tot eindproduct inzichtelijk. Hiermee kan niet alleen deelvraag drie worden beantwoord, maar het geeft ook de mogelijkheden weer waar het secundair gewonnen mangaan kan worden afgezet.

Ad 3. Afvalstromen vormen de markt voor Fondel Development BV. Hiermee wordt hun markt in kaart gebracht.

Ad 3b+c. Het betreft hier de chemische samenstelling van de stroom. Aan de hand van deze samenstelling kan worden bekeken hoe aantrekkelijk de stroom is voor de winning van mangaan. De vorm van de stroom is belangrijk voor de te gebruiken recyclingtechniek.

Ad 4. De beantwoording van deze vraag zal dienen als basis voor de uiteindelijke aanbeveling richting Fondel Development B.V.

2.5 Plan van aanpak

Deze paragraaf vormt het plan van aanpak waarmee de vraagstelling en doelstelling worden behaald.

Door een bestudering van de literatuur, informatie die volgt uit gesprekken met en documenten van Fondel Development B.V. en de informatie die beschikbaar is vanuit de markt wordt een marktanalyse gemaakt. Deze marktanalyse geeft een inzicht in de kansen en bedreigingen van de mangaanmarkt. Deze beschrijving vormt de beantwoording van onderzoeksvraag één.

Aan de hand van dezelfde informatie wordt een beschrijving gegeven van de productiemethode van verschillende mangaan producten en producten waar mangaan een grondstof voor is. Door deze beschrijving ontstaat een inzicht in de mogelijke afvalstromen die ontstaan tijdens de productie.

Aan de hand van de beschrijving van de productiemethoden, de hieruit voortvloeiende producten en toepassingen van deze producten kan een voorwaartse supply chain worden getekend. Deze supply chain geeft een overzicht welke stromen mangaan volgt vanuit de mijn totdat het wordt verwerkt tot een eindproduct. Aan de hand van deze supply chain kan worden bepaald welke mangaan houdende grondstoffen worden gebruikt voor bepaalde producten en de jaarlijks gebruikte hoeveelheid hiervan.

Een onderdeel van de voorwaartse supply chain zijn consumentengoederen. Hiervoor wordt onderzocht welke producten mogelijk interessante retourstromen opleveren voor recycling.

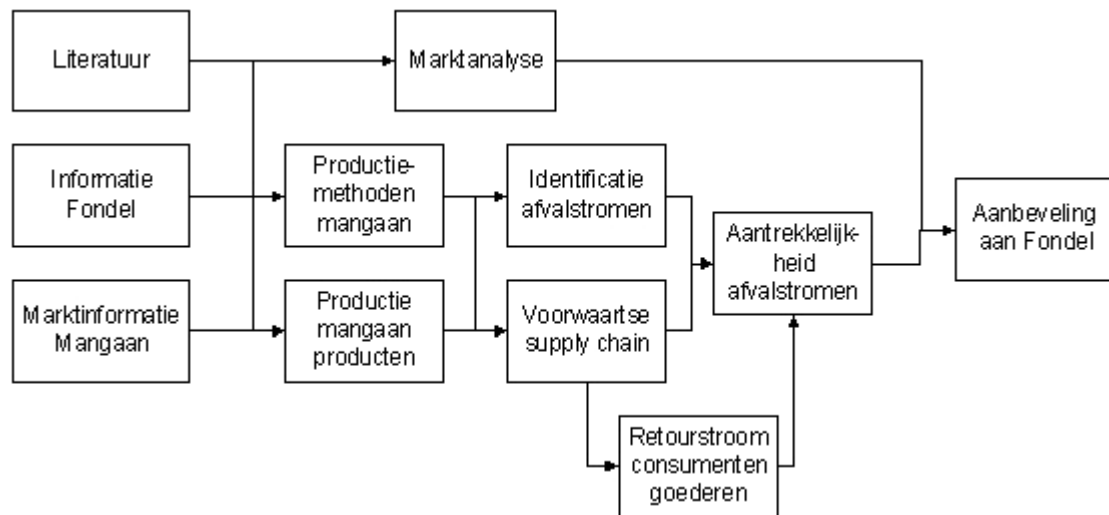
Vervolgens wordt voor de geïdentificeerde afvalstromen en interessante retourstromen hoe aantrekkelijk het is om er een vorm van mangaan uit te recyclen. Aan de hand van literatuur over recycling wordt bepaald waar een stroom aan moet voldoen om aantrekkelijk te zijn voor recycling, zodoende kan de aantrekkelijkheid per stroom worden onderzocht. Als ook de vorm van mangaan bekend is die door recycling wordt gewonnen uit een stroom, kan aan de hand van de marktanalyse en de voorwaartse supply chain worden bepaald of er voldoende afzetmogelijkheden zijn.

