

# Diversificatie naar geothermische energie



Jochem Ooijevaar

*21 februari 2008*

*'Diversificatie naar geothermische energie'*

Jochem Ooijevaar  
S0081205  
Bedrijfskunde  
Universiteit Twente

*Afstudeercommissie:*  
Dhr. R. van Reekum  
Dhr. P. Rop  
Dhr. E. Constantinides

## **Voorwoord**

Het onderzoek dat in deze scriptie behandeld wordt, vond plaats in het kader van de afronding van de bachelorfase. Gedurende de maanden september tot en met december 2007 is de opdracht uitgevoerd in de Leidse vestiging van de onderneming NEM. De totstandkoming van deze scriptie is echter niet zonder slag of stoot gegaan en daarom zou ik graag nog een aantal mensen willen bedanken.

Ten eerste wil ik mijn begeleider vanuit de Universiteit Twente, de heer Rik van Reekum, bedanken voor de uitgebreide feedback die ik gedurende mijn stage heb mogen ontvangen, en de heer Efthymios Constantinides voor het meelesen van mijn scriptie. Daarnaast wil ook mijn begeleider van NEM, de heer Peter Rop, bedanken voor zijn hulp en feedback en wil ik de mensen van kamer 2.1.2.2. met wie ik gedurende mijn stage de kamer heb mogen delen natuurlijk niet ongenoemd laten.

Jochem Ooijevaar  
Enschede, januari 2008

## Management Summary

### *Aanleiding*

De energiemarkt is een sterk groeiende markt die constant in beweging is. De toekomst van deze markt is echter relatief onzeker. Aangezien NEM afhankelijk is van het welzijn van de energiemarkt is NEM op zoek naar mogelijkheden om het productaanbod te verbreden en daarmee het risico te spreiden. Een van de mogelijkheden die NEM voor ogen heeft, is het betreden van de geothermische energiemarkt. Om te kunnen oordelen of deze mogelijkheid voldoende kansen biedt, is het voor NEM interessant om enerzijds te weten of de geothermische energiemarkt aantrekkelijk genoeg is om te betreden en anderzijds of de aldaar toegepaste technieken voldoende overeenkomen met de huidige activiteiten van NEM.

### *Resultaten*

Het marktonderzoek naar de eigenschappen van de geothermische energiemarkt toont aan dat er voldoende kansen liggen om eventuele toetreding tot deze markt te rechtvaardigen. De verwachtingen zijn dat deze markt in de toekomst verder zal groeien en de concurrentie dusdanig van aard is dat een eventuele toetreding van NEM mogelijk is.

Uit de technische analyse is naar voren gekomen dat de *flash* technologie de meeste kansen biedt. Deze techniek kan op veel locaties in de wereld worden toegepast en de verwachting is dat in de toekomst het aandeel van de *flash* technologie zal toenemen ten opzichte van de totale geothermische energiec capaciteit. Daarnaast vertoont NEM de meeste affiniteit met de *flash* technologie en kan NEM met de huidige expertises ook extra waarde aan deze technologie toevoegen. Echter dient er nog wel een kenniskloof overbrugd te worden voordat het mogelijk is om een gehele installatie te leveren.

### *Conclusie*

De conclusie is dat het voor NEM mogelijk is om de geothermische energiemarkt te betreden. De beste strategie voor NEM is om zich te richten op een niche van de geothermische energiemarkt in plaats van de gehele markt. Op deze wijze hoeft er niet geïnvesteerd te worden in het overbruggen van de kenniskloof en kan NEM zich concentreren op dat deel van de geothermische energiemarkt waar het de kennis van beheerst.

### *Aanbevelingen*

- Om op korte termijn zoveel mogelijk kans te maken op de geothermische energiemarkt dient NEM zich te richten op Australië.
- Naast Australië kan NEM zich ook richten op de volgende landen: Verenigde Staten, Indonesië, Filippijnen en Nieuw Zeeland. Alhoewel minder gunstig dan de omstandigheden in Australië bieden ook deze landen een goed uitgangspunt.
- De voornaamste strategie die toegepast kan worden om de activiteiten op de geothermische energiemarkt te ontplooiën is door een joint venture te vormen met een onderneming die eveneens actief is op de geothermische energiemarkt.
- Om te inventariseren welke mogelijke partners er zijn voor een joint venture zal een vervolgstudie nodig zijn. Daarin zal ook duidelijk moeten worden aan welke criteria deze partners moeten voldoen.
- NEM vertoont de meeste affiniteit met de *flash* technologie en dient zich daarom te concentreren op deze technologie in de geothermische energiemarkt.
- Om een positie in de markt te vergaren en zich te onderscheiden van de concurrenten dient NEM zich te concentreren op het doorontwikkelen van de huidige producten en deze toepasbaar te maken voor de geothermische energiemarkt.
- Een vervolgonderzoek moet concreet ingaan op de techniek die wordt toegepast in een geothermische *flash* centrale en in detail weergeven hoe de producten van NEM hier op kunnen worden toegepast en welke aanpassingen hiervoor gemaakt dienen te worden.

## Inhoudsopgave

Voorwoord .....	2
Management Summary .....	3
1. Inleiding .....	6
1.1. NEM .....	6
1.2. Geothermische energie .....	6
2. Onderzoeksvraag .....	7
2.1. Theoretisch kader .....	7
2.1.1. Technische Analyse .....	7
2.1.2. Marktanalyse .....	8
2.1.3. Strategiebepaling .....	9
2.1.4. Marktbenadering .....	9
2.1.5. Samenvattend .....	10
3. Technische analyse .....	11
3.1. Stap 1 – Inventarisering van de technologieën .....	11
3.1.1. <i>Dry Steam</i> .....	11
3.1.2. <i>Flash Steam</i> .....	12
3.1.3. <i>Binary-Cycle</i> .....	13
3.2. Stap 2 – Kostenbepaling van de technologieën .....	14
3.2.1. <i>Vooronderzoek</i> .....	14
3.2.2. <i>Bevestiging</i> .....	14
3.2.3. <i>Toestemming</i> .....	15
3.2.4. <i>Boren</i> .....	15
3.2.5. <i>Stoom Verzameling</i> .....	16
3.2.6. <i>Energiecentrale</i> .....	16
3.2.7. <i>Transport</i> .....	17
3.2.8. <i>NEM</i> .....	17
3.3. Stap 3 – Berekening van de standaardkosten voor elke technologie .....	18
3.3.1. <i>Ontwikkelingskosten</i> .....	19
3.3.2. <i>Bedrijfsvoering &amp; Onderhoudskosten</i> .....	19
3.3.3. <i>Rendement</i> .....	19
3.4. Stap 4 – Bepaling van het marktaandeel van elke technologie .....	20
3.5. Conclusie Economic Cost Model .....	20
4. Marktanalyse .....	22
4.1. Concurrenten .....	22

4.1.1. Aantal concurrenten .....	23
4.1.2. Omvang concurrenten .....	24
4.1.3. Groei van de markt .....	25
4.1.4. Productdifferentiatie .....	26
4.1.5. Conclusie .....	26
4.2. Potentiële Toetreders .....	27
4.2.1. Kennis .....	27
4.2.2. Legal Barriers .....	28
4.2.3. Tijd en kosten .....	31
4.2.4. Conclusie .....	32
4.3. Leveranciers .....	33
4.3.1. Betrokken leveranciers .....	33
4.3.2. Duurzaamheid relaties .....	34
4.3.3. Conclusie .....	35
4.4. Substitutiedreiging .....	35
4.4.1. Substitutiemogelijkheden .....	35
4.4.2. Conclusie .....	37
4.5. Afnemers .....	37
4.5.1. Productdifferentiatie .....	38
4.5.2. Dreiging van achterwaartse integratie .....	38
4.5.3. Belang van het product .....	38
4.5.4. Concentratiegraad .....	38
4.5.5. Conclusie .....	41
4.6. Conclusie Vijf Krachtenmodel .....	42
5. Strategiebepaling & Marktbenadering .....	45
5.1. Strategiebepaling .....	45
5.2. Marktbenadering .....	47
6. Conclusie & Aanbevelingen .....	49
6.1. Conclusie .....	49
6.2. Toekomstvisie .....	49
6.3. Aanbevelingen .....	50
Bibliografie .....	51

# 1. Inleiding

Om een duidelijk beeld te geven van de onderneming waar vanuit deze opdracht is geformuleerd en het onderwerp van deze scriptie zal eerst een korte beschrijving worden gegeven van de organisatie NEM en wat het onderwerp geothermische energie precies inhoud.

## 1.1. NEM

De onderneming NEM is in 1929 opgericht en is actief in de energiemarkt. Binnen deze markt houdt NEM zich voornamelijk bezig met afgassenketels. Een dergelijke ketel kan direct na een turbine geplaatst worden en wekt energie op door gebruik te maken van de rest- en verbrandingsgassen. Op deze wijze kan het rendement van een energiecentrale worden verhoogd.

In het verleden produceerde NEM deze ketels ook zelf, maar in de loop der jaren is NEM zich gaan specialiseren op het ontwerp van ketels en behoort daarbij tot de internationale top. Hoewel NEM daardoor beschikt over diepgaande kennis en zich daarmee ook weet te onderscheiden van de concurrenten, begeeft het zich in een eenzijdige markt. Daardoor kan de NEM niet garanderen dat de huidige gunstige omstandigheden waar NEM nu van profiteert in de toekomst zullen blijven gelden. Dit maakt de toekomst voor NEM relatief onzeker.

Om op deze onzekerheid in te spelen is NEM in januari 2007 van start gegaan met een *research and development* (R&D) afdeling. Het doel van deze afdeling is om nieuwe kansen te vinden en te ontwikkelen om het productaanbod uit te breiden en daarmee het risico te spreiden.

Gezien de aanhoudende onrust in de energiesector en de huidige aandacht voor de milieuproblematiek is de duurzame energiemarkt één van de richtingen waar de R&D afdeling van NEM zich op richt. Geothermische energie heeft hier in het bijzonder de aandacht van NEM.

## 1.2. Geothermische energie

Geothermische energie is de verzamelnaam voor energie die opgewekt wordt door middel van warmte uit de aarde. Dit kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van natuurlijke bronnen zoals geisers, maar ook door op kunstmatige wijze gebruik te maken van de onderaardse warmte en hier zelf naar te boren. Met behulp van deze warmte kan vervolgens een turbine worden aangedreven waarmee uiteindelijk elektriciteit opgewekt kan worden.

Met de huidige actualiteit omtrent de milieuproblematiek en de stijgende energieprijzen is dit een techniek die een geschikt alternatief biedt ten opzichte van conventionele energiebronnen. Het voordeel is dat geothermische energie praktisch overal in de wereld toepasbaar is en ook, in tegenstelling tot andere duurzame energiebronnen, een constante stroomproductie levert. (Bassfeld Technology Transfer, 2007)

De vraag is echter in hoeverre NEM hierop kan inspringen. Het gaat er dan niet alleen om dat NEM zijn huidige producten kan leveren, maar of het ook mogelijk is om de kennis te verbreden en de gehele installatie te leveren die nodig is om energie op te wekken met behulp van geothermische warmte. Daarnaast is het van belang om kansen en bedreigingen van de geothermische energiemarkt in kaart te brengen.

## 2. Onderzoeksvraag

Dit onderzoek dient in eerste instantie antwoord te geven op de vraag of het voor NEM aantrekkelijk is om een totale installatie te leveren voor de geothermische energiemarkt. Daarbij is het van belang dat NEM voldoende technologisch raakvlak heeft met de in de geothermische energiemarkt toegepaste techniek en de markt ook aantrekkelijk is om te betreden.

Wanneer deze vraag positief te beantwoorden is, dient te worden bepaald welke competenties hiervoor ontwikkeld moeten worden en op welke wijze de toetreding tot deze markt plaats moet vinden. Door middel van een toegepast onderzoek zal met behulp van informatie uit relevante literatuur antwoord worden gegeven op dit vraagstuk.

Het uitgangspunt van dit onderzoek is dat NEM zijn productaanbod wil verbreden en geïnteresseerd is in de mogelijkheid om een totale installatie aan te bieden op de geothermische energiemarkt. Daarbij is het preferabel dat het nieuwe product zoveel mogelijk technologisch raakvlak heeft met de huidige bestaande producten.

Dit vraagstuk kan op de volgende manier geformuleerd worden:

*“Zijn er voldoende kansen in de huidige geothermische markt en zijn er voldoende overeenkomsten tussen de kennis van NEM en de in de geothermische energiemarkt toegepaste technieken om een toetreding van NEM op deze markt te rechtvaardigen?”*

Deze hoofdvraag bestaat uit de volgende deelvragen:

*“Welke verschillende technieken worden toegepast in de geothermische energiemarkt, en welke techniek vertoont het meeste raakvlak met de competenties van NEM?”*

*“Biedt de huidige geothermische energiemarkt voldoende kansen?”*

*“Welke strategie dient NEM toe te passen bij een toetreding in de geothermische energiemarkt?”*

### 2.1. Theoretisch kader

Om antwoord te geven op de onderzoeksvraag kan de opdracht in twee delen worden gesplitst. Enerzijds dient aan de hand van een technische analyse te worden bepaald in hoeverre de kennis van NEM toepasbaar is in de geothermische markt. Anderzijds dienen de kansen en bereidingen van de geothermische energiemarkt met behulp van een marktanalyse in kaart te worden gebracht. Naderhand kan met deze gegevens bepaald worden welke strategie toegepast moet worden wanneer NEM de geothermische energiemarkt besluit te betreden. Ten slotte kan er voor de meest kansrijke landen een marktbenaderingstrategie worden bepaald.

#### 2.1.1. Technische Analyse

In de eerste plaats is het van belang om te inventariseren welke technieken worden toegepast in de geothermische energiemarkt en welke van deze technieken de meeste synergie vertonen met de huidige kennis van NEM.

Het is mogelijk om een de toegepaste technieken te beschrijven en te vergelijken met de huidige kennis van NEM om met behulp van een multicriteria analyse een keuze te maken tussen de verschillende technieken. Om



deze keuze echter breder te kunnen onderbouwen is het wenselijk om een model te hanteren dat enerzijds een inventarisatie maakt van de verschillende technieken en deze vergelijkt met de kennis van NEM en anderzijds de technieken toetst op meerdere variabelen. Op deze manier is het mogelijk om duidelijke verschillen tussen de technieken te kunnen bepalen, ook als deze op technisch vlak dicht bij elkaar liggen.

Daarom zal er in dit onderzoek gebruik worden gemaakt van het *economic cost model* (Cooper & Kleinschmidt, 1987). In dit model worden een viertal stappen doorlopen waarmee in de eerste plaats de verschillende technieken worden geïnventariseerd en daarna worden geëvalueerd op de kostenaspecten en groeiperspectief. De vergelijking tussen de in de geothermische energiemarkt toegepaste technieken en de huidige kennis van NEM wordt vervolgens als extra vergelijking toegevoegd aan dit model.

Door het kostenperspectief te nemen als extra variabele kan enerzijds de vergelijking tussen de verschillende technieken verder worden aangevuld, en kan het als extra aanvulling dienen op de marktanalyse.

### 2.1.2. Marktanalyse

Om een duidelijk beeld te creëren over de aantrekkelijkheid van de geothermische energiemarkt zijn er een aantal factoren die nader onderzocht dienen te worden. Eén van deze factoren hangt samen met de vraag of een geothermische energiecentrale als product in de geothermische energiemarkt aantrekkelijk genoeg is. Door middel van een BCG matrix kan bepaald worden of een geothermische centrale gekwalificeerd kan worden als een kansrijk en aantrekkelijk product. Het nadeel van dit model is dat het alleen wordt bepaald met de variabelen marktgroei en marktaandeel (Thompson & Strickland, 1981). Aangezien NEM nog niet actief is op de geothermische markt is het niet mogelijk om een dergelijke analyse uit te voeren vanuit het perspectief van NEM. Daarnaast is dit model vrij beperkt en hangt de aantrekkelijkheid van de markt van meer variabelen af.

Een gerenommeerde methode die een dergelijke analyse op meerdere punten baseert is het PEST model. Met een dergelijk model kunnen de kansen en bedreigingen van een macro-omgeving worden geanalyseerd en worden onderbouwd met politieke, sociale, technologische en economische variabelen. Hoewel dit model een degelijke analyse van de geothermische energiemarkt mogelijk maakt ontbreekt het echter aan gegevens op het gebied van concurrentie. Op het moment is NEM niet actief op de geothermische energiemarkt en is het van belang om duidelijkheid te hebben over de aard van de concurrenten en in hoeverre het mogelijk is om een stuk marktaandeel te veroveren. Daarnaast wordt in het PEST model ook nader ingegaan op de technologische kant van de markt. Aangezien dit deel al wordt omschreven in het *economic cost model* voegt het PEST model hier niets extra's aan toe.

Een model dat overeenkomsten kent met het PEST model is het vijfkrachten model van Porter. In het vijfkrachten model wordt de markt op vijf verschillende punten (concurrenten, substitutiedreiging, afnemers, leveranciers en potentiële toetreders) geanalyseerd op kansen en bedreigingen (Porter, 1980). Op het gebied van concurrenten moet duidelijk worden welke spelers er op dit moment actief zijn en hoe deze zich onderling verhouden. Bij de substitutiedreiging wordt de aard van het product beschreven en bepaald hoe makkelijk een potentiële afnemer de keuze kan maken voor een ander soortgelijk product. Bij afnemers wordt bepaald wat de onderhandelingsmacht is van de afnemers. De onderhandelingsmacht wordt ook bepaald voor de leveranciers, waarbij er ook gekeken wordt naar het aantal beschikbare leveranciers. In het laatste punt wordt tenslotte bepaald hoe gemakkelijk of moeilijk het voor een nieuwe onderneming is om de markt te betreden.

In dit model worden de eigenschappen van het product en de bijbehorende kansen en bedreigingen behandeld door de substitutiedreiging te bepalen en na te gaan wat de macht van de afnemers en de leveranciers is. Daarnaast wordt de concurrentie ook in kaart gebracht en wordt de mogelijkheden voor nieuwe toetreders tot de geothermische energiemarkt bepaald. Met name dit laatste punt is zeer bepalend voor de aantrekkelijkheid van de geothermische energiemarkt voor NEM.

Het vijfkrachten model vult hiermee de tekortkomingen van de eerdere beschreven modellen aan en geeft daarmee de mogelijkheid om een degelijk antwoord te kunnen geven op de vraag hoe aantrekkelijk de geothermische energiemarkt is.

### 2.1.3. Strategiebepaling

Wanneer er een duidelijk beeld is gecreëerd over de aantrekkelijkheid van de geothermische energiemarkt en de overeenkomsten zijn bepaald tussen de kennis van NEM en de technieken die in de geothermische markt worden toegepast kan bepaald worden op welke wijze NEM de geothermische energiemarkt het beste kan benaderen. Ansoff beschrijft hiervoor vier verschillende groeistrategieën; marktpenetratie, productontwikkeling, marktontwikkeling en diversificatie (Ansoff, *Strategies for diversification*, 1957). De marktpenetratie houdt in dat de onderneming meer producten of diensten wil afzetten in bestaande markten. De productontwikkelingsstrategie is van toepassing op een onderneming die nieuwe producten op de markt wil zetten. Marktontwikkeling houdt in dat een onderneming bestaande producten of diensten wil aanbieden op een nieuwe markt. Diversificatie houdt ten slotte in dat de een onderneming nieuwe producten of diensten op een nieuwe markt wil aanbieden.

Door enerzijds te bepalen of het om een nieuwe of een bestaande markt gaat en anderzijds te bepalen of het over nieuwe of over bestaande producten gaat, kan bepaald worden welke strategie het beste door NEM toegepast kan worden om de geothermische energiemarkt in zijn geheel te benaderen.