Deze beschrijving vormt de beantwoording van onderzoeksvragen twee en drie. De informatie die nodig is voor de beantwoording van deze vragen kan worden gevonden bij instanties die zijn gericht op mangaan, congressen over mangaan, overheidsinstanties die zich bezighouden met mijnbouw en wetenschappelijke artikelen.

Deze aantrekkelijkheid van afvalstromen in samenhang met de marktanalyse resulteert tot slot in een aanbeveling aan Fondel Development B.V. waar zij mogelijk kansen vindt voor een investering. Deze beschrijving vormt de beantwoording van deelvraag 4 en van de centrale vraagstelling.

2.6 Onderzoeksmodel

Al het hiervoor beschrevene wordt schematisch weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Het onderzoeksmodel

3. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk worden theorieën behandeld die nodig zijn voor de beantwoording van de deelvragen. Paragraaf 3.1 gaat in op de analyse van de markt. Er wordt gekeken naar eisen voor logistiek en de samenstelling van een supply chain in paragraaf 3.2.

3.1 Analyse van de markt

Aan de hand van de hieronder beschreven theorie kan een analyse worden gemaakt van de huidige situatie van de markt. Deze analyse heeft betrekking op de kansen en bedreigingen op de markt, welke vormen van samenwerking met andere partijen mogelijk zijn en de SWOT analyse. Met behulp van de SWOT analyse kunnen de interne en externe omgeving van Fondel Development B.V. worden geanalyseerd.

3.1.1 Aantrekkelijkheid van de markt

De aantrekkelijkheid van de markt voor een bepaalde afdeling van een organisatie kan worden bepaald door middel van de BCG matrix. Hierin wordt een afdeling van een organisatie geanalyseerd aan de hand van het marktaandeel en de groei van de markt (Daft, 2005, p. 251). Fondel Development B.V. heeft echter nog geen marktaandeel, daarom is deze methode niet geschikt om een analyse uit te voeren. Een andere methode die een omschrijving geeft van de markt is het PEST model. Dit model beschrijft de politieke, economische, sociale en technische eigenschappen van de markt (PEST Analysis, 2007). Het is een bruikbaar model, maar schiet helaas te kort op het gebied van concurrentie. Een model dat overeenkomt met het PEST model, maar deze concurrentie wel beschrijft is het Vijf-krachten model van Porter. In dit model wordt de markt op vijf punten op kansen en bedreigingen geanalyseerd. Deze punten zijn: concurrenten, dreiging van vervangende producten, afnemers, leveranciers en potentiële toetreders. Des te zwakker deze krachten zijn, des te groter is de kans op succes.

Iedere kracht kent factoren die van invloed zijn op de sterkte van de kracht, hier volgt een overzicht waarbij per kracht de factoren worden opgesomd.