Aangezien het model van Ansoff een strategie bepaalt die breed van aard is en de hele geothermische energiemarkt betreft is het van belang om te bepalen hoe er invulling gegeven kan worden aan deze benadering. Op deze wijze kan er duidelijk bepaald worden waar de kansen liggen bij een betreding van de geothermische energiemarkt. Om daar duidelijkheid over te krijgen dient er bepaald te worden wat de sterke punten zijn van NEM in de geothermische markt. Om op een gestructureerde wijze invulling te geven aan de marktbenadering kan gebruik worden gemaakt van Porters *generic strategies* (Porter, 1980). Volgens Porter kan een onderneming een offensieve dan wel defensieve houding aannemen om een positie in de markt te vergaren. Daarvoor kan er enerzijds onderscheid worden gemaakt tussen concurrentievoordeel op basis van kosten- of differentievoordeel en anderzijds op eigenschappen van de markt door te bepalen of het om een nieuwe of een al bestaande markt gaat.

Uit dit model zijn een drietal verschillende mogelijke uitkomsten. De eerste mogelijkheid is *cost leadership* waarin het voordeel wordt behaald door zo laag mogelijk productiekosten te realiseren. De tweede mogelijkheid is *differentiation* waarin het voordeel wordt behaald door met unieke producten op de markt te komen. De derde strategie is de *focus strategie* waar de aandacht wordt gelegd op een specifiek marktsegment waarbinnen een concurrentievoordeel op gebied van kosten of diversificatie behaald dient te worden.

Door gebruik te maken van de bovenstaande twee modellen kan bepaald worden op welke wijze NEM de geothermische energiemarkt dient te benaderen en hoe er invulling kan worden gegeven aan deze benadering.

### 2.1.4. Marktbenadering

Ten slotte kan de strategiebepaling nog een stap verder worden doorgevoerd door voor de verschillende landen waar geothermische energie de meeste kansen heeft een marktbenaderingstrategie te bepalen. Om aan de verschillende landen een strategie te koppelen is het van belang om duidelijk te hebben hoe de geothermische energiemarkt binnen deze landen precies werkt en welke rollen de betrokken partijen precies vervullen. Om hier een beeld van te kunnen creëren zal gebruik worden gemaakt van de *decision making unit* (DMU) model. Dit model bestaat uit een vijftal rollen (initiator, beïnvloeder, beslisser, koper, gebruiker) waarin bepaald wordt welke partij welke rol vervult. Op deze wijze valt te achterhalen met welke partijen rekening moet worden gehouden om het verkoopsproces zo goed mogelijk te laten verlopen.

Aan de hand van het DMU model kan een verder invulling worden gegeven aan de strategie die toegepast kan worden op het betreffende land. Aangezien NEM nog niet actief is op de geothermische energiemarkt zal er gebruik worden gemaakt van *foreign market entry modes*. In dit model worden vier verschillende strategieën beschreven die kunnen worden toegepast bij een uitbreiding op een buitenlandse markt; exporting, liscencing, joint venture en direct investment. Exporting houdt het direct verkopen van producten in een buitenlandse markt in. Liscencing betekent dat de producten worden geproduceerd door een onderneming in het betreffende land. Joint venture betekent dat er samenwerking wordt gezocht met een organisatie die al actief is in het betreffende land. Direct market investment houdt tenslotte in dat een onderneming in de betreffende markt wordt overgenomen om daarmee een stuk marktaandeel over te nemen.

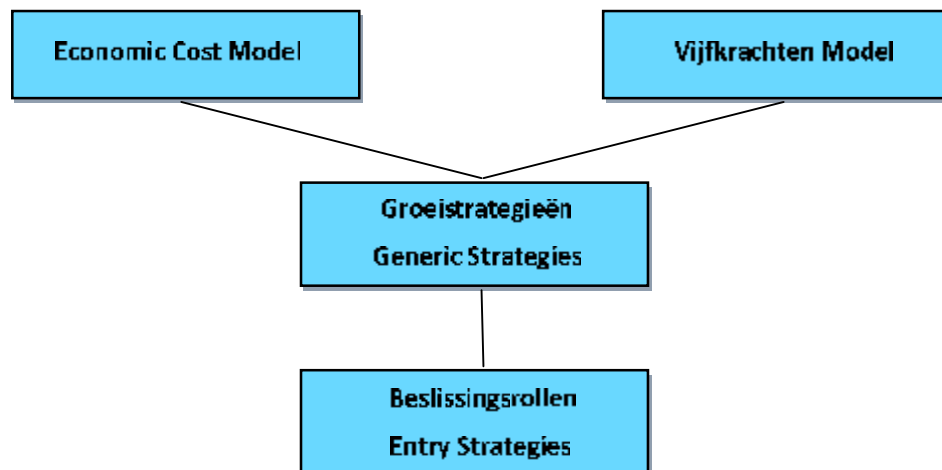
Door deze twee modellen samen te voegen kan er bepaald worden met welke strategie de kansrijke markten het beste benaderd kunnen worden.

#### 2.1.5. *Samenvattend*

In dit onderzoek zullen in eerste plaats de technieken die worden toegepast in de geothermische energiemarkt worden geïnventariseerd en met behulp van het *economic cost model* worden getoetst aan verschillende variabelen, waaronder de kennis van NEM. Daarnaast zal door middel van het vijfkrachten model van Porter de aantrekkelijkheid van de geothermische energiemarkt worden bepaald.

De uitkomsten van de bovenstaande analyses worden vervolgens samengevoegd om een strategie te bepalen aan de hand van de groeistrategieën van Ansoff. Aan deze strategiebepaling zal verdere invulling worden gegeven aan de hand van de *generic strategies* van Porter.

Ten slotte zal er een marktbenaderingsstrategie bepaald worden voor de verschillende landen waar geothermische energie de meeste kansen heeft. In de eerste plaats zullen de rollen van de verschillende betrokken partijen worden bepaald door middel van de DMU-beslissingsrollen. Vervolgens zal aan de hand van deze rolverdeling de juiste strategie per land bepaald worden met behulp van de *foreign market entry modes*.

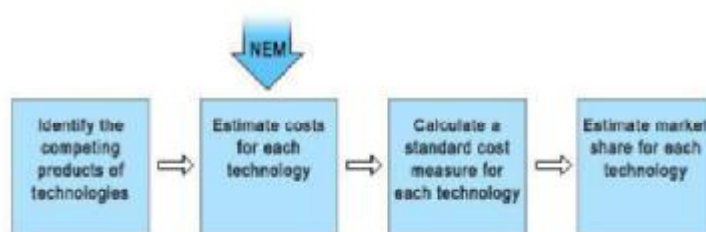


Figuur 1 - "Schematische weergave van de gebruikte theorieën"

### 3. Technische analyse

Het technische deel van dit onderzoek moet duidelijkheid geven over de vraag in hoeverre de geothermische energiemarkt aansluit bij de huidige activiteiten van NEM. Zoals eerder vermeld in de inleiding is NEM geïnteresseerd in de mogelijkheid om de gehele geothermische centrale te ontwerpen en aan te bieden. Het ligt voor de hand dat NEM niet alle kennis in huis heeft om een dergelijke installatie te ontwerpen en leveren. Daarom dient er in kaart te worden gebracht met welk deel van de installatie NEM de meeste affiniteit heeft en welk deel totaal nieuw terrein is. Een factor die hierbij het meest van belang is, is het bepalen van synergie tussen de bestaande en de nieuw te ontplooiën activiteiten. Een hogere mate van synergie betekent een grotere kans op succes. (Ansoff, 1973)

Behalve het bepalen van synergie zijn er nog meer parameters waaraan de geothermische technieken getoetst dienen te worden. De meest omvattende parameter is het kostenaspect van een geothermische energiecentrale. Daarom zal dit deel van het onderzoek worden uitgevoerd met behulp van het *Economic Cost Model*. (Figuur 2) (Cooper & Kleinschmidt, 1987) Ook zal in dit model bepaald moeten worden op welk vlak de competenties van NEM overeenkomen met de technieken die gebruikt worden in de geothermische markt. Deze vergelijking zal in stap 2 van het model worden gemaakt.



Figuur 2 - "Economic Cost Model"

In de eerste stap zullen de verschillende technologieën geïnventariseerd worden. In stap twee worden vervolgens de technologieën uiteengezet en zal er bepaald worden wat de kosten zijn van de afzonderlijke onderdelen. Daarnaast wordt ook vergeleken in hoeverre de toegepaste technieken overeen komen met de huidige kennis van NEM. In de derde stap zal de prijsefficiëntie van de verschillende technieken bepaald worden en in de vierde en laatste stap zal bepaald worden wat het capaciteitsaandeel van de verschillende technieken is en hoe dit aandeel zich naar verwachting in de toekomst zal bewegen.

Aan de hand van deze analyse kan uiteindelijk bepaald worden welke techniek het meest rendabel is en de meeste synergie vertoont met de huidige activiteiten van NEM.

#### 3.1. Stap 1 – Inventarisering van de technologieën

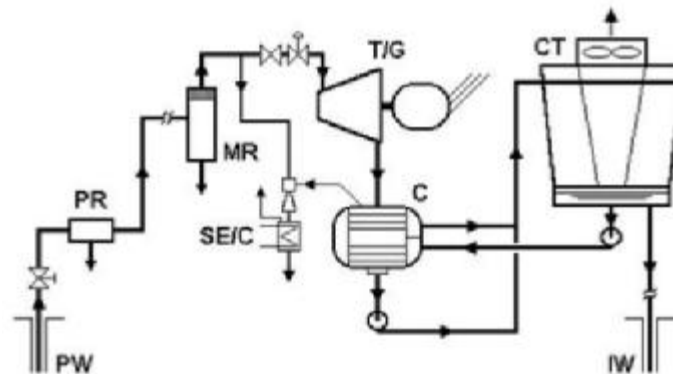
In de eerste stap van het *economic cost model* worden de verschillende technieken geïnventariseerd. De geothermische energiemarkt wordt gekenmerkt door een drietal verschillende technieken.

##### 3.1.1. Dry Steam

De *dry steam* technologie is met de ingebruikname van de eerste geothermische energiecentrale in het Italiaanse Lardello in 1904 de langst gebruikte technologie in de geothermische energiemarkt.

Deze techniek maakt rechtstreeks gebruik van geothermische warmte door te profiteren van stoom dat op natuurlijke wijze naar het aardoppervlak komt. Deze stoom heeft een temperatuur tussen de 180 en 250 graden

Celsius (Shibaki, 2003). Bij deze toepassing wordt de turbine rechtstreeks door de stoom aangedreven en komt er geen water aan te pas. In figuur 3 is de werking van de *dry steam* technologie schematisch weergegeven.



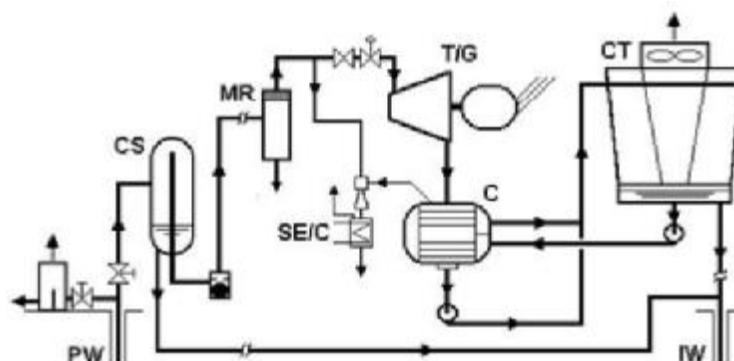
Figuur 3 – "Schematische weergave *dry steam* plant" (DiPippo, 1999)

Via de *production well* (PW) komt de stoom vanzelf omhoog en is er geen pomp benodigd. Via een kleppensysteem dat boven de *production well* geïnstalleerd is kan de stoom gecontroleerd het systeem binnengeleid worden. Vervolgens worden in de *separator* (PR) zand en kleine steentjes verwijderd waarna de stoom door stoomleidingen een *moisture remover* (MR) in wordt geleid. Hier wordt het condensaat, dat tijdens het transport van de stoom naar de centrale wordt gevormd, afgevoerd. Vervolgens gaat de stoom via een controle kleppensysteem de stoomturbine in (T/G). Tenslotte wordt de stoom een door een koeltoren (CT) gekoelde *condensor* (C) ingeleid, waar het kan condenseren. Deze condensor wordt op een lage druk gehouden door middel van een *steam ejector* (SE/C) die wordt aangedreven door stoom afkomstig uit de productieput. Het gecondenseerde water wordt vervolgens ofwel afgevoerd naar bijvoorbeeld een nabijgelegen meer of rivier of door een tweede put weer de grond ingepompt. Een voordeel van de tweede methode is dat het grondwaterpijl op gelijk niveau blijft en daarmee het productieniveau van de centrale constant blijft.

### 3.1.2. Flash Steam

Een *flash steam* installatie kan worden toegepast wanneer er water voor handen is met een minimale temperatuur van 180 graden Celsius. Onder deze temperatuur is het economisch niet rendabel om op een dergelijke bron de *flash* technologie toe te passen (Shibaki, 2003).

Bij deze technologie wordt gebruik gemaakt van water dat pas in de installatie wordt omgezet in stoom om energie op te wekken. De werking van een *flash steam* energiecentrale is in figuur 4 schematisch weergegeven.



Figuur 4 – "Schematische weergave van een *flash steam* plant" (DiPippo, 1999)

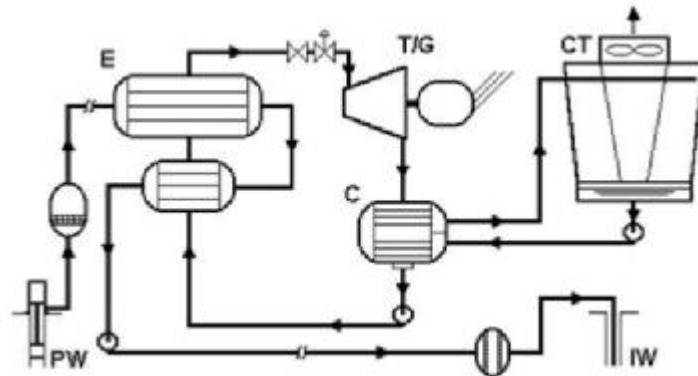
Bij een *flash steam* installatie wordt het water via een kleppensysteem in een *flash vessel (CS)* gespoten. In deze *flash vessel* wordt de druk laag gehouden waardoor het water snel verdampt. Vervolgens gaat het naar een kamer waar het niet verdampte water wordt opgevangen. Daarna gaat het door de stoomturbine (*T/G*) waarna het weer gecondenseerd wordt en via een tweede punt weer terug de grond in gepompt wordt.

Het water dat in de *flash vessel* niet verdampt kan op twee manier afgevoerd worden. De eerste manier is om het in een tweede *flash vessel* te leiden en nogmaals te verdampen. Op deze wijze kan met een investering van 5 procent extra het rendement met 20 tot 25 procent worden verhoogd. (Geothermal Background Paper) Het verdampte water wordt vervolgens alsnog de stoomturbine ingevoerd waardoor uiteindelijk energie opgewekt kan worden. De twee manier is echter door het water rechtstreeks terug te laten vloeien naar de *injection well (IW)* waar het terug de grond in gepompt wordt.

### 3.1.3. Binary-Cycle

Deze techniek maakt gebruik van water met een relatief lage temperatuur van 100 tot 180 graden Celsius (Shibaki, 2003). Toepassing boven deze temperatuur is ook mogelijk, maar de eerder genoemde technieken zijn op hogere temperaturen rendabeler (Hance, 2005).

In figuur 5 wordt de werking van de binary cycle techniek schematisch weergegeven. Het warme water wordt omhoog gepompt uit een geboorde put (*PW*). Deze put is doorgaans minder diep dan de put die wordt toegepast bij de *flash* technologie aangezien er gebruik wordt gemaakt van een lagere temperatuur. Dit water komt vervolgens in een warmtewisselaar (*E*) terecht waar tevens een secundaire vloeistof (meestal Iso-butaan of Iso-pentaan) met een veel lager kookpunt doorheen stroomt. Het water en de secundaire stof raken elkaar fysiek niet, maar de warmte van het water wordt overgedragen aan de secundaire stof die hierdoor verdampt. Hiermee wordt uiteindelijk de turbine (*T/G*) aangedreven. Daarna condenseert de secundaire vloeistof waarna deze weer terug de warmtewisselaar ingeleid kan worden.

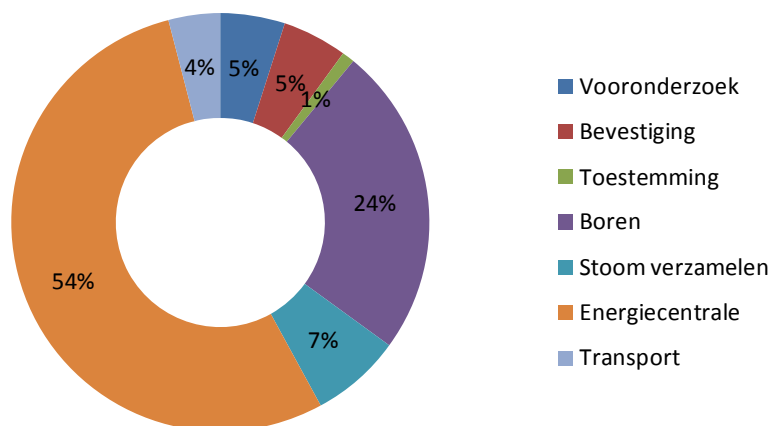


Figuur 5 – "Schematische weergave binary cycle plant" (DiPippo, 1999)

Het voordeel van deze techniek is dat het een gesloten systeem is. Het water dat omhoog gepompt wordt gaat door de *heat exchanger (E)* en gaat daarna direct weer terug de grond in via de *injection well (IW)*. De secundaire vloeistof wordt ook continu hergebruikt. Daardoor is de uitstoot die bij het gebruik van deze techniek vrijkomt praktisch nul. Een tweede voordeel van deze techniek is dat het werkt met een relatief lagere temperatuur.

### 3.2. Stap 2 – Kostenbepaling van de technologieën.

De totale kosten die gemaakt worden bij de bouw van een geothermische energiecentrale kunnen onderverdeeld worden in een aantal delen. Figuur 5 geeft weer hoe de kostenverdeling van een dergelijke centrale er precies uitziet.



Figuur 6 - Uiteenzetting van de kosten van een geothermische centrale (Hance, 2005)

Aan de hand van figuur 6 zal de kostenopbouw nader worden toegelicht. Een kanttekening daarbij is dat hier wordt uitgegaan van een doorsnee geothermische centrale. De daadwerkelijke kosten zijn moeilijk te generaliseren aangezien veel posten sterk afhankelijk zijn van de locatie (Renewables for Power Generation, 2003).

#### 3.2.1. Vooronderzoek

De fase van vooronderzoek beslaat de periode waarin gezocht wordt naar een geschikte locatie die voldoende energie levert voor een geothermische energiecentrale. Deze fase begint met bodemonderzoek en eindigt met de eerste succesvol geboorde productieput.

Om gebruik te maken van bronnen waarop de *dry steam* technologie toepasbaar is hoeven er geen exploratiekosten gerekend te worden. Deze bronnen komen vrijwel altijd op natuurlijke wijze aan het oppervlak en daardoor is er relatief veel zekerheid over de eigenschappen en capaciteit van de bronnen. Deze bronnen zijn gemakkelijk toegankelijk en zijn het 'laag hangende fruit' in de geothermische markt (Sison-Lebrilla, 2005).

Voor de *binary* en *flash* technologie liggen deze exploratiekosten op gemiddeld 116 dollar per kilowatt (Hance, 2005). Deze exploratiekosten kunnen echter zeer variëren aan de hand van de beschikbare kennis over het gebied. Wanneer er bijvoorbeeld al eerder uitgebreide bodemonderzoeken zijn gedaan hoeven er minder exploratiekosten gerekend te worden.

#### 3.2.2. Bevestiging

Gedurende deze fase worden de in de eerste fase gevonden resultaten verder onderzocht. De kosten worden veroorzaakt door het boren van extra putten om zo minimaal 25 procent van het rendement aan te tonen en

de economische levensvatbaarheid aan te tonen. Voor de *binary* en *flash* technologie liggen deze kosten gelijk op 150 dollar per kilowatt (Hance, 2005).

### 3.2.3. Toestemming

Deze fase houdt in dat er onderzoek wordt gedaan naar de mogelijke impact van het project op bijvoorbeeld het milieu en de benodigde vergunningen die daarvoor dienen te worden aangevraagd. Daarnaast omvat deze fase ook het proces waarin vergunningen worden aangevraagd voor het daadwerkelijk boren en de bouw van de centrale zelf.

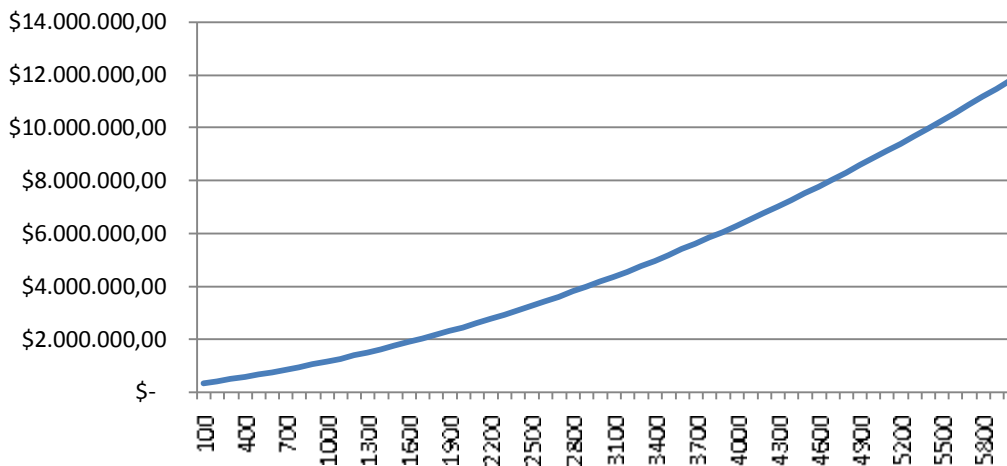
De tijd en kosten van dit proces zijn afhankelijk van de locatie waar de centrale zal verrijzen en de grootte hiervan. De kosten blijven gemiddeld rond de 1 procent van het totale project. De tijd die deze fase in beslag neemt kan voor grote centrales oplopen tot drie jaar. (Hance, 2005)

### 3.2.4. Boren

Wanneer de natuurlijke bronnen niet aan het oppervlak aanwezig zijn zal er geboord moeten worden om gebruik te kunnen maken van de beschikbare warmte. Afhankelijk van de locatie levert een put gemiddeld genomen 3 tot 5 megawatt op. Voor een centrale van 20 megawatt betekent dat er 4 tot 7 productieputten nodig zijn en 2 tot 3 putten om het water weer terug de grond in te laten vloeien.

De gemiddelde boorkosten liggen voor een *binary* centrale rond de 629 dollar per kilowatt uur en voor een *flash* centrale rond de 659 dollar per kilowatt uur. Er zijn echter grote verschillen in de boorkosten voor de verschillende projecten die in het verleden zijn uitgevoerd. Dit verschil komt vooral door de bodemeigenschappen die invloed uitoefenen op het aantal putten dat geboord moet worden en de diepte daarvan. Deze invloed is samen te vatten in een drietal punten.

Ten eerste worden de kosten beïnvloed door de diepte van de put die nodig is om de gewenste temperatuur te bereiken. Figuur 7 geeft aan in hoeverre de diepte van een put van invloed is op de prijs.

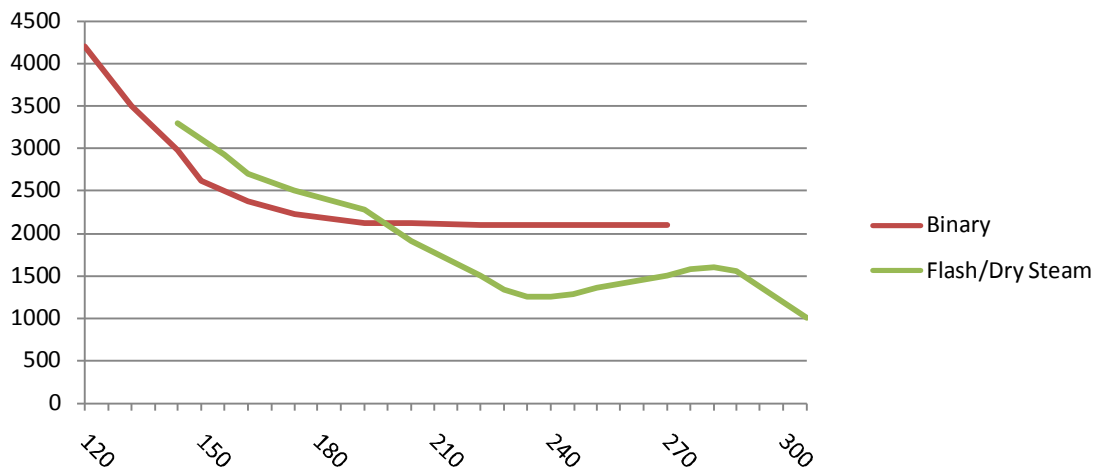


Figuur 7 "Boorkosten (in US dollar) per meter" (Hance, 2005)

Ten tweede zijn de temperatuur en de druk van het water van invloed op het rendement van een put. Doorgaans geldt dat hoe hoger de temperatuur is, des te meer energie er opgewekt kan worden met dezelfde apparatuur. Bij een lage druk moeten er meerdere putten geboord worden om de gewenste capaciteit te halen.

Figuur 8 geeft weer hoe de prijs per kilowatt door de temperatuur wordt beïnvloed voor de *dry steam* en *flash* techniek die gebruik maken van hoge temperaturen en de *binary* techniek die gebruik maakt van lagere temperaturen.





Figuur 8 "Verhouding rendement (US\$/KW) / temperatuur (Celsius)" (Hance, 2005)

De derde reden is dat het relatief lastig is om het rendement van een put te voorspellen. Wanneer blijkt dat een geboorde put niet optimaal is zal er opnieuw geboord moeten worden wat de kosten enorm opdrijft. Een afgekeurde put kan wel gebruikt worden als *injection well* om het opgepompte water weer terug de grond in te laten vloeien (The economical aspects of geothermal development, 1999).

### 3.2.5. Stoom Verzameling

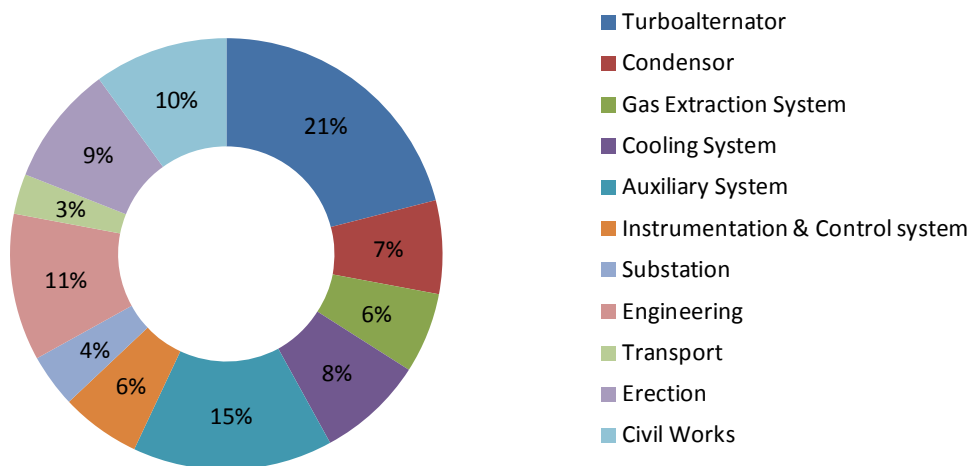
Bij een geothermische energiecentrale kunnen de verschillende productie en injectieputten honderden meters uit elkaar liggen. Daarom dient er een netwerk van leidingen te worden gebouwd waarmee de stoom boven de grond wordt verzameld en naar de geothermische centrale wordt geleid.

De kosten voor dit systeem komen doorgaans neer op 5 tot 7 procent van de totale kosten van het project, onafhankelijk van welke technologie er toegepast wordt (Hance, 2005).

### 3.2.6. Energiecentrale

In tegenstelling tot het boren van de putten is de constructie van een geothermische energiecentrale een minder risicovolle aangelegenheid ondanks dat de kosten voor een dergelijke centrale doorgaans rond de 54% van het totale project liggen.

Figuur 9 geeft een schematische weergave van de kostenverdeling van een geothermische centrale.



Figuur 9 – “kostenverdeling van een gemiddelde 55 MW centrale” (Financial Issues and Competitiveness of Geothermal Energy Utilisation, 1997)

De kosten voor een *flash* en *dry steam* centrale liggen rond dezelfde hoogte. De kosten voor een *binary* centrale liggen doorgaans hoger dan van de andere technieken. (Kutscher, 2000). De voornaamste reden van deze hogere prijs is de toepassing van een secundaire stof.

### 3.2.7. Transport

Een geothermische centrale, van welke type dan ook, moet uiteindelijk ontsloten worden aan het energienetwerk. Vanwege de soms afgelegen locaties van dergelijk centrales kunnen de kosten daarvoor flink oplopen. Gemiddeld genomen liggen de kosten voor ontsluiting van een geothermische centrale rond de 4% van het totale project.

### 3.2.8. NEM

Naast het bepalen van de kosten van de verschillende technieken is het ook van belang om te bepalen welke van deze technieken het beste aansluit bij de kennis die NEM in huis heeft. Om daar een duidelijk beeld over te schetsen is in tabel 1 weergegeven uit welke delen een geothermische centrale bestaat en in welke mate NEM ervaring met deze onderdelen heeft.

Equipment	Type Techniek			Ervaring NEM
	Dry Steam	Flash	Binary Cycle	
- Steam and/or brine supply				
Downhole pumps	Nee	Mogelijk	Ja	Nee
Wellhead valves & controles	Ja	Ja	Ja	Nee
Silencers	Ja	Ja	Nee	Ja
Sand/partical remover	Ja	Nee	Ja	Weinig
Steam piping	Ja	Ja	Nee	Ja
Steam cyclone separator	Nee	Ja	Nee	Ja
Flash vessels	Nee	Ja	Nee	Ja
Brine piping	Nee	Ja	Ja	Ja
Brine booster pumps	Nee	Mogelijk	Mogelijk	Ja
Final moisture separator	Ja	Ja	Nee	Ja
- Heat exchanger				
Evaporator	Nee	Nee	Ja	Ja
Condensers	Ja	Ja	Ja	Weinig
- Turbine-Generator & Controls				
Steam turbine	Ja	Ja	Nee	Weinig
Organic vapor turbine	Nee	Nee	Ja	Nee
Dual-admission turbine	Nee	Nee	Nee	Weinig
Control system	Ja	Ja	Ja	Ja
Plant pumps				
Condensate	Ja	Ja	Ja	Ja
Cooling water circulation	Ja	Ja	Ja	Ja
Brine injection	Nee	Ja	Ja	Nee
- Noncondensable Gas Removal System				
Steam-jet ejectors	Ja	Ja	Nee	Weinig
Compressors	Mogelijk	Mogelijk	Nee	Nee
Vacuum pumps	Mogelijk	Mogelijk	Nee	Weinig
- Cooling Towers				
Wet type	Ja	Ja	Mogelijk	Weinig
Dry Type	Nee	Nee	Mogelijk	Weinig

Tabel 1 – “Benodigde componenten per verschillende technologie”

Uit tabel 1 is af te lezen dat NEM de meeste affiniteit heeft met zowel de *flash* als de *dry steam* methode. De *flash* techniek heeft echter als voordeel dat deze techniek binnen de expertise valt van NEM en het voor NEM mogelijk is om deze technologie verder door te ontwikkelen. De *binary* techniek heeft als groot nadeel dat het meerdere technieken gebruikt waar NEM geen ervaring mee heeft.

Hoewel NEM met betrekking tot de *dry steam* en de *flash* technologie voldoende kennis bezit om hier op door te gaan, zijn er verschillende competenties die ontwikkeld dienen te worden om in staat te zijn om een gehele geothermische energiecentrale te ontwerpen. Dit onderwerp zal verder besproken worden in deel 4.3.

### 3.3. Stap 3 – Berekening van de standaardkosten voor elke technologie

In deze stap wordt bepaald welke verschillende standaardkosten er gerekend kunnen worden voor de verschillende technieken.

### 3.3.1. Ontwikkelingskosten

De kosten die gemaakt moeten worden in het gehele proces om een werkende geothermische energiecentrale te realiseren zijn afhankelijk van de in de tweede stap aangehaalde punten. In tabel 2 is weergegeven wat deze kosten gemiddeld genomen per verschillende techniek zijn.

	Ontwikkelingskosten (US\$/KW)
Dry Steam	3725
Flash	3177
Binary Cycle	3519

Tabel 2 - "Ontwikkelingskosten per technologie in dollar per KW" (Sison-Lebrilla, 2005)

De reden voor de relatief hoge kosten voor de *binary cycle* techniek is het lagere rendement en de toepassing van een secundaire, en vaak kostbare, stof. De hoge ontwikkelingskosten voor de *dry steam* technologie zijn ondanks de makkelijk aantoonbare bronnen te wijten aan de vaak afgelegen locaties en de agressieve omstandigheden die de stoom met zich meebrengt.

### 3.3.2. Bedrijfsvoering & Onderhoudskosten

Een ander kostenverschil zit in het operationeel houden van een geothermische centrale en het onderhoud. In tabel 3 wordt weergegeven wat de kostprijs per kilowatt uur per techniek is.

	Bedrijfsvoering & Onderhoudskosten (US\$/KWh)
Dry Steam	0.097
Flash	0.105
Binary Cycle	0.108

Tabel 3 "Bedrijfsvoering en onderhoudskosten per technologie in dollar per KWn (Sison-Lebrilla, 2005)

Dit verschil valt te verklaren door het feit dat de drie technieken elk hun specifieke eigenschappen hebben. Zoals in de tweede stap is aangetoond maakt een *dry steam* faciliteit bijvoorbeeld geen gebruik van een pomp om het water omhoog te krijgen. Dergelijke verschillen zorgen ervoor dat de ene techniek makkelijker operationeel te houden is dan de andere wat uiteindelijk de kosten drukt.

### 3.3.3. Rendement

Een derde factor die bepalend is voor de opbrengsten van een geothermische centrale is het rendement. Tabel 4 geeft weer wat het gemiddelde rendement is van de verschillende technieken.

	Rendement
Dry Steam	57%
Flash	30%
Binary Cycle	8%

Tabel 4 "Rendement per technologie in" (DiPippo, 1999)

De *dry steam* technologie heeft een beduidend hoger rendement dan de andere twee alternatieven. De reden hiervoor is de hogere temperatuur en het feit dat het stoom op natuurlijke wijze naar het oppervlak komt. De *binary* technologie werkt in tegenstelling tot de *dry steam* technologie met een veel lagere temperatuur en moet het water doormiddel van een pomp aan het oppervlak krijgen.

Het rendement van een *flash* centrale kan nog verhoogd worden door de *flash* procedure meerdere malen toe te passen.

### 3.4. Stap 4 – Bepaling van het marktaandeel van elke technologie

In de vierde en laatste stap van het *economic cost model* wordt bepaald hoe de verdeling van het marktaandeel van de verschillende technieken is en wat de toekomstverwachtingen zijn. In tabel 5 is weergegeven dat de *flash* het meeste wordt toegepast, gevolgd door de *dry steam* en de *binary cycle* technologie.

Type	Percentage
Dry Steam	26,88%
Flash	62,30%
Binary Cycle	8,38%
Overig	2,44%

Tabel 5 “Marktaandeel binnen de geothermische energiemarkt” (European Geothermal Energy Council)

De verwachting is echter dat deze verhoudingen in de toekomst zullen veranderen met de opkomst van nieuwe technologieën. Een voorbeeld daarvan is de *Hot Dry Rock* technologie waarbij water diep onder de grond in warm gesteente wordt gepompt. Daar ontstaan kleine scheurtjes in het gesteente waardoor er een gesloten reservoir ontstaat. Deze techniek is relatief breed toepasbaar en werkt zowel met *flash* als de *binary cycle* techniek. De verwachting is dan ook dat deze twee technieken in de toekomst een groter aandeel op de markt zullen verwerven.

Het kleine aandeel van de *binary cycle* techniek valt te verklaren doordat de techniek pas relatief kort wordt toegepast. Pas in 1980 is de eerste commerciële geothermische centrale in gebruik genomen die gebruik maakt van de *binary cycle* techniek (Greenjobs) (U.S. Geothermal). Sinds deze eerste succesvolle toepassing is er een sterke stijging te zien in het aandeel van *binary* centrales.

Het aandeel van de *dry steam* technologie zal naar verwachting in de toekomst afnemen. De omstandigheden die ideaal zijn voor het toepassen van deze techniek zijn relatief zeldzaam waardoor het gebruik van de *binary cycle* en de *flash* techniek meer voor de hand ligt.

### 3.5. Conclusie Economic Cost Model

	Rendement	Toepasbaarheid	Ontwikkelingskosten (US\$/KWh)	Toekomst perspectief	Bedrijfsvoering & Onderhoudskosten (US\$/KWh)
Dry Steam	57%	Laag	3725	Gematigde groei	0.097
Flash	30%	Hoog	3177	Sterke Groei	0.105
Binary	8%	Hoog	3519	Sterke Groei	0.108

Tabel 6 “Overzicht van de eigenschappen van de verschillende technologieën”

Na het doorlopen van de vier stappen van het *economic cost model* kan er bepaald worden welke technologie het beste toepasbaar is. Daaruit blijkt dat op meerdere vlakken de *flash* technologie zowel binnen de geothermische markt als voor NEM het beste uitgangspunt biedt.

Ten eerste levert de *flash* technologie, evenals de *dry steam* technologie, het hoogste rendement. Dit komt doordat de beide technologieën gebruik maken van hogere temperaturen wat nodig is om een hoger rendement te bewerkstelligen.

Ten tweede scoren de *flash* en de *binary* technologie het beste op het gebied van toepasbaarheid. Deze technieken zijn in theorie over de hele wereld toepasbaar. De *dry steam* technologie kan daarentegen alleen worden toegepast op locaties waar hete stoom aanwezig is.

Ten derde liggen kostentechnisch gezien de drie verschillende technologieën niet heel ver uit elkaar. *Dry steam* is naar verhouding goedkoper aangezien er gebruik wordt gemaakt van al bestaande bronnen. *Binary* is daarentegen weer duurder aangezien er gebruik wordt gemaakt van een secundaire stof en het rendement minder hoog is. Ook na de bouw liggen de onderhoudskosten nagenoeg gelijk. De *flash* technologie ligt kostentechnisch gezien tussen de twee andere alternatieven in.

Ten vierde is de verwachting dat de toekomstige groei in de geothermische markt voornamelijk ligt bij de *flash* en *binary* technologie. Door technologische ontwikkelingen zijn deze technieken toegankelijker en is men minder afhankelijk van bestaande natuurlijke bronnen waar veelvuldig de *dry steam* technologie op wordt toegepast.

Ten slotte is ook de kennis van NEM van belang. Daaruit blijkt dat NEM de meeste affiniteit heeft met zowel de *dry steam* als de *flash* technologie. Op het gebied van de *flash* technologie heeft NEM echter kennis in huis om de technologie verder door te ontwikkelen wat een stuk toegevoegde waarde kan opleveren.