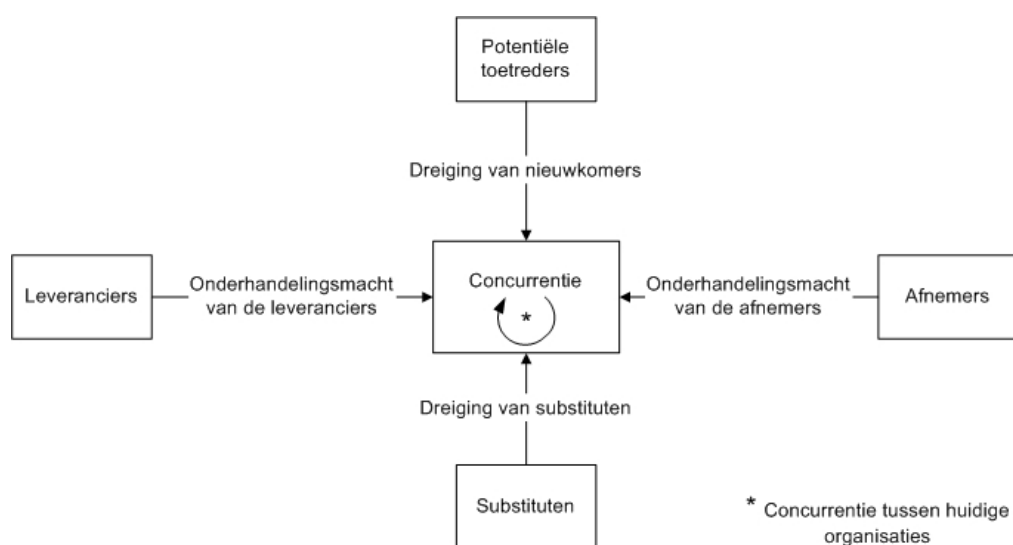
Potentiële toetreders: nieuwe toetreders brengen nieuwe capaciteit, de vraag naar een marktaandeel en nieuwe middelen. Er zijn zes barrières voor nieuwkomers, dit zijn: 1) Schaalvoordeel, 2) product differentiatie, 3) behoefte aan kapitaal, 4) overstapkosten, 5) toegang tot distributie kanalen en 6) overheidsregulering.

Leveranciers: De leveranciers kunnen macht uitoefenen door de prijs te verhogen of de kwaliteit van het product te verlagen. Deze macht hangt af van: 1) De hoeveelheid leveranciers, 2) de hoeveelheid substituten, 3) het belang van de bedrijfstak voor de leveranciers, 4) overstapkosten, 5) de standaardisatie van het product, 6) mogelijkheden op het gebied van verticale integratie.

Afnemers: Macht van afnemers zorgt ervoor dat zij druk kunnen uitoefenen op de prijs van het product. Deze macht wordt veroorzaakt door: 1) Het deel van de totale markt omzet dat per afnemer wordt afgenomen, 2) het belang dat de afnemer bij het product heeft, 3) in hoeverre het product gestandaardiseerd is, 4) de overstapkosten die de afnemer heeft, 5) de winst van de afnemer, 6) de dreiging van verticale integratie, 7) hoe belangrijk het product is voor de kwaliteit van het product van de afnemer, 8) de hoeveelheid informatie die de afnemer heeft over de markt heeft, bijvoorbeeld de vraag, marktprijzen en kosten.

Dreiging van vervangende producten: substituten beperken de potentiële opbrengsten voor een bedrijfstak. Complementaire goederen vertonen een positieve correlatie met de markt. Wanneer een complementair goed positieve verkoopcijfer vertoont, dan zal dit voor het eigen goed ook een positief effect hebben.

Concurrenten: Wanneer er in de bedrijfstak veel concurrentie heerst, is het erg lastig om een marktaandeel te creëren. Ook zorgt hoge concurrentie voor kleine marges op de producten. Indien er homogeniteit in de bedrijfstak heerst, is de concurrentie hevig. Men kan zich niet richten op productdifferentiatie en zal daarom bijvoorbeeld op de prijs moeten concurreren (Porter, 1979).



Figuur 2: Vijf krachten model van Porter

3.1.2 Business level strategy

Fondel is geïnteresseerd in potentiële partners op de markt. Daarom is het goed om te kijken naar 'partnership strategies'.

Een organisatie kan in verschillende mate een samenwerking aangaan met een andere organisatie. De verschillende vormen van samenwerking zullen in oplopende volgorde besproken worden, van weinig samenwerking tot veel samenwerking. Deze samenwerking heeft een positief effect op het promoten van innovatie, het uitbreiden van de markt en het bereiken van gezamenlijke doelen.