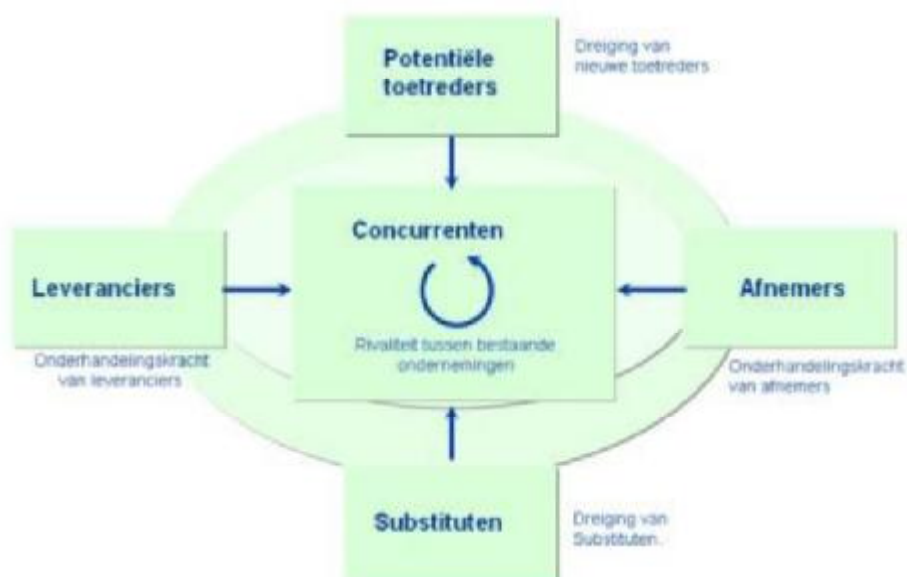
Uit deze conclusie is naar voren gekomen dat NEM voldoende kennis in huis heeft om de geothermische energiemarkt te betreden en daarbij vooral de kennis heeft om zich te specialiseren in de *flash* technologie. Nu er duidelijkheid is op het technologische vlak van de vraagstelling is het van belang om te bepalen of de geothermische energiemarkt voor NEM ook mogelijkheden biedt om deze markt te betreden. In het volgende deel zal verder worden ingegaan op de vraag in hoeverre de geothermische energiemarkt, en daarbij in het bijzonder de toepassing van de *flash* technologie, aantrekkelijk genoeg is om te betreden.

## 4. Marktanalyse

In het verleden is er altijd al gebruik gemaakt van warmte uit geothermische bronnen voor bijvoorbeeld de verwarming van huizen en andere praktische toepassingen. Maar met het in gebruik nemen van de eerste geothermische energiecentrale in Italië in 1904 is de geothermische energiemarkt pas echt van de grond gekomen (Kryzanowski, 2006). Sinds die tijd heeft de geothermische energiemarkt met gestage groei een kleine maar constante plek op de energiemarkt weten te verwerven.

Om te bepalen wat de kansen en bedreigingen binnen de geothermische energiemarkt zijn en hoe deze markt zich verhoudt ten opzichte van de gehele energiemarkt is de volgende stap in het onderzoek het verrichten van een marktanalyse met als doel de aantrekkelijkheid van de markt te bepalen.

Om dit onderzoek structuur te geven zal gebruik worden gemaakt van het *vijf krachtenmodel* van M.E. Porter. (Figuur 10)



Figuur 10 - "het vijf krachtenmodel van M.E. Porter"

Met behulp van het vijf krachtenmodel is het mogelijk om relevante informatie over de structuur van de geothermische markt te verzamelen en een indicatie te geven wat deze structuur voor invloed heeft op de concurrentie binnen de markt (Grant, 1995). In het kader van dit onderzoek zal het winstpotentieel van de geothermische energiemarkt bepaald worden waardoor de aantrekkelijkheid voor NEM om te participeren op deze markt bepaald kan worden (123management.nl).

Het model wordt onderverdeeld in een vijftal krachten die elk een ander aspect van de markt belichten. Per kracht zal vervolgens vanuit het perspectief van NEM bepaald worden in hoeverre deze kracht een bedreiging is voor een toetreding van NEM tot de geothermische energiemarkt of juist een kans.

### 4.1. Concurrenten

De mate van concurrentie kan een beeld geven hoe moeilijk het is om een positie te handhaven op de markt en of het voor nieuwe ondernemingen aantrekkelijk is om de markt te betreden. Daarnaast is ook de aard van de

ondernemingen van belang om te kunnen voorspellen welke richting deze ondernemingen in de toekomst op zullen gaan.

Voor NEM is het belangrijk dat de concurrenten NEM toelaat de markt te betreden en een stuk marktaandeel te verkrijgen. De mate van concurrentie hangt af van de volgende punten:

#### 4.1.1. Aantal concurrenten

Het aantal fabrikanten van geothermische energie-installaties is wereldwijd aanzienlijk. Een groot deel daarvan specialiseert zich echter op toepassingen op kleine schaal voor bijvoorbeeld de verwarming van woningen. In dit onderzoek wordt de focus gelegd op fabrikanten die voorzieningen leveren voor grootschalige projecten om elektriciteit op te wekken door middel van geothermische warmte. Wereldwijd houden ruim 13 ondernemingen zich bezig met het leveren van industriële geothermische installaties. Deze bedrijven zijn in tabel 7 weergegeven. Zo mogelijk zijn ook de bedrijfsonderdelen weergegeven waar de bedrijfsvoering van de geothermische activiteiten onder valt.

<b>Toshiba</b>	Land van herkomst	Japan		
	Omzet	M€ 12.089,87	2007	
	Operating Income	M€ 1.560,78	2007	
	Net income	M€ 830,20	2007	
	<b>Toshiba Social Infrastructure</b>			
	Omzet	M€ 12.490,97	2007	
	Operating Income	M€ 581,77	2007	
	R&D Kosten	M€ 196,57	2007	
	<b>Finmeccania</b>	Land van herkomst	Italië	
		Omzet	M€ 12.172,00	2006
Winst		M€ 1.020,00	2006	
<b>Ansaldo Energia</b>				
Omzet		M€ 809,00	2006	
Winst		M€ 35,00	2006	
R&D Kosten	M€ 16,00	2006		
<b>Mitsubishi</b>	Land van herkomst	Japan		
	Omzet	M€ 115.184,07	2006	
	Operating Income	M€ 2.113,52	2006	
	Net income	M€ 2.114,62	2006	
	<b>Mitsubishi Heavy Industries</b>			
	Omzet	M€ 16.867,13	2006	
	Operating Income	M€ 128,38	2006	
	Net income	M€ 180,12	2006	
	R&D Kosten	M€ 608,02	2006	
	<b>Mitsubishi Heavy Industries - Power Systems</b>			
Omzet	M€ 1.294,01	2006		
Operating Income	M€ 211,61	2006		
<b>Fuji</b>	Land van herkomst	Japan		
	Omzet	M€ 16.114,33	2006	
	Operating Income	M€ 125,50	2006	
	Net income	M€ 221,61	2006	
	<b>Fuji - Energy &amp; Electric systems</b>			
	Omzet	M€ 7.404,97	2006	
Operating Income	M€ 42,28	2006		
R&D Kosten	M€ 175,31	2006		
<b>Ormat</b>	Land van herkomst	Verenigde Staten		
	Omzet	M€ 167,80	2005	
	Operating Income	M€ 15,06	2005	
	Net income	M€ 10,70	2005	
	R&D Kosten	M€ 2,11	2005	
<b>Abara (Elliot)</b>	Land van herkomst	Japan		



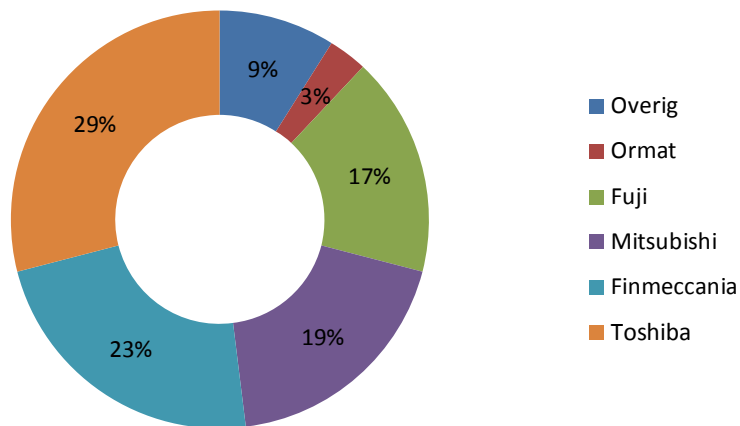
	Omzet	M€ 3.250,65	2007
	Operating Income	M€ 80,03	2007
	Net income	M€ 32,80	2007
	R&D Kosten	M€ 68,60	2007
<b>Alstom</b>	Land van herkomst	Frankrijk	
	Omzet	M€ 14.208,00	2006
	Net income	M€ 418,00	2006
	R&D Kosten	M€ 456,00	2006
<b>Holt Cat</b>	n/a		
<b>Siemens (NEI Parson)</b>	Land van herkomst	Duitsland	
	Omzet	M€ 17.375,00	2006
	Net income	M€ 1.033,00	2006
	R&D Kosten	M€ 5.074,00	2006
	<b>Power Generation</b>		
	Omzet	M€ 10.086,00	2006
	Operating Income	M€ 782,00	2006
	R&D Kosten	M€ 452,16	2006
<b>Mafi Trench</b>	n/a		
<b>AEG Kansis</b>	n/a		
<b>Turboden</b>	n/a		
<b>CalEnergy</b>	n/a		
<b>Calpine</b>	n/a		
<b>Caithness Energy</b>	n/a		
<b>GE/Nuevo Pignone</b>	n/a		
<b>Kaluga</b>	n/a		

Tabel 7 – “Voornaamste organisaties binnen de Geothermische Energiemarkt”

Voor de grootste vier ondernemingen geldt dat de huidige activiteiten op de geothermische markt in het niet vallen bij de totale bedrijfsvoering. Hoewel dit betekent dat de prioriteit van deze ondernemingen niet zozeer ligt in het slagen in de geothermische markt betekent het wel dat er meer kapitaal beschikbaar is om verder te investeren.

#### 4.1.2. Omvang concurrenten

De omvang van de concurrerende partijen loopt sterk uiteen. Eén van de mogelijke oorzaken hiervan is dat het leveren aan de geothermische energiemarkt geen kernactiviteit is van deze ondernemingen. Ook wanneer er een vergelijking wordt gemaakt tussen de marktaandeelen zijn er grote verschillen te zien. In figuur 11 wordt het de verdeling van de markt schematisch weergegeven, gebaseerd op de verdeling van de totale capaciteit van de geothermische energiemarkt.



Figuur 11 "Verdeling marktaandeel geothermische markt"  
(European Geothermal Energy Council, 2000) (Renewables for Power Generation, 2003)

De markt wordt beheerst door een viertal ondernemingen die bij elkaar een marktaandeel van ruim 85% hebben. De bovengenoemde ondernemingen leveren wereldwijd en zijn rechtstreekse concurrenten van elkaar.

#### 4.1.3. Groei van de markt

In tabel 8 is weergegeven in hoeverre er groei zit in de capaciteit van de geothermische energiemarkt en hoe deze capaciteit zich beweegt ten opzichte van de wereldwijde energiecapaciteit.

Hieruit blijkt dat er de afgelopen 30 jaar een constante absolute groei is in de capaciteit van geothermische energie van ongeveer 200 megawatt per jaar. Ten opzichte van de totale energiecapaciteit neemt het aandeel van geothermische capaciteit licht toe, maar blijft het met 0,196% in 2005 slechts een klein deel van de totale productie.

Jaar	Geothermische energie capaciteit (1)	Absolute toename geothermische energieproductie	Geothermische energie groeipercentage	Totale wereldwijde energie capaciteit (2)	Percentage geothermische energie
1970	678				
1975	1310	632			
1980	3887	2755		2,229,697	0.1743%
1985	4764	877	22,56%	2,632,522	0.1809%
1990	5831	1067	22,42%	3,145,175	0.1854%
1995	6833	1002	17,18%	3,506,839	0.1948%
2000	7974	1141	16,70%	4,054,374	0.1966%
2005	8912	938	11,76%		

Tabel 8 – "Totale wereld energie productie en het aandeel van geothermische energie. (in capaciteit in megawatt)"<sup>1</sup>

1. (International Geothermal Association , 2007) (Huttrer, 2001) (Lund, 1999)
2. (Energy Information Administration, 2005)

Hoewel de geothermische energieproductie vergeleken met de wereld energieproductie slechts een klein aandeel heeft en slechts marginaal stijgt, laat het over de afgelopen decennia absoluut gezien wel een duidelijke groei zien. Verwacht wordt dat deze groei in de nabije toekomst nog verder zal aantrekken.

#### 4.1.4. Productdifferentiatie

Bij de realisatie van een geothermische centrale zijn er slechts drie verschillende alternatieven waaruit gekozen kan worden. Daarbij is de exploitant over het algemeen aangewezen op de mogelijkheden en voornamelijk ook op de beperkingen van de locatie waar de geothermische centrale moet verrijzen. Ondanks deze beperkingen is het wenselijk om zekerheid te creëren over de mogelijke keuze opties en hoe makkelijk er van deze opties gebruik kan worden gemaakt. De toepassingsmogelijkheden van de drie technologieën worden door een aantal factoren beïnvloed.

Ten eerste zijn de toepassingsmogelijkheden sterk afhankelijk van de temperatuur van de bron. De *flash* en *dry steam* technologie is alleen toe te passen wanneer er hoge temperaturen aanwezig zijn van tussen de 180 en 250 graden Celsius. Onder deze temperatuur zijn deze technieken niet rendabel. De *binary cycle* technologie is echter alleen rendabel met relatief lage temperaturen tussen de 100 en 180 graden Celsius. Mocht in een bepaald geval blijken dat bijvoorbeeld alleen een temperatuur van maximaal 150 graden Celsius bereikbaar is, dan wordt de keuzemogelijkheid al beperkt tot de *binary cycle* technologie.

Ten tweede zijn de hoge temperaturen die nodig zijn voor *flash* en de *dry steam* technologie niet overal beschikbaar (Overview of Geothermal Technologies, 1997). Figuur 12 geeft aan welke delen in de wereld zich lenen voor geothermische technieken die gebruik maken van een hoge temperatuur.



Figuur 12 "Gebieden met hoge bodemtemperatuur en groot potentieel voor geothermische faciliteiten" (Global Renewable Energy Potential, 2001)

Eerder in dit stuk is gebleken dat de *flash* technologie het grootste potentieel biedt voor NEM. Gezien het feit dat deze technologie werkt bij temperaturen boven de 180 graden is het een logisch gevolg dat de kansen van NEM in de in figuur 12 aangegeven gebieden liggen waar deze temperaturen te vinden zijn.

#### 4.1.5. Conclusie

Op de geothermische energiemarkt is sprake van een homogene oligopolie waarbij het grootste deel van de markt bij een viertal ondernemingen ligt. Een dergelijke markt is aan concurrentie onderhevig, maar het concurreren op prijs is een risicovolle strategie aangezien dit een prijzenoorlog kan ontketenen die voor de gehele markt nadelige gevolgen kan hebben. Daarom wordt meestal het concurrentievoordeel bepaald op andere vlakken zoals kwaliteit. Een eigenschap van een homogene oligopolie is dat er sprake is van een gematigde concurrentie wat betekent dat er ruimte is voor nieuwe ondernemingen om op de geothermische markt te opereren.

Daarnaast is de absolute groei van de geothermische markt met ruim 200 megawatt per jaar aanzienlijk, wat meer ruimte creëert voor nieuwe toetreders. Een dergelijke sterke groei heeft een afzwakkend effect op de concurrentie. (Company Consulting Nederland)

Voor ondernemingen die de intentie hebben een geothermische energiecentrale te ontwikkelen is het vrijwel onmogelijk om over te stappen op een andere geothermische technologie. De eigenschappen van een bron die nodig zijn voor de toepassing van de eerder gedefinieerde technologieën zijn dusdanig specifiek dat het overstappen praktisch onmogelijk wordt gemaakt.

## 4.2. Potentiële Toetreders

Het succes waarmee een onderneming in een markt kan opereren kan onder meer afhangen van hoe makkelijk de markt te betreden is door nieuwkomers. Een snelgroeiende markt met hoge marges is over het algemeen zeer gunstig maar trekt ook andere ondernemingen aan die mee willen profiteren van de gunstige omstandigheden. De verhoogde concurrentie zal op zijn beurt de prijzen weer onder druk zetten (Grant, 1995). Voor NEM is het van belang dat enerzijds de markt niet overspoeld wordt en de marges teveel onder druk worden gezet, en anderzijds dat de markt niet te vast zit waardoor een eventuele toetreding tot de geothermische markt niet meer mogelijk is.

Aan de hand van de onderstaande gegevens moet duidelijk worden hoe hoog de drempel is om de markt te betreden.

### 4.2.1. Kennis

De toegankelijkheid van de specifieke kennis die nodig is om een geothermische centrale te bouwen en de hoeveelheid kennis die NEM al bezit bepalen voor het bedrijf de aantrekkelijkheid van de geothermische markt. Uit het *economic cost model* is gebleken dat NEM een aantal competenties zal moeten ontwikkelen om in staat te zijn een volwaardig product af te leveren. Wanneer de benodigde kennis hiervoor echter op dusdanig wijze beschermd is dat deze slecht toegankelijk is voor NEM, levert dit een barrière op.

De markt waar NEM nu opereert, wordt gekenmerkt door veel techniek die al geruime tijd wordt toegepast en daardoor niet meer patent beschermd is. Bijzondere producten die wel patent beschermd zijn liggen qua prijsniveau relatief hoog. Daar staat tegenover dat er van te voren rekening wordt gehouden met een hogere prijs waardoor de klant tijdig kan worden geïnformeerd over de extra kosten.

De geothermische markt verschilt in dit opzicht niet veel van de markt waarin NEM nu actief is. De meeste technologieën die gebruikt worden vallen niet meer onder bescherming van patenten en is daardoor vrij toegankelijk en bruikbaar.

Een onderdeel dat wel patent beschermd is en specifiek voor de geothermische energiecentrale wordt ontworpen is de stoomturbine. Het principe van de stoomturbine verandert bij de toepassing in een geothermische centrale niet, maar moet wel bestand zijn tegen mineralen en chemicaliën aangezien de stoom vaak verontreinigd is. De patenten die geregistreerd zijn hebben dan ook met name betrekking op technieken om de corrosie tegen te gaan en de stoomturbines bestand te maken tegen de zwaardere omstandigheden (Espacenet). Deze patenten zijn in de handen van Toshiba, Fuji, Mitsubishi en Ansaldo, ondernemingen die al zeer actief zijn in de geothermische energiemarkt.

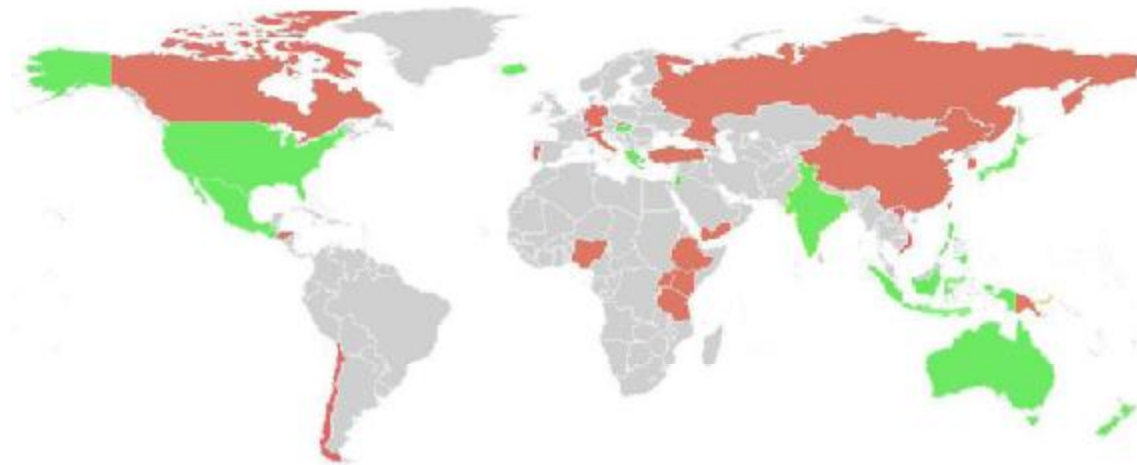
Dergelijk patenten hoeven geen bedreiging te vormen voor NEM aangezien de producten die gebruik maken van deze technieken ook voor NEM toegankelijk zijn. Wel is er een nadeel op het gebied van prijsconcurrentie aangezien de patenthouders makkelijker de prijs kunnen laten zakken.