Preferred supplier arrangements: de organisatie gaat een directe samenwerking aan met een belangrijke leverancier. Dit voorkomt de tussenkomst van een andere partij, hierdoor wordt bespaard op de kosten. Daarnaast biedt het voor beide partijen een garantie op een langdurige samenwerking. Verder is er geen sprake van andere vormen samenwerking tussen beide partijen.

Strategic business partnering: door samenwerking proberen twee organisaties meer te bereiken dan waar zij in hun eentje tot in staat zouden zijn.

Joint ventures: organisaties delen de kosten en risico's in een nieuw op te zetten organisatie.

Mergers: twee organisaties fuseren tot een nieuwe organisatie.

Acquisitions: een organisatie neemt een andere organisatie over, waarbij de naam van de eerste zal gaan gelden (Daft, 2006, p.257-258).

3.1.3 SWOT analyse

De afkorting SWOT staat voor kracht, zwakte, kansen en bedreigingen. Aan de hand van deze factoren kan de omgeving van een organisatie wordt geanalyseerd. De interne omgeving van de organisatie wordt geanalyseerd op haar kracht en zwaktes. De externe organisatie wordt geanalyseerd op basis van haar kansen en bedreigingen. Aan de hand van deze analyse wordt een strategie bepaald voor de organisatie. Deze strategie zorgt ervoor dat de organisatie optimaal gebruik maakt van haar kracht en de kansen die de markt biedt. Dit zorgt ervoor dat de organisatie de invloed van haar zwakte en de bedreigingen van de markt beperkt (Daft, 2005).

3.2 Stromen

Aan de hand van de hieronder beschreven theorie kunnen de stromen van mangaan in kaart worden gebracht. Deze stromen, beginnend in de mijn tot aan de verwerking in een definitief product, vormen de supply chain van mangaan. De supply chain komt aan bod in paragraaf 3.2.1.

Uit een stroom kan succesvol mangaan worden gewonnen als voldaan is aan een aantal voorwaarden, deze worden gebaseerd op retourlogistiek theorie. Dit onderwerp komt aan bod in 3.2.2. In paragraaf 3.2.3 wordt beschreven welke mogelijke retourstromen er kunnen ontstaan in een supply chain aan de hand van product recovery management theorie.

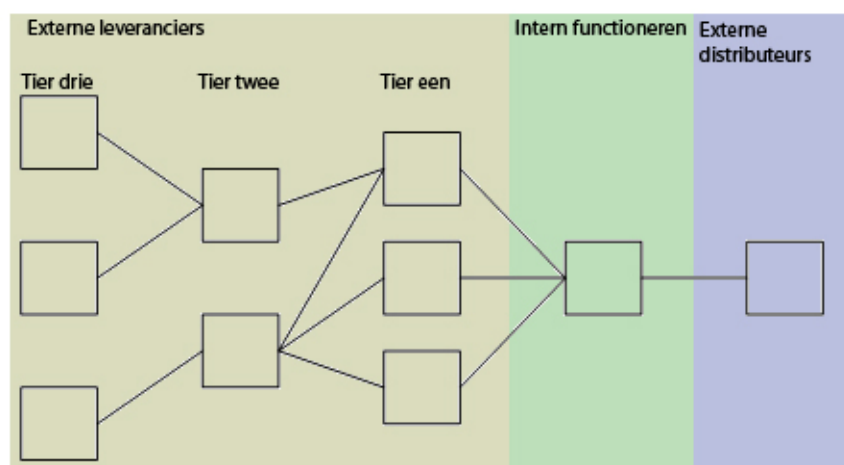
3.2.1 Supply Chain

Een supply chain, welke schematisch weergegeven is in figuur 3, bestaat uit alle stappen die moeten worden genomen om een gereed product bij de klant te krijgen. De supply chain structuur bestaat uit drie componenten: externe leveranciers, het interne functioneren van de organisatie en de externe distributeurs.

Externe leveranciers: deze categorie bestaat uit een keten van leveranciers en wordt onderverdeeld als tier one, tier two, tier three, et cetera. Tier one levert direct aan de organisatie, tier two levert aan tier one, enzovoort.

Intern functioneren: dit zijn de processen die binnen de organisatie worden uitgevoerd om tot een gereed product te komen. Voorbeelden hiervan zijn inkoop, productie, kwaliteitscontrole en verzending.

Externe distributeurs: dit onderdeel van de supply chain draagt zorg voor de aflevering van het product bij de afnemers (Reid en Sanders, 2005, p. 101-105).



Figuur 3: Een schematische weergave van een mogelijke supply chain

3.2.2 Retourlogistiek

Deze paragraaf gaat in op de randvoorwaarden en belemmeringen van retourlogistiek. Deze randvoorwaarden en belemmeringen kunnen worden gebruikt bij de toetsing van de stromen.

3.2.2.1 Randvoorwaarden voor retourlogistiek

Niet ieder product of proces is geschikt voor retourlogistiek. Om succesvol te zijn moet voldaan zijn aan een aantal randvoorwaarden.

1. De producten en processen moeten geschikt zijn voor hergebruik.
2. Er moet een infrastructuur ontwikkeld worden voor de herbewerking van materialen en producten.
3. De inzamelfrequentie en –capaciteit moeten voldoende zijn.
4. De transportkosten zijn geminimaliseerd.
5. Er moet een afzetmarkt voor herbewerkte producten worden gecreëerd.
6. Er moet onderkend worden dat bij retourlogistiek diverse partijen betrokken zijn.
7. Het ketendenken is essentieel; alle partijen in een keten moeten meewerken om een retoursysteem te doen slagen (Visser en Van Goor, 2004, p. 379-380).

3.2.2.2 Belemmeringen van retourlogistiek

Visser en Van Goor noemen in hun boek een aantal belemmeringen die kunnen optreden bij retourlogistiek. Hier komen de relevante belemmeringen aan bod.

Economisch: De kosten van herbewerking van gebruikte materialen en producten. Een organisatie zal er niet voor kiezen producten te recyclen wanneer de prijs van een nieuw product lager is.

Vraag en aanbod: Gebruikte producten zijn vaak niet regelmatig beschikbaar.

Daarnaast is de prijs vaak niet stabiel door schommelingen in vraag en aanbod.

Toepassing verschillende maatstaven: De samenstelling van de recyclables kan per land, maar ook per fabrikant verschillen. Dit bemoeilijkt het scheidingsproces, omdat de scheidingsprocedures en –installaties per locatie verschillen.

Technische belemmeringen: Het is mogelijk dat de techniek nog niet zover is dat het scheiden van alle materialen mogelijk is. Ook kan een hoge volume-gewichtratio zorgen voor hoge inzamel-, sorteer- en transportkosten per ton (Visser en Van Goor, 2004, p. 380-381).