#### 4.2.2. Legal Barriers

Een factor die sterke invloed kan hebben op de aantrekkelijkheid van een markt is de manier waarop de overheid tegen de toepassing van geothermische energie kijkt. Er zijn een aantal internationale verdragen die het gebruik van geothermische energie bevorderen. Een daarvan is het Kyoto verdrag waarin is vastgesteld dat de CO<sup>2</sup>-uitstoot drastisch moet worden teruggebracht. Een dergelijk verdrag is voor een vrijwel geen uitstoot producerende geothermische centrale een steun in de rug.

Daarnaast zijn er ook verschillende landen die zich hebben aangesloten bij het *Geothermal Implementing Agreement* (GIA), waarin een wereldwijd netwerk is opgesteld om gemeenschappelijke problemen aan te pakken. Met tien deelnemende landen en de Europese Unie is er een goede start gemaakt maar is het netwerk nog verre van optimaal. Dit heeft als gevolg dat de regulering omtrent geothermische energie per land nog sterk kan verschillen.

In de wereld zijn ruim 40 landen actief op het gebied van geothermische energie, variërend van een oriënterend onderzoek tot actieve stimulatie van het gebruik van geothermische energie. Niet alle landen zijn echter even aantrekkelijk als potentiële markt. In figuur 13 is daarom een selectie gemaakt van landen die kansrijk zijn op het gebied van geothermische energie. Deze selectie is gebaseerd op a) de geografische ligging en b) op het feit of het betreffende land al gebruik maakt van geothermische energie of hier op korte termijn mee zal beginnen. In deel 4.1.4. is aangegeven in welk deel van de wereld er op relatief geringe diepte hoge temperaturen te meten zijn. Wanneer een land niet in het aangegeven gebied ligt zal er dieper geboord moeten worden om alsnog de gewenste bodemtemperatuur te bereiken die nodig is om een *flash* centrale te laten functioneren. Het dieper boren drijft de kosten dusdanig op dat een geothermische *flash* centrale al snel niet meer rendabel is. Daarnaast is er gekeken naar landen die al gebruik maken van geothermische energie en/of op korte termijn beginnen met de bouw van een centrale. Dergelijke landen hebben al bewezen dat geothermische energie levensvatbaar is waardoor het aannemelijk is dat de capaciteit in de komende jaren zal groeien.



Figuur 13 – “Landen met groot potentieel voor geothermische flash centrales (weergegeven in het groen), en landen die op korte termijn geen plannen hebben voor de bouw van een geothermische centrale en/of geografisch gezien geen gunstige ligging hebben (weergegeven in het rood).”

De landen die voldoen aan de gestelde criteria worden in het onderstaande aangehaald. Daar wordt duidelijk gemaakt wat voor een beleid deze landen voeren ten gunste of ten nadele van geothermische energie.

### *Australië*

In Australië is het zogenaamde *Mandatory Renewable Target* (MRET) in het leven geroepen waarin gesteld wordt dat in 2010 van de totale energieproductie 9500 gigawatt geproduceerd moet zijn door middel van duurzame energiebronnen. Daarnaast worden geothermische projecten ook financieel ondersteund door de Australische overheid (IEA Geothermal Annual Report, 2004).

Op het moment zijn er verschillende projecten die van de grond komen en lijkt Australië goed op weg om de doelstellingen gesteld in het MRET te halen (Gawell & Greenberg, 2007).

### *Filippijnen*

De Filippijnse overheid heeft het doel gesteld om in de komende twee decennia de grootste producent te worden van geothermische energie. Momenteel wordt door de *Philippine National Oil Company* gepoogd investeerders aan te trekken om deze doelstellingen waar te maken. Door dit beleid is er momenteel een sterke groei te zien in de geothermische productie (Gawell & Greenberg, 2007).

### *Griekenland*

De Griekse overheid heeft onlangs een wet aangenomen waardoor geothermische energie officieel als duurzame energie geregistreerd staat en tevens ook als een grondstof. Dit houdt in dat alle exploitatierechten voor geothermische energie met een temperatuur hoger dan 25 graden Celsius bij de Griekse staat liggen. Na een publieke competitieprocedure worden deze geothermische locaties aan de meest geschikte kandidaat toebedeeld. Deze partij dient daarvoor een vergoeding aan de staat te betalen (IEA Geothermal Annual Report, 2004).

Inmiddels zijn er ook verregaande plannen om de eerste geothermische centrale te bouwen. Deze 8 MW centrale zal op het Griekse eiland Lesbos verrijzen (Gawell & Greenberg, 2007).

### *Guatemala*

Op Guatemala is een geothermische energiecentrale operationeel en de capaciteit hiervan zal op korte termijn worden uitgebreid. Daarnaast zijn er ook verschillende plannen om op andere locaties een geothermische centrale te bouwen. (Gawell & Greenberg, 2007).

### *Hongarije*

In Hongarije is een private onderneming opgericht om de geothermische mogelijkheden van het land te gaan exploiteren. De Hungarian American Geothermal Company, een samenwerkingsverband tussen Hongarije en Amerikaanse investeerders, heeft verschillende projecten in de planning staat. (Gawell & Greenberg, 2007).

### *IJsland*

Door het overheidsbeleid van de afgelopen decennia is het gebruik van fossiele brandstoffen in IJsland drastisch teruggedrongen. Op het moment is 70% van de totale energievoorziening afkomstig uit duurzame energiebronnen en wordt 17% van de totale elektriciteitsbehoefte door geothermische energiecentrales geproduceerd. In de nabije toekomst wordt ook een sterke groei verwacht tot 3000 gigawatt in 2009.

In de toekomst zal deze koers door worden gezet om de capaciteit verder uit te breiden en gunstige omstandigheden te creëren voor onder andere de aluminiumindustrie (IEA Geothermal Annual Report, 2004) (Gawell & Greenberg, 2007).

### *India*

Op het moment maakt India slechts op kleine schaal gebruik van geothermische energie. Het land heeft een groot potentieel maar er zijn slechts weinig concrete plannen om de capaciteit uit te breiden. De huidige energievoorziening komt dan ook voornamelijk uit conventionele energiebronnen. Dit is mede het gevolg van de enorme en makkelijk toegankelijke kolenvoorraad. Door deze grote voorraad en door een zeer

sterke lobby vanuit de steenkolenindustrie word over het algemeen de fossiele brandstof verkozen boven geothermische energie (Chandrasekharam, 2000) (Gawell & Greenberg, 2007).

#### *Indonesië*

Indonesië heeft een enorm potentieel op het gebied van geothermische energie. Om dit niet onbenut te laten gaan, tracht de overheid het gebruik van geothermische energie te stimuleren en is de doelstelling gesteld om in 2008 2000 megawatt aan capaciteit operationeel te hebben wat op moet lopen tot 9000 megawatt in 2025.

Een obstakel in het behalen van deze doelstellingen is het aantrekken van investeerders. Door de crisis in de jaren '90 en door het instabiele politieke klimaat zijn investeerders minder bereid in geothermische projecten te investeren. Daarnaast zijn er ook praktische problemen. Door de grote afstand tussen de geschikte locaties en de dichtbevolkte gebieden zijn de risico's en de kosten groter dan die van conventionele alternatieven. Als reactie hierop heeft de regering een belastingkorting ingesteld voor duurzame energie om geothermische projecten beter te kunnen laten concurreren met conventionele energie (Indonesia's Geothermal Development, 2002) (Gawell & Greenberg, 2007).

#### *Iran*

In 2006 is een plan voor de bouw van de eerste geothermische centrale in Iran gelanceerd. Het is echter onduidelijk wat eventuele vervolgstappen zijn in het project. Ook wordt het politiek gezien voor buitenlandse investeerders bemoeilijkt om dergelijke projecten te initiëren of te ondersteunen (Gawell & Greenberg, 2007).

#### *Japan*

In 2002 heeft de Japanse overheid een wet opgesteld waarin bepaald wordt dat energiemaatschappijen een bepaald percentage van de totale energieproductie door middel van duurzame energiebronnen moeten opwekken. Welke duurzame bronnen hiervoor worden aangesproken is daarbij niet van belang.

Daarnaast bestaat er in Japan sinds 1983 een subsidieregeling om investeringen in geothermische centrales te bevorderen. Dit houdt in dat 50 procent van de kosten voor het boren van putten wordt gesubsidieerd en 20 procent van de benodigde faciliteiten boven de grond. Sinds 2002 wordt ook 30 procent van de kosten voor de bouw van een binary cycle centrales gesubsidieerd (IEA Geothermal Annual Report, 2004).

#### *Mexico*

In Mexico staat geothermische energie op gelijke voet met conventionele energiebronnen zoals fossiele brandstoffen en nucleaire energie. Daardoor is het minder aantrekkelijk om te investeren in geothermische energie omdat het moeilijk is te concurreren met de goedkopere en minder risicovolle conventionele projecten.

De Mexicaanse overheid financiert wel onderzoeksprojecten naar de mogelijkheden van nieuwe locaties en het voorspellen van het gedrag van bestaande locaties. Mede door deze overheidssteun is Mexico de op drie na grootste producent van geothermische energie in de wereld. Ook in de nabije jaren zijn er verschillende projecten gepland om de capaciteit verder uit te breiden (IEA Geothermal Annual Report, 2004) (Gawell & Greenberg, 2007).

#### *Nieuw Zeeland*

In Nieuw Zeeland heeft de overheid enkele projecten opgezet om het gebruik van duurzame energie te bevorderen. Geothermische energie wordt daarbij aangewezen als een van de voornaamste duurzame energiebronnen.

Daarnaast is in een poging om de CO<sup>2</sup> uitstoot verder terug te dringen in 2005 een belasting op de CO<sup>2</sup> uitstoot van bedrijven opgelegd. Deze belasting houdt in dat de energieprijzen ongeveer met één dollar cent

per kilowatt uur omhoog gaat. De prijs van de geothermische energie wordt niet beïnvloed waardoor deze goedkoper en aantrekkelijker wordt. (Ministry of Economic Development, 2003)

Momenteel zijn er meerdere projecten die worden opgeleverd en zijn er ook plannen om de capaciteit in de nabije toekomst verder uit te breiden (Gawell & Greenberg, 2007).

#### *Verenigde Staten*

In de Verenigde Staten wordt jaarlijks ruim 26 miljoen dollar geïnvesteerd in de ontwikkeling van geothermische technieken. Daarnaast is er ook een belastingkorting ingesteld van 10% op alle investeringen die gedaan worden op het gebied van geothermische energie ([www.crest.org](http://www.crest.org), 2003).

Momenteel zijn er 61 projecten in verschillende stadia voor de bouw van nieuwe geothermische centrales. Deze plannen leveren naar verwachting een capaciteitsgroei op tussen de 2100 en 2400 MW (Gawell & Greenberg, 2007).

Met name Australië, de Filippijnen, IJsland, Indonesië, Mexico, Nieuw Zeeland en de Verenigde Staten komen positief naar voren. Vanwege de gunstige ligging, vergaande planning op het gebied van uitbreiding van de geothermische capaciteit en de positieve overheidsinvloed zijn deze landen zeer aantrekkelijk om te benaderen als potentiële markt.

De overige landen die zijn aangehaald zijn minder aantrekkelijk vanwege het ontbreken van de gunstige omstandigheden en het relatief geringe aantal projecten dat in de nabije toekomst gepland is.

#### *4.2.3. Tijd en kosten*

De tijd en kosten die nodig zijn om uiteindelijk het project te realiseren kunnen zeer bepalend zijn voor de toegankelijkheid van de markt. Lage kosten en een relatief korte implementatietijd maken de markt toegankelijker omdat het risico beperkt blijft. Omgekeerd zijn de risico's veel hoger, maar zijn de marges die behaald kunnen worden over het algemeen ook veel groter.

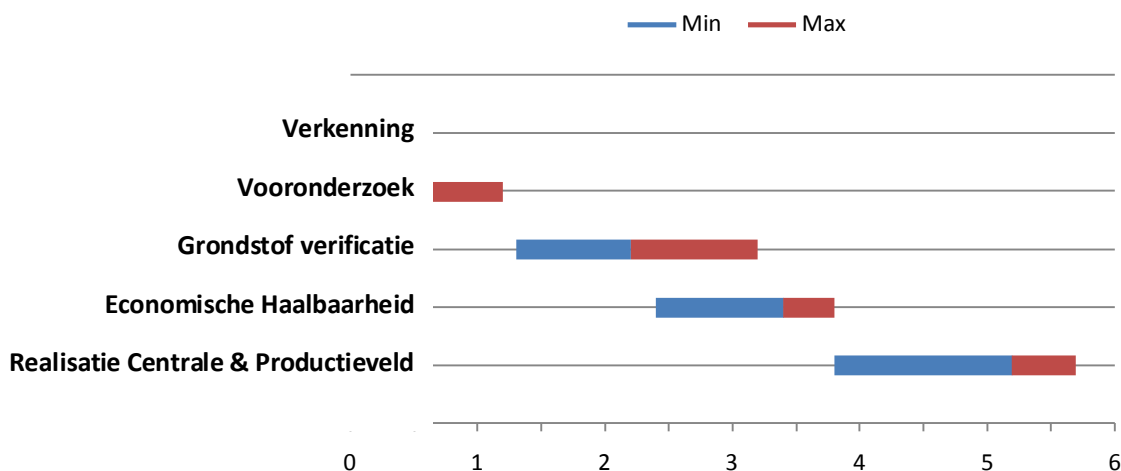
Het initiëren van het plan om een geothermische energiecentrale te bouwen kan onderverdeeld worden in vijf verschillende stappen. (figuur 14) In de eerste stap, de verkenningsfase, worden verschillende mogelijke locaties in de regio of in het land met elkaar vergeleken om daaruit de meest geschikte locatie te kiezen.

Wanneer er een geschikte locatie gevonden is, wordt in de tweede fase de locatie verder onderzocht en bepaald waar proefboringen gehouden moeten worden. Deze fase duurt doorgaans enkele maanden tot een jaar. In de derde fase wordt met behulp van proefboringen geverifieerd of de eerdere bevindingen kloppen en wat de precieze waarden en eigenschappen van de locatie zijn.

In de vierde fase moet de knoop worden doorgehakt en worden de technische details en het vermogen van de centrale bepaald. In de vijfde en laatste fase komt het tot de daadwerkelijke bouw van de centrale.

De doorlooptijd van deze fases bedraagt in totaal 5 tot 6 jaar.





Figuur 14 – “Ontwikkelingstijd Geothermische Centrale (In jaren)” (Economy of Geothermal Generation, 1997)

De totale kosten van het vooronderzoek en het vervolgens bouwen van een centrale variëren per type centrale. De kosten liggen tussen de 8 miljoen dollar voor een 5 megawatt centrale tot 34.5 miljoen voor een 30 megawatt centrale bij een bron van hoge kwaliteit. In het geval van een bron van normale kwaliteit ligt de prijs tussen de 15 miljoen dollar voor een 5 megawatt centrale en 66 miljoen dollar voor een 30 megawatt centrale. De kwaliteit van een bron wordt voornamelijk bepaald door de temperatuur en de diepte.

Grote centrale	Bron van hoge kwaliteit	Bron van gemiddelde kwaliteit
Kleine centrales (<5 MW)	\$1,600 \$2300 (p/KW)	\$1,800 \$3,000 (p/KW)
Gemiddelde centrale (5–30 MW)	\$1,300–\$2,100 (p/KW)	\$1,600–\$2,500 (p/KW)
Grote centrale (>30 MW)	\$1,150 \$1,750 (p/KW)	\$1,350 \$2,200 (p/KW)

Tabel 9 – “Ontwikkelingskosten Geothermische Centrale (US\$ per kilowatt)” ([www.crest.org](http://www.crest.org), 2003)

#### 4.2.4. Conclusie

De kennis die nodig is om een geothermische centrale te leveren is dusdanig van algemene aard dat deze bijvoorbeeld niet patent beschermd is. De uitzondering hierop is de stoomturbine die specifiek voor de geothermische centrales is ontworpen. Verschillende patenten hiervoor liggen de in handen van de directe concurrenten Toshiba, Fuji, Mitsubishi en Ansaldo.

De geothermische markt kan gezien worden als een kapitaalintensieve markt wat betekent dat er aanzienlijke bedragen geïnvesteerd moeten worden voor er resultaat geboekt kan worden. Ook de lange aanlooptijd zorgt ervoor dat de realisatie van een geothermische centrale een lange en kostbare aangelegenheid is.

De positieve overheidsinvloed die in een aantal delen van de wereld van toepassing is, beperkt het risico en verbetert de mogelijkheid om geothermische energie te kunnen laten concurreren met conventionele energie. Met name in de landen Australië, de Filippijnen, IJsland, Indonesië, Mexico, Nieuw Zeeland en de Verenigde Staten zijn de omstandigheden gunstig.

### 4.3. Leveranciers

Leveranciers van een onderneming hebben een bepaalde macht die van invloed kan zijn op het prijsniveau en de kwaliteit van het geleverde product. (Porter, 1980) Daarom is het van belang om de macht van de leveranciers te bepalen waarmee NEM te maken zal krijgen bij het betreden van de geothermische markt. Deze leveranciers leveren de onderdelen die naar het ontwerp van NEM nodig zijn voor de bouw van een geothermische energiecentrale.

Om dit te bepalen dient te worden achterhaald hoeveel leveranciers er zijn en wat de aard is van de producten die ze aanbieden.

#### 4.3.1. Betrokken leveranciers

Bij de bouw van een geothermische centrale is het aantal betrokken partijen aanzienlijk. Veel van de betrokken partijen zijn echter al leveranciers van NEM en kunnen ook voor deze projecten worden benaderd.

Omdat de leveranciers regelmatig benaderd moeten worden en het voor NEM van belang is om zekerheid te hebben over het aanbod, kwaliteit en prijs zijn met een aantal leveranciers raamcontracten afgesloten. Op deze manier weet NEM precies welke producten er afgenomen kunnen worden, wat de technische specificaties zijn en voor welke prijs de producten van eigenaar verwisselen. Daardoor kan NEM snel een accuraat beeld naar de klant doorspelen.

De meeste producten kunnen echter bij relatief veel leveranciers worden afgenomen. Het raamcontract bindt NEM op een vrijwillige basis aan een leverancier. Wanneer een andere leverancier aantrekkelijker blijkt kan er gemakkelijk worden overgestapt.

Daarnaast ontwerpt NEM ook zelf onderdelen. Deze worden naar specificaties van de klant ontworpen en vervolgens op verschillende locaties in de wereld gefabriceerd. Op deze wijze kan NEM een kwalitatief hoogwaardig product garanderen en wordt door deze vorm van *backwards integration* de afhankelijkheid van de leveranciers beperkt.

Bij de bouw van een geothermische energiecentrale zijn er ook producten van belang waar NEM relatief weinig ervaring mee heeft. Dit komt neer op de volgende componenten.

- *Downhole pumps*

Wanneer er sprake is van een geothermische bron met een lage druk, zal er gebruik moeten worden gemaakt van een pomp om het water naar het oppervlak te halen. Een dergelijke pomp wordt echter ook regelmatig toegepast bij geothermische centrales waar wel met een hoge druk wordt gewerkt. Het voordeel dat hiermee behaald wordt is dat de productie zonodig kan worden opgevoerd en de druk constant gehouden kan worden.

Bij de installatie van een pomp kan een keuze gemaakt worden tussen een tweetal verschillende pompen. De eerste optie is een *lineshaft* pomp. In een dergelijke pomp wordt gebruik gemaakt van een motor die ter hoogte van het maaiveld wordt geïnstalleerd en een pomp aandrijft die diep in de put is aangebracht. Deze pomp is bestand tegen hoge temperaturen.

De tweede optie is een *submersible* pomp die gebruik maakt van relatief lage temperaturen waarbij de motor van de pomp ook in de put zelf wordt geïnstalleerd

- *Steam turbine*

De component waarmee met behulp van stoom energie wordt opgewekt.

- *Wellhead valves*  
Een *wellhead valve* is als het ware de stop op een geothermische put. Een dergelijk *valve* dient als controlesysteem om een constante druk te garanderen en te reguleren.
- *Brine injection*  
Door middel van *brine injection* worden het water dat gebruikt wordt in een geothermische centrale met dezelfde druk als in het ondergrondse reservoir terug de grond in gepompt om op die manier het reservoir op peil te houden.  
Dit proces gaat via een soortgelijke put als waarmee het water omhoog komt.
- *Compressors*  
Het doel van een compressor is om niet condenseerbare stoffen te comprimeren.  
Hierdoor kunnen de niet condenseerbare stoffen gescheiden worden van de stoom voordat deze de stoomturbine ingaat. De stoom wordt hierdoor schoner waardoor de turbine minder slijtage ondervindt. Een nadeel is echter dat een deel van de stroomproductie verloren gaat aan het in werking houden van de compressors (Gunerham & Coury, 2000). Hiervoor geldt de regel dat hoe meer niet-condenseerbare stoffen de stoom bevat, hoe meer energie er nodig is om deze er weer uit te halen.
- *Koeltorens*  
Bij de toepassing van koeltorens bij geothermische centrales kan de keuze worden gemaakt tussen koeling door middel van lucht of door middel van water. Hoewel beide opties mogelijk zijn gaat de voorkeur vrijwel altijd uit naar koeling doormiddel van water. De redenen hiervoor zijn de lagere kosten, minder vervuilende uitstoot en minder lawaai. Het voordeel van koelen met lucht is dat er minder water nodig is om de centrale operationeel te houden. Dit weegt doorgaans echter niet op tegen de voordelen van het alternatief.

Op de stoomturbine na zijn de componenten die worden toegepast niet specifiek ontworpen voor een geothermische centrale en kennen ze ook vele andere toepassingsmogelijkheden (Steenblik, 2006). Doordat de componenten breed worden toegepast worden ze aangeboden door vele leveranciers. Daardoor is er sprake van sterke concurrentie wat het voor NEM relatief eenvoudig maakt om een leverancier te vinden die het gewenste product met de juiste specificaties tegen een goede prijs kan leveren.

De stoomturbine is echter een complex onderdeel dat minder makkelijk te verkrijgen is. Een dergelijk onderdeel wordt alleen specifiek door ondernemingen geleverd die naar voren komen in deel 4.1. Hoewel deze producten vrij toegankelijk zijn is het nadeel dat de leveranciers ook de directe concurrenten zijn. Deze concurrenten zijn daardoor in staat meer met de prijs te dalen aangezien zij zelf voor een deel de benodigde producten vervaardigen.

#### 4.3.2. Duurzaamheid relaties

Wanneer er niet snel overgestapt kan worden naar een andere leverancier betekent dit dat er een hogere afhankelijkheid is van de leveranciers. Een duurzame relatie met de leveranciers is daardoor van belang wat de onderhandelingsmacht van de leverancier verhoogt.

Zoals eerder is aangehaald is de markt voor een groot deel van de producten die NEM zou moeten afnemen dusdanig van aard dat de producten door meerdere leveranciers worden aangeboden. Daardoor kan er gemakkelijk worden overgestapt naar een andere leverancier wanneer deze aantrekkelijker voorwaarden heeft.

Op het gebied van de stoomturbines ligt dit echter anders. Door het geringe aantal leveranciers en de complexiteit van het product is het minder makkelijk over te stappen naar een andere leverancier. Dit geeft de leverancier veel onderhandelingsmacht.

#### 4.3.3. Conclusie

De onderdelenmarkt voor een geothermische centrale is dusdanig van aard dat producten makkelijk te verkrijgen zijn. Een uitzondering hierop is de stoomturbine. Deze turbines zijn namelijk specifiek ontworpen om toegepast te worden in een geothermische centrale waardoor ze bestand moeten zijn tegen chemicaliën die zich bevinden in het water dat gebruikt wordt om energie op te wekken. Deze turbines worden geproduceerd door ondernemingen die directe concurrenten van NEM zouden worden bij het betreden van de markt. Dit brengt een nadeel voor NEM met zich mee en een prijstechnisch voordeel voor de concurrent.

#### 4.4. Substitutiedreiging

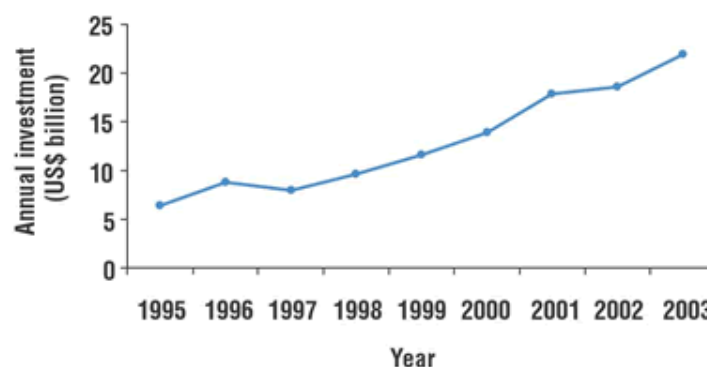
Voor NEM is het van belang dat de ontwikkeling van een geothermische energiecentrale een reële optie blijft. Een bedreiging hiervan is wanneer de klant de mogelijkheid wordt geboden om voor andere soortgelijke producten te kiezen. Daarom dient er in kaart te worden gebracht welke substitutiegoederen er bestaan en in welke mate deze een bedreiging vormen voor de mogelijke activiteiten van NEM op de geothermische markt.

##### 4.4.1. Substitutiemogelijkheden

Geothermische energie, en daarnaast ook andere duurzame energiebronnen, hebben altijd maar een relatief klein deel van de totale stroomproductie gerealiseerd (Statement of Howard Gruenspecht Deputy Administrator Energy Information, 2005).

De meest voor de hand liggende alternatieven zijn de conventionele energiebronnen zoals kolen en olie welke al decennia met succes worden toegepast, breed toegankelijk zijn en relatief goedkoop zijn. De keuze om desondanks toch voor geothermische energie te kiezen hangt af van de grondstoffen die een land rijk is en de geografische omstandigheden. Daarnaast spelen ook het investeringsklimaat, politieke keuzes en de technologische ontwikkeling een rol (Renewables for Power Generation, 2003).

Ten eerste verschilt de bereidheid om te investeren in duurzame energie sterk per land. Doorgaans is de wil om hierin te investeren vele malen hoger in rijke westerse landen dan in arme landen (Renewable Energy Country Attractiveness Indices, 2006). Daarnaast wordt er wereldwijd vele malen meer geïnvesteerd in conventionele energie dan in duurzame energie. Er is echter wel een stijgende lijn te zien in de wereldwijde investeringen die gedaan worden in duurzame energie. Figuur 15 laat zien dat in de loop der jaren de investeringen zijn opgelopen van 7 miljard dollar in 1995 tot 17 miljard dollar in 2002.



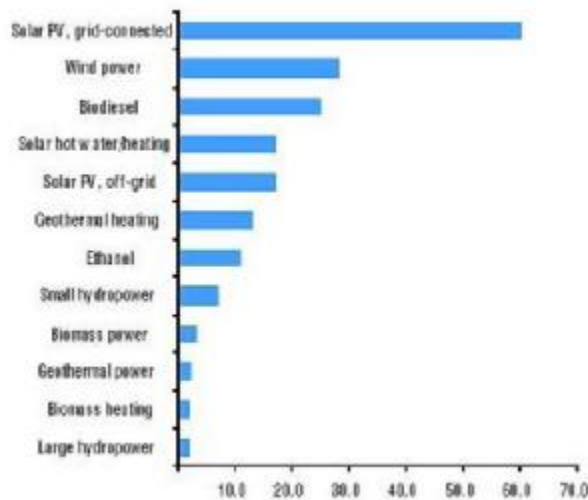
Figuur 15 – "Totaal wereldwijde investeringen in duurzame energie"  
(Martinot, 2005)

De totale investeringen in conventionele energie bedroegen in 2002 wereldwijd rond de 125 miljard dollar en dit bedrag groeit jaarlijks met gemiddeld 2,5 procent. Ondanks het substantieel lagere budget voor duurzame energie is het aandeel van 12 procent van het totale budget naar verhouding aanzienlijk aangezien duurzame

energie slechts 4 procent van de totale energieproductie verzorgt. Binnen de leden van het *International Energy Agency* komt gemiddeld 1,4 procent van het budget terecht bij onderzoek naar geothermische energie (Martinot, *Global Renewable Energy Markets and Policies*, 2004).

Investerings in duurzame energie vanuit de private sector worden voornamelijk gedaan op het gebied van wind en zonne-energie om een competitief voordeel te creëren en de rendement te verhogen. Het hoogte van deze investeringen blijven echter vrij gering. (*Renewables for Power Generation*, 2003).

Binnen de duurzame energiemarkt zijn de gevolgen van de positieve trend in het investeringsklimaat ook sterk merkbaar. Figuur 16 laat de capaciteitsgroei van verschillende duurzame energiebronnen zien in de periode 2000 tot en met 2004.



Figuur 16 "Gemiddelde capaciteitsgroei percentage van duurzame energie in de periode 2000-2004" (Martinot, 2005)

Uit dit figuur is af te leiden dat andere vormen van duurzame energie ten opzichte van geothermische energie winnen aan populariteit. Waar geothermische energie in de afgelopen jaren met 2 tot 3 procent per jaar groeide, groeit de wind en zonne-energiesector al jaren met respectievelijk 30 tot 60 procent per jaar.

Ten tweede is ook het beleid van de overheid van invloed. In deel 4.2.2. wordt al aangeven dat verschillende landen het gebruik van duurzame energie proberen te stimuleren door middel van subsidies en kortingen. Daaruit is gebleken dat met name in Australië, de Filippijnen, IJsland, Indonesië, Mexico, Nieuw Zeeland en in de Verenigde Staten de omstandigheden zeer gunstig zijn voor de ontwikkeling van duurzame en in het bijzonder geothermische energie.

Ten derde is door technologische ontwikkelingen duurzame energie een steeds meer volwassen alternatief aan het worden. Door deze ontwikkelingen is het mogelijk de kosten omlaag te brengen en daardoor de duurzame energie op prijs te laten concurreren met conventionele energie. In tabel 10 wordt weergegeven wat per techniek de prijs per kilowatt uur is.

Technologie	Jaar	US\$cent / KWh
Geothermisch	2001	2 - 10
Gas	1984	7.2
	1995	3.1
Olie	1984	9.4
	1995	4.3
Kolen	1984	5.5
	1995	3.0
Nucleair	1984	5.6
	1995	3.8

Tabel 10 - Energiekosten per technologie (Prairie & Glowka, 2000)  
(Fridleifsson, 2001)

De bovenstaande tabel laat zien dat geothermische energie kan concurreren met conventionele energie. Een voordeel van geothermische energie ten opzichte van conventionele technieken is dat er geen gebruik hoeft te worden gemaakt van extern aangevoerde brandstof. Het benodigde water of stoom wordt op de locatie zelf naar boven gehaald waardoor de centrale zelfvoorzienend is. Een centrale die gebruik maakt van een brandstof als kolen of olie, is daarentegen afhankelijk van de grondstofprijzen wat grote invloed heeft op de energieprijzen.

De energieprijzen zijn altijd aan verandering onderhevig wat ook gevolgen heeft voor de onderlinge concurrentie. Met name de stijgende olieprijs die record na record breekt drijft de energieprijzen al jaren op. Aardgas zit in dezelfde trend en heeft ook te maken met een prijs die al jaren oploopt. De verwachting is dat deze stijgingen nog verder zullen doorzetten.

De prijs van kolen en nucleaire energie is de afgelopen jaren wel stabiel geweest en de verwachting is dat ook in de komende jaren dat zo zal blijven (CBS, 2006).

Een nadeel van kolen is echter dat het een zeer vervuilende energiebron is. Ook de toepassing van nucleaire energie staat op het moment ter discussie. Enerzijds is het een schone energiebron omdat de CO<sup>2</sup> uitstoot vrij laag is, maar anderzijds is het radioactieve afvalmateriaal een groot probleem waar nog geen goede oplossing voor gevonden is.

#### 4.4.2. Conclusie

Hoewel conventionele energie nog altijd de bovenhand voert begint duurzame energie steeds meer aan terrein te winnen. De investeringen in duurzame energie nemen steeds verder toe en stijgen relatief gezien ten opzichte van de hoeveelheid investeringen in conventionele energie. Mede als gevolg hiervan is een sterke groei te zien in de duurzame energiemarkt. Met name wind- en zonne-energie laten een sterke groei zien.

Daarnaast wordt door de alomstijgende brandstofprijzen de substitutiedreiging steeds kleiner aangezien geothermische energie niet vatbaar is voor deze stijging. Alleen de prijs van nucleaire en kolenergie blijven vrij stabiel en bieden daardoor een goed alternatief. Beide alternatieven hebben echter wel te maken met een aantal nadelen betreffende vervuiling en veiligheid.

(Fridleifsson I. , 2003).

#### 4.5. Afnemers

Het is mogelijk dat de marktomstandigheden dusdanig zijn dat de afnemers binnen de betreffende markt veel onderhandelingsmacht hebben. Dit kan resulteren in een grote druk op een lage prijs en hoge kwaliteit. Om zicht te krijgen op deze omstandigheden kunnen een viertal factoren onderscheiden worden die van grote invloed zijn op de onderhandelingsmacht van de afnemers (Daems & Douma, 1989).

#### 4.5.1. Productdifferentiatie

In deel 4.4. is beschreven dat duurzame energie een steeds aantrekkelijkere keuze wordt ten opzichte van conventionele energiebronnen. Er zijn echter meerdere duurzame energiebronnen waar potentiële afnemers hun uiteindelijke keuze op kunnen laten vallen. Tabel 11 geeft aan welke mogelijkheden hiertoe behoren en wat de prijs per kWh is.

Technologie	Huidige kosten US\$/kWh	Mogelijke toekomstige kosten US\$/kWh
Geothermisch	2-10	1-8
Waterkracht	2-10	2-8
Biomassa	5-15	4-10
Wind	5-13	3-10
Zonnecellen	25-125	5-25
Zon-thermisch	12-18	4-10
Getijde energie	20-30	8-15

Tabel 11 – Huidige en toekomstige energiekosten duurzame technologieën (Fridleifsson, 2001) (Prairie & Glowka, 2000)

De prijs per kWh geproduceerd door een geothermische centrale kan zeer goed concurreren met andere duurzame alternatieven. Daarnaast is de tijd dat de centrale operationeel is nog een ander voordeel dat zwaar meeweegt. Een geothermische centrale is namelijk ruim 95 procent van de tijd operationeel, wat een dergelijk centrale erg betrouwbaar maakt (Kutscher, 2000). In vergelijking met andere technieken ligt dit percentage voor wind en zonne-energie tussen de 20 en 35 procent.

#### 4.5.2. Dreiging van achterwaartse integratie

Vanuit het perspectief van de leverancier bestaat ook het risico dat er door afnemers besloten wordt om het product niet langer af te nemen maar het zelf te produceren. In het geval van de geothermische markt lijkt dat echter niet waarschijnlijk. De bouw van een geothermische centrale is een zeer kapitaalintensief project waar veel specifieke kennis voor nodig is. De investeringen die hiervoor nodig zijn brengen een dusdanig groot risico met zich mee dat het aantrekkelijker is om het ontwerp en de bouw van de centrale uit te besteden.

#### 4.5.3. Belang van het product

Het belang van het product hangt voor de afnemer samen met de vraag hoe noodzakelijk het af te nemen product is om tot een goed eindproduct te komen. Hoe afhankelijker de afnemer hiervan is, des te kleiner de onderhandelingsmacht van de afnemer is (Douma, 2004).

In het geval van de geothermische markt is voornamelijk de kwaliteit van groot belang voor de afnemer. De afnemer heeft er groot belang bij dat de centrale die uiteindelijk gebouwd wordt van hoge kwaliteit is en een zo hoog mogelijk rendement levert. Vanwege de omvang van een dergelijk project is het voor onmogelijk makkelijk over te stappen naar een andere leverancier. Dit verkleint de onderhandelingsmacht van de afnemer ten opzichte van de leverancier.

#### 4.5.4. Concentratiegraad

Daarnaast is ook concentratiegraad van de afnemers van belang. Dit houdt de verdeling van de markt en het aantal ondernemingen die actief zijn op de geothermische energiemarkt in. Een hoge concentratiegraad betekent doorgaans dat de afnemer een grotere onderhandelingsmacht heeft. Een lage concentratiegraad betekent het omgekeerde.

De concentratiegraad van de afnemers in de landen die in deel 4.2. zijn gedefinieerd, wordt in het onderstaande deel nader bepaald.

### Verenigde Staten

Onderneming	Aandeel naar productie
Calpine	44%
Caithness	16%
CalEnergy	16%
Ormat	13%
Overig	11%

Tabel 12 "Afnemers Amerikaanse markt (naar aandeel van capaciteit)"

De ondernemingen die actief zijn op de Amerikaanse geothermische energiemarkt, zijn alle Amerikaanse private ondernemingen.

De overheid komt in het spel bij het verlenen van toestemming voor het realiseren van een geothermische centrale. Het ontbreekt echter aan een eenduidige aanpak waardoor het mogelijk is dat aanvraagprocedures onnodig lang duren.

### Mexico

Onderneming	Aandeel naar productie
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	100%

Tabel 13 "Afnemers Mexicaanse markt (naar aandeel van capaciteit)"

Vrijwel de gehele geothermische energiemarkt wordt beheerd door het staatsbedrijf Comisión Federal de Electricidad (Comisión Federal de Electricidad, 2007).

### Filippijnen

Onderneming	Aandeel naar productie
Napocor	64%
Ormat	11%
Cal Energy	20%
Oxbow	2,5%
Marubeni	2,5%

Tabel 14 "Afnemers Filippijnse markt (naar aandeel van capaciteit)"

Bijna tweedederde van de beschikbare capaciteit in de Filippijnen wordt beheerd door het staats bedrijf Napocor. Het overige deel wordt beheerd door private ondernemingen.

Het initiatief voor de ontwikkeling van nieuwe geothermische centrale wordt grotendeels ook door de overheid genomen. De ontwikkeling wordt uitgevoerd door de *Philippine National Oil Corporation-Energy Development Corporation (PNOC-EDC)* (Country Analysis Briefs, 2006).



## Indonesië

Onderneming	Aandeel naar productie
Unocal	43%
Pertamina	19%
Amoseas	16%
Asia Power / Mandala	14%
Cal Energy	8%

Tabel 15 "Afnemers Indonesische markt (naar aandeel van capaciteit)"

Het staatsbedrijf Pertamina beheert 19% van de totale geothermische capaciteit in Indonesië. Het overige deel wordt door private ondernemingen operationeel gehouden.

De afgelopen jaren is het overheidsbeleid drastisch veranderd waardoor de energiemarkt veel toegankelijker is geworden. Daardoor is de groei van de afgelopen jaren vooral te danken aan projecten van private ondernemingen (Fauzi, Bahri, & Akuanbatin, 2000).