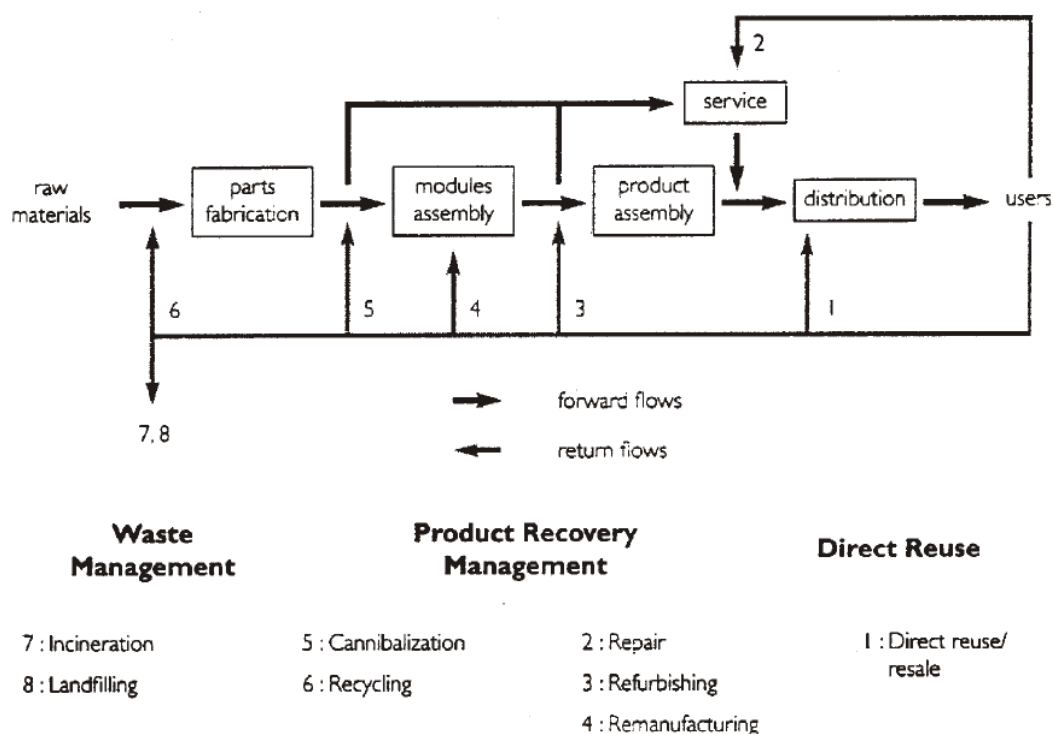
3.2.3 Product recovery management

Product recovery management behelst het management van alle weggegooiden producten, onderdelen en materialen die onder de verantwoordelijkheid vallen van een productie organisatie. Het doel is het terugwinnen van zo veel mogelijk economische waarde als mogelijk is, waarbij de hoeveelheid afval tot een minimum wordt beperkt.

Voor het terugwinnen van materialen heeft een organisatie informatie nodig. Deze informatie kan worden onderverdeeld in de volgende vier categorieën:

- 1) Informatie over de samenstelling van een product;
- 2) Informatie over de omvang en de onzekerheid van retourstromen;
- 3) Informatie over de markt van gerecyclede producten, onderdelen en materialen;
- 4) Informatie over de huidige terugwinning van producten en de manier waarop de organisatie met haar afval omgaat (Thierry e.a., 1995).

Aan de hand van de hierdoor verkregen informatie kan een organisatie bepalen of het economisch aantrekkelijk is om economische waarde uit de retourstroom te winnen.



Figuur 4: Een geïntegreerde supply chain
Bron: Thierry e.a., 1995

Figuur vier geeft een geïntegreerde supply chain weer. Het bevat de onderdelen service, product terugwinning en afval management. Geretourneerde producten en onderdelen kunnen direct worden verkocht, worden teruggewonnen of worden beschouwd als afval waarna het kan worden gestort op een afvalplaats of worden verbrand. De vijf opties voor terugwinning zijn: reparatie, revisie, ombouwen tot een ander product, kannibaliseren of recycling. In figuur vier is te zien waar deze processen in de keten kunnen worden toegepast (Thierry e.a., 1995). Tabel 1 geeft een overzicht van deze processen. Per proces wordt het niveau tot waar het product wordt gedemonteerd, de eisen die aan het resultaat worden gesteld en het resulterende product weergegeven.

Proces	Niveau van demontage	Kwaliteit eisen	Resultierend product
2: Repair	Product niveau	Herstel het product, zodat het weer werkt	Een aantal onderdelen is gerepareerd of vervangen
3: Refurbishing	Module niveau	Inspectie van kritieke modules en verbeter ze tot een gespecificeerd niveau	Sommige modules zijn gerepareerd / vervangen; mogelijk verbeterd
4: Remanufacturing	Onderdeel niveau	Inspectie van alle modules en onderdelen en verbeter ze tot het product als nieuw is	Gebruikte en nieuwe onderdelen zijn gecombineerd tot een nieuw product
5: Cannibalization	Selectieve terugwinning van onderdelen	Keuze van onderdelen is afhankelijk van de wensen	Sommige onderdelen worden hergebruikt, de rest wordt gerecycled of weggegooid
6: Recycling	Materiaal niveau	Hoog voor productie van originele onderdelen, anders laag	Materiaal wordt hergebruikt om nieuwe producten te produceren.

Tabel 1: Product recovery opties en hun eigenschappen
Bron: Thierry e.a., 1995