## Australië

Onderneming	Aandeel naar productie
Geodynamics	-
Eden Energy	-
Geothermal Resources	-
Granite Power	-
Green Rock Energy	-
KUTh Exploration	-
Osiris Energy	-
Pacific Hydro	-
Petratherm	-

Tabel 16 – "Afnemers Australische markt (naar aandeel van capaciteit)"

In Australië zijn momenteel tien private ondernemingen actief op de geothermische energiemarkt. Op het moment zijn er nog geen centrales operationeel in Australië, maar er zijn verschillende projecten in een gevorderd stadium.

De Australische overheid oefent invloed uit door het toewijzen van licenties die een onderneming het recht geven om een bepaalde locatie uit te baten. Deze licenties (*geothermal exploration licences*) worden verleend wanneer een onderneming heeft aangetoond over voldoende kapitaal te beschikken en voldoende kennis te beheersen om een dergelijk project te kunnen realiseren (Explore Australia Down Under, 2006).

## Nieuw Zeeland

Onderneming	Aandeel naar productie
Contact Energy	65%
Tuaropaki Power Company	21%
Mighty River Power	8%
Top Energy	2,5%
Norkse Skog Tasman	2%
Bay of Plenty Electricity	1,5%

Tabel 17 "Afnemers Nieuw Zeelandse markt (naar aandeel van capaciteit)"

De zeven locaties in Nieuw Zeeland waar een geothermische centrale in bedrijf is, worden beheerd door het staatsbedrijf Mighty Rivre Power en een vijftal private ondernemingen (Geothermal Energy and Electricity Generation , 2005).

## IJsland

Onderneming	Aandeel naar productie
Reykjavik Energy	49%
Sudurnes Regional Heating	36%
National Power Company (Landsvirkjun)	15%

Tabel 18 "Afnemers IJslandse markt (naar aandeel van capaciteit)"

De IJslandse geothermische energiemarkt wordt beheerd door het staatsbedrijf Landsvirkjun en twee private ondernemingen.

De overheid steunt dergelijke projecten door bijvoorbeeld leningen te verstrekken die omgezet kunnen worden in een gift wanneer de boorwerkzaamheden niet het gewenste resultaat opleveren (Geothermal Development and Research in Iceland, 2006).

Uit de bovenstaande uiteenzetting komt naar voren dat alle landen (met uitzondering van Australië) een hoge concentratiegraad kennen. Met name Mexico steekt hier met kop en schouders bovenuit aangezien daar slechts één onderneming het beheer van alle geothermische energiecentrales in handen heeft. Ook IJsland heeft te maken met een hoge concentratiegraad gezien het feit de markt door slechts drie ondernemingen beheerd wordt.

In deze landen zijn de omstandigheden dusdanig dat er relatief veel onderhandelingsmacht bij de afnemers ligt.

### 4.5.5. Conclusie

De onderhandelingsmacht die een afnemer op de geothermische energiemarkt kan uitoefenen is op de meeste punten vrij beperkt. De substitutiedreiging is vrij klein aangezien de keuze voor geothermische energie samenhangt met zeer specifieke eigenschappen van de locatie. De mogelijkheden tot achterwaartse integratie zijn ook gering aangezien dit een zeer kostbaar en tijdsintensief project is. Het afnemen van een dergelijke

centrale bij een andere partij is vele malen rendabeler. Daarnaast is de kwaliteit van het product van groot belang voor de afnemers.

Op het punt van de concentratiegraad ligt het anders. De concentratiegraad in de in deel 4.2. gedefinieerde landen is relatief hoog. Met name in IJsland en Mexico is de concentratiegraad dusdanig hoog dat er relatief veel onderhandelingsmacht bij de afnemers ligt. Het ligt daarom voor de hand om zich vooral te richten om te overige vijf landen: de Verenigde Staten, Indonesië, de Filippijnen, Nieuw Zeeland en Australië.

#### 4.6. Conclusie Vijf Krachtenmodel

Aan de hand van de uitkomst van het vijf krachtenmodel kan een beeld worden gecreëerd over de eigenschappen van de geothermische energiemarkt (Grant, 1995). De onderzoeksresultaten zijn weer gegeven in het onderstaande tabel.

---

##### Concurrenten

- Marktaandeel concurrenten	Toshiba	29%
	Finmeccania	23%
	Mitsubishi	19%
	Fuji	17%
	Ormat	9%
	Overig	3%
- Capaciteit Geothermische Energie	8912 MW (2005)	
- Percentage totale energieproductie	0,19% (2000)	
- Capaciteitsgroei per vijf jaar	11% (2005)	
- Toepassingstemperatuur <i>binary</i>	100 – 180 graden Celsius	
- Toepassingstemperatuur <i>flash</i>	180 – 250 graden Celsius	
- Toepassingstemperatuur <i>dry steam</i>	180 – 250 graden Celsius	

##### Potentiële Toetreders

- Patent bescherming	Laag
- Landen met gunstige omstandigheden	Australië Filippijnen IJsland Indonesië Mexico Nieuw Zeeland Verenigde Staten
- Ontwikkelingstijd geothermische centrale	5 tot 6 jaar
- Kosten kleine centrale (< 5 MW)	\$1800 – \$3000 (p/KW)
- Kosten grote centrale (> 30 MW)	\$1350 – \$2200 (p/KW)

##### Leveranciers

- Nieuw te ontwikkelend competenties	Downhole Pumps Steam Organic Vapor Turbine Wellhead Valves Brine Injection Compressors Koeltorens
--------------------------------------	--

---

-	Onderhandelingsmacht leveranciers	Laag	
<b>Substitutiedreiging</b>			
-	Kosten conventionele energievormen	Geothermische energie	2 – 10 US\$ cent / KWh
		Gas	3.1 US\$ cent / KWh
		Olie	4.3 US\$ cent / KWh
		Kolen	5.0 US\$ cent / KWh
		Nucleaire	3.8 US\$ cent / KWh
-	Investerings duurzame energie	17 miljard dollar per jaar (2002)	
-	Percentage duurzame energie capaciteit	4%	
-	Percentage totale investering energiemarkt	12%	
<b>Afneemers</b>			
-	Kosten Duurzame Energie	Geothermische Energie	2-10 US\$ cent / KWh
		Waterkracht	2-10 US\$ cent / KWh
		Biomassa	5-15 US\$ cent / KWh
		Wind	5-13 US\$ cent / KWh
		Zonnecellen	25-125 US\$ cent / KWh
		Zon-thermisch	12-18 US\$ cent / KWh
		Getijde energie	20-30 US\$ cent / KWh
-	Dreiging achterwaartse integratie	Laag	
-	Concentratiegraad	Hoog	

*Tabel 19 – “Overzicht resultaten vijf krachtenmodel”*

Uit de analyse blijkt een aantal positieve eigenschappen van de geothermische energiemarkt die als kansen aangemerkt kunnen worden.

Ten eerste is het aantal ondernemingen dat operationeel is in deze markt is vrij groot. Verreweg het grootste marktaandeel ligt echter bij een viertal ondernemingen waardoor de concurrentie niet zeer intensief is. Daardoor is er ruimte voor eventuele nieuwkomers.

Ten tweede heeft geothermische energie enkele voordelen ten opzichte van andere duurzame energiebronnen. De lange levensduur van de geothermische centrale en de continue werking verhoogt de aantrekkelijkheid om geothermische boven andere duurzame energiebronnen te verkiezen.

Ten derde zijn er in verschillende landen (met name in Australië, de Filippijnen, IJsland, Indonesië, Mexico, Nieuw Zeeland en in de Verenigde Staten) gunstige politieke en geografische omstandigheden waardoor het gebruik van geothermische energie in deze landen zeer aantrekkelijk wordt. Het grootste deel van de groei van de geothermische markt zal naar verwachting dan ook plaatsvinden in deze landen.

Ten vierde worden de substitutiemogelijkheden, de conventionele energiebronnen, steeds minder aantrekkelijk. Door de stijgende energieprijzen van conventionele energie kan duurzame energie steeds beter concurreren.

Ten vijfde stijgen de investeringen in duurzame energie aanzienlijk. Gezien de stijgende brandstofprijzen en sterke groei van duurzame energie is het aannemelijk dat de investeringen in de toekomst verder zullen toenemen.

Daarnaast zijn er ook aantal ontwikkelingen die bedreigingen kunnen vormen.

Ten eerste kent de implementatie van een geothermische centrale een aantal risico's. De ontwikkeling van een dergelijke centrale is een kostbare aangelegenheid en dus risicovol als er niet gegarandeerd kan worden dat de investeringen niet terugverdiend zullen worden. Dit kan potentiële klanten doen afhaken en besluiten te kiezen voor andere duurzame energiebronnen die een lager risico met zich meebrengen.

Ten tweede winnen andere vormen van duurzame energie het op het gebied van populariteit van geothermische energie. Voornamelijk wind- en zonne-energie maken een zeer sterke groei door en trekken veel investeerders aan.

In totaal kan er geconcludeerd worden dat in de toekomst voldoende kansen zijn in de geothermische energiemarkt. Door de stijgende brandstofprijzen wint de gehele duurzame energiemarkt aan populariteit waarvan de geothermische energiemarkt mee profiteert. De omstandigheden binnen de geothermische energiemarkt zijn daarnaast dusdanig van aard dat het voor nieuwe ondernemingen mogelijk is om mee te profiteren van deze groei.

Daarnaast zijn er in de eerder gedefinieerde landen (Australië, de Filipijnen, IJsland, Indonesië, Mexico, Nieuw Zeeland en in de Verenigde Staten) genoeg kansen en mogelijkheden om de risico's te ondervangen.

Nu het duidelijk is dat de geothermische energiemarkt voldoende kansen biedt en er bepaald is in welke gebieden deze kansen liggen, kan er worden gekeken naar een verdere benadering van de geothermische energiemarkt. In deel 5 zullen de uitkomsten van de technische analyse en de marktanalyse worden samengevoegd om een strategie te bepalen op welke wijze NEM het beste de geothermische energiemarkt kan benaderen. Hier zal in eerste instantie bepaald worden hoe NEM de geothermische markt in zijn geheel moet benaderen en ten apart voor de landen die slotte in de marktanalyse als kansrijk zijn gedefinieerd.

## 5. Strategiebepaling & Marktbenadering

### 5.1. Strategiebepaling

Met behulp van het *economic cost model* en het vijf krachtenmodel is er antwoord gegeven op de vraag welk techniek binnen de geothermische markt voor het NEM het best toepasbaar is en is de aantrekkelijkheid van de geothermische markt bepaald. In het volgende deel zal worden behandeld hoe een toetreding van NEM tot de geothermische energiemarkt het beste vormgegeven kan worden.

In eerste instantie dient bepaald te worden op welke wijze NEM de geothermische markt moet benaderen. Om hier een juiste invulling aan te geven zullen de groeistrategieën van Ansoff gebruikt worden. In dit model wordt aan de hand van de eigenschappen van het product en de markt bepaald welke strategie het beste toegepast kan worden bij de betreding van de markt (Ansoff, *Strategies for diversification*, 1957).

In de eerste plaats moet de afweging worden gemaakt of het voor NEM om een nieuw of een al bestaand product gaat. In de technische analyse is naar voren gekomen dat de *flash* technologie het meeste overeenkomt met de kennis van NEM. Echter, de overlap tussen de benodigde kennis voor de bouw van een flash centrale en de huidige kennis binnen NEM is beperkt en er moet nog veel kennis vergaard worden, wil NEM in staat zijn een dergelijk product op de markt te zetten. Gezien deze kenniskloof die nog overbrugd dient te worden kan er geconcludeerd worden dat vanuit het perspectief van NEM een geothermische flashcentrale als een nieuw product beschouwd kan worden.

Ten tweede moet er bepaald worden of de geothermische energiemarkt als nieuw of als bestaand beschouwd moet worden. Hoewel de geothermische energiemarkt al sinds het begin van 20<sup>e</sup> eeuw bestaat, staat deze in veel landen nog in de kinderschoenen. In veel landen is de levensvatbaarheid pas op relatief kort termijn aangetoond en zijn de ontwikkelingen nog in volle gang. Door deze recente ontwikkelingen in de geothermische energiemarkt en het feit dat NEM momenteel niet actief is op de geothermische energiemarkt, kan deze markt beschouwd worden als nieuwe markt.

	Bestaande Producten	Nieuwe Producten
Bestaande Markten	Marktpenetratie	Productontwikkeling
Nieuwe Markten	Marktontwikkeling	Diversificatie

Figuur 17 - "groeistrategieën van Ansoff"

Uit het model van Ansoff kan afgeleid worden dat diversificatie de beste manier is om de markt te benaderen. Dit houdt in dat NEM de meeste kans op slagen heeft door een uniek product te ontwikkelen waarmee het zich kan onderscheiden van de concurrenten. Een mogelijke toepassing van deze strategie is de optie voor NEM om het huidige productaanbod aan te passen zodat het ook toepasbaar is in de geothermische energiemarkt. Bijvoorbeeld door het leveren van afgassenketels die ook toepasbaar zijn in een geothermische energiecentrale om daarmee het rendement van de centrale te verhogen. Gezien het gemiddelde rendement van 23% van een *flash* centrale is hier op het eerste gezicht nog voldoende ruimte voor verbetering. Hierdoor blijft NEM actief op het gebied waar het ervaring mee heeft, maar kan het door het diversifiëren van de huidige producten een nieuwe markt benaderen.

Nu bepaald is op welke wijze de markt benaderd dient te worden kan er invulling aan deze benadering worden gegeven. Om deze invulling vorm te geven zal er gebruik worden gemaakt van de *Porters Generic Strategies* (Porter, 1980). (Figuur 18)

In dit model moet in de eerste plaats de afweging worden gemaakt op welke wijze er concurrentievoordeel kan worden behaald op de markt. Volgens Porter kan dit door te concurreren op prijs of door productontwikkeling. De mogelijkheid om in de geothermische energiemarkt te concurreren op prijs stuit op een aantal bezwaren. Ten eerste is uit het marktonderzoek gebleken dat de bouw van een geothermische centrale een kapitaalintensief project is. Daarbij zijn kosten moeilijk van te voren te ramen aangezien de prijs van een geothermische centrale zwaar wordt beïnvloed door de locatie. Ten tweede mist NEM een aantal competenties die nodig zijn bij de bouw van een dergelijke centrale. De directe concurrenten binnen de geothermische markt beheersen deze competenties wel en kunnen daardoor goedkoper produceren. Door de combinatie van deze punten is het voor NEM zeer onaantrekkelijk om op prijs te concurreren binnen de geothermische markt. Zoals uit de groeistrategieën van Ansoff naar voren is gekomen, is op het gebied van productontwikkeling voor NEM meer succes te behalen. Door de huidige productkennis toe te passen op de geothermische energiemarkt kan een eigen waarde worden toegevoegd waarmee NEM kan concurreren.

Op de tweede plaats dient in dit model van Porter de afweging gemaakt te worden of NEM zich moet richten op de gehele geothermische energiemarkt of slechts een niche van deze markt. Een niche kan in deze context gedefinieerd worden als een selecte afnemersgroep waaraan een specifiek product wordt geleverd. Zoals uit de technische analyse is gebleken, liggen de kansen van NEM voornamelijk op het gebied van geothermische *flash* centrales. Daarnaast is in het model van Ansoff naar voren gekomen dat NEM kan concurreren door zich te richten op een deel van de geothermische energiecentrale. Er is dus sprake van een duidelijke focus op een specifiek onderdeel van de geothermische energiemarkt. Daarnaast zijn er ook grote verschillen in de landen waar op dit moment geothermische energie wordt benut of de mogelijkheid wordt onderzocht. Door geografische en politieke omstandigheden zijn bepaalde landen aantrekkelijker dan andere. Een succesvolle toetreding tot de geothermische markt kan worden bespoedigd door niet de gehele markt te benaderen maar door te focussen op de landen waar al sprake is van een geothermische energiemarkt en die geografisch gezien ook een gunstige ligging hebben.

Target Scope	Advantage	
	Low Cost	Product Uniqueness
Broad (Industry Wide)	<b>Cost Leadership Strategy</b>	<b>Differentiation Strategy</b>
Narrow (Market Segment)	<b>Focus Strategy</b> (low cost) (differentiation)	

Figuur 18 - "Porters Generic Strategies" (Porter, 1980)

Aan de hand van Porters *Generic Strategies* model kan worden afgeleid dat de *focus strategy* de beste invulling geeft voor de benadering van de markt. Binnen deze strategie ligt de nadruk op het concurrentievoordeel door middel van productdifferentiatie. Dit houdt in dat NEM zich dient te richten op een afgebakend marktsegment in plaats van de markt in zijn geheel. In deel 4.5 zijn een vijftal landen naar voren gekomen waar de markt voor

geothermische energie zeer aantrekkelijk is. Een aansluitende strategie zou voor NEM zijn om een of meerdere van deze landen te benaderen als afzetmarkt in plaats van de gehele mondiale markt. Ook de focus op de ontwikkeling van een product voor een specifiek deel van een geothermische energiecentrale in plaats van een hele centrale, zoals aangegeven bij de uitwerking van het model van Ansoff, is een voorbeeld dat binnen deze strategie past.

## 5.2. Marktbenadering

Naast het bepalen van de strategie is het ook van belang om te bepalen op welke wijze de markt het beste benaderd kan worden. In de strategiebepaling in het voorgaande deel is naar voren gekomen dat NEM zich moet focussen op een niche van de geothermische energiemarkt. Deze niche is voornamelijk gericht op het deel van de *flash* centrale waar NEM de kennis al van in huis heeft. In de marktanalyse zijn een vijftal landen naar voren gekomen waar de ontwikkelingen op het gebied van geothermische energie zeer gunstig zijn en de *flash* techniek goed toepasbaar is. Deze landen vormen een uitstekend uitgangspunt om een toetreding van de geothermische markt te starten. Om te bepalen welke van deze landen het meest toegankelijk en dus het meest aantrekkelijk zijn, zal er gebruik worden gemaakt van het *decision making unit* model. In dit model moet duidelijk worden waar het initiatief ligt en wie er gedurende het beslissingsproces betrokken worden.

In tabel 20 en het onderstaande deel worden de rollen per land nader bepaald.

	Initiator	Beïnvloeder	Beslisser	Inkoper	Gebruiker
Verenigde Staten	Privaat	Overheid	Privaat	Ormat / Fuji / Mitsubishi / Toshiba	Calpine / Caithness / CalEnergy
Indonesië	Overheid / Privaat	Overheid	Overheid / Privaat	Fuji / Mitsubishi / Finmeccania	Unocal / Pertamina / Amoseas
Filippijnen	Overheid / Privaat	Overheid	Overheid / Privaat	Ormat / Fuji / Mitsubishi / Finmeccania / Toshiba	Napocor / Ormat / Cal Energy
Australië	Privaat	Overheid	Privaat	-	-
Nieuw Zeeland	Overheid / Privaat	Overheid	Overheid / Privaat	Ormat / Mitsubishi	Contact Energy / Tuaropaike Power / Mighty River Power

Tabel 20 – “Beslissingsproces binnen de kansrijke landen voor geothermische energie”

De initiatorrol is weggelegd voor de partij die met het initiatief komt een geothermische energiecentrale te ontwikkelen. In alle vijf de landen is te zien dat er private ondernemingen aanwezig zijn die het voortouw nemen in de ontwikkeling van deze centrales. In Nieuw Zeeland, Indonesië en de Filippijnen is het echter ook de overheid die met dergelijke initiatieven komt. In deze laatst genoemde landen zijn het ook consortiums van zowel private als publieke partijen die de ontwikkeling van een geothermische energiecentrale nastreven.

De meest opvallende overeenkomst tussen de verschillende landen is de invloed van de overheid. De keuze van een onderneming om een geothermische energiecentrale te ontwikkelen wordt constant op een aantal punten beïnvloed. Ten eerst geeft de overheid de doorslag door de beslissing te nemen om de benodigde vergunningen wel of niet te verlenen. Daarnaast is het ook de overheid die in de vijf landen een gunstig klimaat voor geothermische energie probeert te scheppen en daarmee de keuze tot de ontwikkeling van een geothermische energiecentrale positief tracht te beïnvloeden.



De beslissersrol is weggelegd voor de partij die in eerste instantie het initiatief heeft getoond om een geothermische energiecentrale te ontwikkelen.

De rol van de inkoper is voor de onderneming die de technologische kennis heeft en het ontwerp en de realisatie van de centrale op zich neemt. Deze ondernemingen zijn in deel 4.1 bepaald als de 5 grootste ondernemingen die actief zijn op de geothermische energiemarkt. Opvallend is dat in Nieuw Zeeland slecht twee van de ondernemingen actief zijn. In Australië zijn geen van de partijen actief aangezien in dit land nog geen centrales gerealiseerd zijn.

De uiteindelijke gebruikers zijn de in deel 4.5 bepaalde afnemers. In tabel 19 zijn de drie grootste afnemers opgenomen. Hierin is opvallend dat producenten Ormat en CallEnergy ook enkele centrales in beheer hebben. De Australische gebruikers zijn niet opgenomen aangezien geen van de partijen op het moment een centrale in beheer hebben.

Aan de hand van de bovenstaand beslissingsrollen is het mogelijk verder te kijken naar welke *entry modes* in de verschillende landen kunnen worden toegepast.

In de eerste plaats is het mogelijk om via direct investment een plaats in de markt in te nemen. Het meest voor de hand liggend voorbeeld van deze strategie is het direct overnemen van een onderneming die actief is op de betreffende markt. De relatief geringe omvang van NEM ten opzichte van de grote omvang van de voornaamste ondernemingen die actief zijn op de geothermische energiemarkt biedt echter geen gunstige uitgangspositie. Het overnemen van een kleinere onderneming kan wellicht de nodige kennis opleveren maar slechts een kleine positie op de markt.

De tweede strategie is het rechtstreeks exporteren van producten, een strategie die momenteel toegepast wordt door NEM en in principe een goede optie is voor de verschillende landen. Om het exporteren van producten goed te laten verlopen dient er goede coördinatie te zijn tussen de importeur, exporteur, transportonderneming en de overheid. Gezien de ervaring van NEM op het gebied van produceren en exporteren van producten in en naar het buitenland is deze strategie een goede optie. Het probleem is echter dat NEM nog relatief onbekend en onervaren is op de geothermische energiemarkt. Daardoor kan het moeilijk zijn om door te dringen tot de mogelijke afnemers.

De derde strategie die deels inspeelt op de problemen die bij de exportstrategie zijn beschreven is door een samenwerkingverband te sluiten in de vorm van bijvoorbeeld een joint venture strategie. Een voordeel van deze strategie is dat er een partner kan worden gezocht die NEM aanvult op het deel van de geothermische energiecentrale waar NEM geen kennis over bezit. Op deze wijze wordt de kenniskloof overbrugd en kan NEM de nodige ervaring opdoen in de geothermische energiemarkt. Daarom is een vorm van een joint venture preferabel boven het rechtstreeks exporteren van producten om op deze wijze voldoende ervaring en kennis op te doen.

Een voorwaarde van een succesvolle joint venture is dat de omvang van de ondernemingen niet teveel uit elkaar liggen en de partners dezelfde strategische doelen hebben. Gezien het aantal kleine private ondernemingen dat actief is in Australië en het feit dat de Australische markt pas net van de grond komt, lijkt het dat voornamelijk deze markt de ideale omstandigheden biedt om deze strategie tot uitvoering te brengen. Ook Nieuw Zeeland biedt een goed uitgangspunt door de relatief geringe aanwezigheid van de vijf grootste spelers.

De laatste strategie is om producten door de derde te laten toepassen doormiddel van licenties. Een dergelijke strategie is wellicht in de toekomst mogelijk wanneer NEM een positie heeft verworven door middel van een eigen product dat kan worden toegevoegd aan een geothermische energiecentrale. Momenteel ontbreekt het daar echter nog aan en is NEM toegewezen op de joint venture en exportstrategie.

## 6. Conclusie & Aanbevelingen

De vraag waarmee dit onderzoek is begonnen luidt enerzijds of de geothermische energiemarkt aantrekkelijk genoeg is om te betreden en anderzijds of het voor NEM op technisch vlak mogelijk is om de geothermische energiemarkt te betreden.

### 6.1. Conclusie

Markttechnisch gezien zijn de ontwikkelingen dusdanig dat een toetreding te rechtvaardigen is. In de afgelopen jaren heeft de geothermische energiemarkt een sterke absolute groei doorgemaakt en door de toenemende populariteit van duurzame energie en de stijgende prijzen voor conventionele energie is de verwachting dat deze groei in de toekomst verder zal doorzetten. Ook door nationaal en internationaal beleid wordt het gebruik van geothermische energie aangemoedigd wat de verwachting op een snelle groei verder doet toenemen. Daarnaast is de concurrentie binnen de geothermische energiemarkt dusdanig van aard dat er ruimte is voor nieuwe spelers.

Op technisch gebied is het duidelijk dat de kennis van NEM de meeste affiniteit heeft met de flash technologie. Deze techniek is breed toepasbaar en het gebruik van deze technologie zal naar verwachting de komende jaren nog verder toenemen. Daarnaast heeft NEM ook de kennis in huis om deze technologie door te ontwikkelen en te verbeteren. Hoewel de omstandigheden van de flash technologie gunstig zijn en deze technologie het dichtst bij NEM staat, zijn er nog veel competenties die ontwikkeld moeten worden voordat het voor NEM mogelijk is om een succesvol ontwerp van een gehele geothermische centrale te realiseren. Daarnaast blijft het ontwikkelen van een geothermische centrale een risicovol en omvangrijk project.

Samenvattend kan er gesteld worden dat de geothermische energiemarkt voldoende kansen biedt en NEM voldoende affiniteit met de technologie heeft om deze markt te betreden.

Zoals echter in de strategiebepaling is aangehaald, is het voor NEM van belang om zich te focussen op een niche in de geothermische markt. Hoewel NEM voldoende kennis heeft, is er nog steeds een kenniskloof te overbruggen voordat het bedrijf in staat is een gehele installatie te ontwerpen. Daarnaast is de ontwikkeling van een gehele geothermische centrale van dusdanige omvang dat dit een risico met zich brengt.

NEM zou er daarom verstandig aan doen om niet te kiezen voor het ontwerp van een gehele geothermische energiecentrale maar om zich te richten op het deel van de geothermische energiecentrale waar het op het moment al de kennis van in huis heeft en daar op kan door ontwikkelen. Op deze wijze is het voor NEM mogelijk om op korte termijn een markt met een groot toekomstperspectief te betreden en een uniek product te ontwikkelen op het gebied waar NEM nu actief is.

### 6.2. Toekomstvisie

Dit onderzoek heeft NEM antwoord gegeven op de vraag of de geothermische energiemarkt aantrekkelijk is en of NEM enige affiniteit heeft met de technologie die binnen deze markt wordt toegepast. Hoewel door middel van dit onderzoek deze vragen positief zijn beantwoord leidt het ook weer tot nieuwe vragen.

In de eerste plaats dient er in de toekomst verder gekeken te worden naar de technologie. In dit onderzoek is naar voren gekomen dat de huidige kennis van NEM kan worden toegepast in een geothermische flash centrale. Deze vergelijking heeft echter slechts aan het oppervlak plaatsgevonden. Een vervolgstudie gericht op de technische details van een geothermische energiecentrale dient verder uitsluitsel te geven over de exacte toepasbaarheid en op welke punten NEM echt verschil kan maken.

In de tweede plaats is het wenselijk details van een mogelijke partnership verder uit te diepen. Uit dit onderzoek is gebleken dat NEM de meeste kansen creëert door door middel van een joint venture de

geothermische energiemarkt te betreden. Een verder onderzoek zal echter uit moeten wijzen wat de geschikte kandidaten voor deze samenwerking zijn en aan welke criteria ze moet voldoen.

### 6.3. Aanbevelingen

- Om op korte termijn zoveel mogelijk kans te maken op de geothermische energiemarkt dient NEM zich te richten op Australië. De verwachting is dat op zeer korte termijn de geothermische energiemarkt in Australië fors zal groeien, en voor NEM gunstige omstandigheden biedt om daar marktactiviteiten te ontplooiën.
- Naast Australië kan NEM zich ook richten op de volgende landen: Verenigde Staten, Indonesië, Filippijnen en Nieuw Zeeland. Alhoewel minder gunstig dan de omstandigheden in Australië bieden ook deze landen een goed uitgangspunt. Nieuw Zeeland komt daarbij op een goede tweede plaats door de relatief kleine aanwezigheid van de directe concurrenten.
- De voornaamste strategie die toegepast kan worden om de activiteiten op de geothermische energiemarkt te ontplooiën is door een joint venture te vormen met een onderneming die eveneens actief is op de geothermische energiemarkt.
- Om te inventariseren welke mogelijke partners er zijn voor een joint venture zal een vervolgstudie nodig zijn. Daarin zal ook duidelijk moeten worden aan welke criteria deze partners moeten voldoen.
- NEM vertoont de meeste affiniteit met de *flash* technologie en dient zich daarom te concentreren op deze technologie in de geothermische energiemarkt.
- Om een positie in de markt te vergaren en zich te onderscheiden van de concurrenten dient NEM zich te concentreren op het doorontwikkelen van de huidige producten en deze toepasbaar te maken voor de geothermische energiemarkt. Een mogelijke richting waar NEM een sterke positie in kan veroveren is het ontwerpen van producten waarmee het rendement van een *flash* centrale verhoogd kan worden.
- Een vervolgonderzoek moet concreet ingaan op de techniek die wordt toegepast in een geothermische *flash* centrale en in detail weergeven hoe de producten van NEM hier op kunnen worden toegepast en welke aanpassingen hiervoor gemaakt dienen te worden.

## Bibliografie

Opgeroepen in oktober 2007, van Company Consulting Nederland:

<http://www.companyconsulting.nl/00000195ab0db701c/00000195ab0dc662b/index.html>

Opgeroepen in november 2007, van Greenjobs:

[http://www.greenjobs.com/Public/info/industry\\_background.aspx?id=11](http://www.greenjobs.com/Public/info/industry_background.aspx?id=11)

Opgeroepen in november 2007, van U.S. Geothermal: <http://www.usgeothermal.com/faq.aspx>

Opgeroepen in november 2007, van European Geothermal Energy Council: [http://www.geothermie.de/egec-geothernet/performance\\_indicators\\_for\\_geoth.htm](http://www.geothermie.de/egec-geothernet/performance_indicators_for_geoth.htm)

Opgeroepen in oktober 2007, van European Geothermal Energy Council:

[http://www.geothermie.de/wa/31\\_hightemperature\\_fields.htm](http://www.geothermie.de/wa/31_hightemperature_fields.htm) (1994)

Opgeroepen in november 2007, van Global Renewable Energy Potential: [http://www.iset.uni-](http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/foalien/magdeb030901/)

[kassel.de/abt/w3-w/foalien/magdeb030901/](http://www.iset.uni-kassel.de/abt/w3-w/foalien/magdeb030901/) (2001)

Opgeroepen in oktober 2007, van [www.crest.org](http://www.crest.org):

[http://www.crest.org/geothermal/geothermal\\_brief\\_policy.html](http://www.crest.org/geothermal/geothermal_brief_policy.html) (2003)

Opgeroepen in oktober 2007, van Ministry of Economic Development:

[http://www.med.govt.nz/templates/MultipageDocumentPage\\_13195.aspx](http://www.med.govt.nz/templates/MultipageDocumentPage_13195.aspx) (2003)

Opgeroepen in oktober 2007, van [www.crest.org](http://www.crest.org):

[http://www.crest.org/geothermal/geothermal\\_brief\\_economics.html](http://www.crest.org/geothermal/geothermal_brief_economics.html) (2003)

Opgeroepen in oktober 2007, van Energy Information Administration: <http://www.eia.doe.gov/iea/elec.html> (2005)

Opgeroepen in december 2007, van Country Analysis Briefs:

<http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/Philippines/Full.html> (2006, november)

Opgeroepen in oktober 2007, van International Geothermal Association :

<http://iga.igg.cnr.it/geoworld/geoworld.php?sub=elgen> (2007)

Opgeroepen in december 2007, van Comisión Federal de Electricidad:

<http://www.cfe.gob.mx/en/LaEmpresa/generacionelectricidad/> (2007, september)

Ansoff, H. (1973). *Ondernemingsstrategie*. Alphen aan den Rijn - Brussel: Samsom Uitgeverij.

Ansoff, H. (1957). *Strategies for diversification*. Boston: Harvard Business Review.

Bassfeld Technology Transfer. (2007). Geothermal Power Generation. *Bassfeld Technology Transfer* .

CBS. (2006). Opgeroepen in oktober 2007, van <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-publicaties/artikelen/archief/2006/2006-2050-wm.htm>

Chandrasekharam, D. (2000). Geothermal Energy Resources of India. Bombay.

Cooper, R., & Kleinschmidt, E. (1987). New Products: What separates winners from losers?

- Daems, H., & Douma, S. (1989). *Concurrentiestrategie en Concernstrategie*. Deventer: Kluwer Bedrijfswetenschappen.
- DiPippo, R. (1999). *Small Geothermal Power Plants: Design, Performance and Economics*.
- Douma, S. (2004). *Ondernemingsstrategie*. Wolters-Noordhoff.
- Economy of Geothermal Generation*. (1997). Opgeroepen in oktober 2007, van European Geothermal Energy Council: [http://www.geothermie.de/egec-geothernet/economics\\_of\\_geothermal\\_electric.htm#\\_Toc423920716](http://www.geothermie.de/egec-geothernet/economics_of_geothermal_electric.htm#_Toc423920716)
- Espacenet*. Opgeroepen in oktober 2007, van European Patent Office: <http://v3.espacenet.com>
- European Geothermal Energy Council*. (2000). Opgeroepen in oktober 2007, van [http://www.geothermie.de/egec-geothernet/geothermal\\_operators\\_2000.htm](http://www.geothermie.de/egec-geothernet/geothermal_operators_2000.htm)
- Explore Australia Down Under*. (2006). Opgeroepen in december 2007, van Petroleum Exploration Society of Australia: [http://www.pesa.com.au/publications/pesa\\_news/oct\\_06/govtsupp/govsupp\\_3.htm](http://www.pesa.com.au/publications/pesa_news/oct_06/govtsupp/govsupp_3.htm)
- Fauzi, A., Bahri, S., & Akuanbatin, H. (2000). *Geothermal development in indonesia: an overview of industry status and future growth*. Tohoku, Japan: Proceedings World Geothermal Congress.
- Financial Issues and Competitiveness of Geothermal Energy Utilisation*. (1997). Opgeroepen in oktober 2007, van [http://www.geothermie.de/egec-geothernet/financial\\_issues\\_.htm](http://www.geothermie.de/egec-geothernet/financial_issues_.htm)
- Five Competitive Forces (porter)*. (sd). Opgeroepen in september 17, 2007, van 12 Manage: [http://www.12manage.com/methods\\_porter\\_five\\_forces.html](http://www.12manage.com/methods_porter_five_forces.html)
- Fridleifsson, I. (2001). Renewable & sustainable nergy reviews 5. *Geothermal energy for the benefit of the people* , 299-312.
- Fridleifsson, I. (2003). *Status of Geothermal Energy Amongst the World's Energy Sources*. Reykjavik: United Nations University.
- Gawell, K., & Greenberg, G. (2007). *2007 Interim Report, Update on World Geothermal Development*.
- Geothermal Background Paper*. (sd). Opgeroepen in oktober 2007, van Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources: [www.industry.gov.au/assets/dcuments/itrinternet/geothermal.pdf](http://www.industry.gov.au/assets/dcuments/itrinternet/geothermal.pdf)
- (2006). *Geothermal Development and Research in Iceland*. Reykjavik: Ministries of Industry and Commerce.
- Geothermal Energy and Electricity Generation* . (2005). Opgeroepen in december 2007, van New Zealand - Geothermal Association: [http://www.nzgeothermal.org.nz/geothermal\\_energy/electricity\\_generation.asp](http://www.nzgeothermal.org.nz/geothermal_energy/electricity_generation.asp)
- Grant, R. M. (1995). *Contemporary Strategy Analysis*. Cambridge: Blackwell Publisers.
- Gunerham, G., & Coury, G. (2000, Mei 28). Ustream Reboilers Design and Testing for Removal of Noncondensable Gases From Geothermal Steam at Kizildere Geothermal Powerplant. *Procedings World Geothermal Congress* , pp. 3173-3178.
- Hance, C. (2005). *Factors affecting the cost of geothermal power development*. Washington: Geothermal Energy Association.
- Huttrer, G. (2001). The status of world geothermal power generation 1995-2000. *Elsevier* , 1-27.

- IEA Geothermal Annual Report*. (2004). Opgeroepen in oktober 2007, van IEA Geothermal Energy: <http://www.iea-gia.org>
- Indonesia's Geothermal Development*. (2002). Opgeroepen in oktober 2007, van Embassy of the United States of America (Jakarta Indonesia): <http://jakarta.usembassy.gov/econ/geothermal.html>
- Kryzanowski, T. (2006). *Going Geothermal*. Opgeroepen in oktober 2007, van [www.altenerG.com](http://www.altenerG.com).
- Kutscher, C. F. (2000). *The Status and Future of Geothermal Electric Power*. Opgeroepen in oktober 2007, van National Renewable Energy Laboratory: [www.nrel.gov/docs/fly00osti/28204.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fly00osti/28204.pdf)
- Lund, J. W. (1999). Opgeroepen in oktober 2007, van European Geothermal Energy Council: [http://www.geothermie.de/egec-geothernet/Lund/wsoge\\_index.htm](http://www.geothermie.de/egec-geothernet/Lund/wsoge_index.htm)
- Martinot, E. (2004). *Global Renewable Energy Markets and Policies*. College Park: University of Maryland.
- Martinot, E. (2005, november 2). *Global revolution*. Opgeroepen in december 2007, van Earthscan: <http://www.earthscan.co.uk/news/article/mps/uan/508/v/3/sp/>
- Overview of Geothermal Technologies*. (1997). Opgeroepen in oktober 2007, van U.S. Department of Energy: [www1.eere.energy.gov/ba/pdfs/geo\\_overview.pdf](http://www1.eere.energy.gov/ba/pdfs/geo_overview.pdf)
- Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York: Simon & Schuster.
- Prairie, M. R., & Glowka, D. A. (2000). Diagnostics-While-Drilling: Reducing the Cost of Geothermal-Produced Electricity. *Proceedings World Geothermal Congress*, 2393-2397.
- (2006). *Renewable Energy Country Attractiveness Indices*. Ernst & Young.
- Renewable Energy Policy Project*. (2003). Opgeroepen op Oktober 2007, van [http://www.crest.org/geothermal/geothermal\\_brief\\_power\\_technologyandgeneration.html](http://www.crest.org/geothermal/geothermal_brief_power_technologyandgeneration.html)
- (2003). *Renewables for Power Generation*. International Energy Agency.
- Shibaki, M. (2003). *Geothermal Energy for Electric Power*. Washington: Renewable Energy Policy Project.
- Sison-Lebrilla, E. (2005, juli 1). Geothermal Strategic Value Analysis. Verenigde Staten.
- Statement of Howard Gruenspecht Deputy Administrator Energy Information*. (2005, Mei 24). Opgeroepen in oktober 2007, van Geothermal-Biz.com: <http://www.geothermal-biz.com>
- Steenblik, R. (2006). *Liberalisation of Trade in Renewable Energy and Associated Technologies: Biodiesel, Solar Thermal and Geothermal Energy*.
- The economical aspects of geothermal development*. (1999). Opgeroepen in oktober 2007, van [http://www.geothermie.de/egec-geothernet/economic/economic\\_aspects\\_of\\_geothermal\\_d\\_links.htm](http://www.geothermie.de/egec-geothernet/economic/economic_aspects_of_geothermal_d_links.htm)
- Thompson, & Strickland. (1981). *Strategic Management*. McGraw Hill.