

---

## Woord vooraf

Voor het behalen van mijn masterdiploma in de Toegepaste Economische Wetenschappen (optie Beleidsmanagement) koos ik ervoor om onderzoek te doen naar de fyto-remediatiemarkt.

Een zeer leerzame periode is het geweest vanaf het moment dat dit onderwerp mij werd toegewezen totdat de thesis werd afgerond. Graag dank ik bij deze dan ook de personen die mij geholpen hebben dit eindresultaat te bekomen.

Mijn grootste dank gaat uit naar mijn promotor, mevrouw Nele Witters. Zij maakte me in het begin van het masterjaar wegwijs in de toen nog onbekende wereld van fyto-remediatie en hielp me doorheen het onderzoek de juiste richting te behouden.

Daarnaast dank ik de heer Sebastien Lizin, medewerker van het Centrum voor Milieukunde aan de Universiteit Hasselt, bij wie ik terecht kon voor vragen omtrent de toegepaste methodologie. Ik beschouwde hem doorheen het onderzoek als mijn officieuze co-promotor.

Tenslotte wil ik graag mijn familie bedanken die een belangrijke steun waren gedurende de moeilijkere periodes, en mijn vrienden die ik verschillende malen heb moeten teleurstellen.

Elhousain Farah  
juni 2014

---

# Samenvatting

Europa telt mogelijk 2,5 miljoen verontreinigde sites, waarvan er 340.000 verwacht worden gesaneerd te worden als gevolg van verschillende activiteiten uit de industrie en het overmatig gebruik van pesticiden in de landbouw (Van Liederkerke, Prokop, Rabl-Berger, Kibblewhite, & Louwagie, 2014). Conventionele methodes om bodems en grondwater te saneren, zoals het afgraven van de bodem en oppompen van grondwater, hebben naast een hogere kostprijs ook een negatieve impact op het bodemecosysteem. Een innovatieve bodemsaneringmethode waarin de laatste decennia steeds meer onderzoek naar wordt verricht, is fyto-remediatie. Vangronsveld et al. (2009) beschrijft deze saneringmethode als *"The use of plants and associated microorganisms to remove, contain, inactivate or degrade harmful environmental contaminants..."*

De thesis kadert in het Europees GREENLAND-project waarin verschillende organisaties samenwerken met als doel de implementatie van fyto-remediatie in de bodemsaneringmarkt. Ondanks het feit dat er in wetenschappelijke journals reeds veel geschreven is over fyto-remediatie, wordt deze op een zéér laag niveau toegepast. Aan de hand van een patentanalyse, patenten bevatten immers nuttige informatie, worden in deze thesis verschillende perspectieven van het onderzoek naar fyto-remediatie bestudeerd. Moguee (1991) stelt dat een patentanalyse o.a. toegepast wordt om inzicht te krijgen in de evolutie doorheen de tijd, de spelers binnen een markt (geografisch en organisatorisch) en de ontwikkeling van de technologie. Op basis van deze aspecten wordt inzicht verkregen in de aanbodmarkt, oftewel de spelers binnen de fyto-remediatiemarkt, en worden beleidsaanbevelingen beschreven ter ondersteuning van de implementatie van fyto-remediatie in de markt. De patenten omtrent fyto-remediatie zijn afkomstig van ESPACENET, een online patentdatabank opgericht door het *European Patent Office*. Deze bevat 80 miljoen patenten die vanuit alle werelddelen werden aangevraagd. Door verschillende aan fyto-remediatiegerelateerde trefwoorden, zoals begrippen, namen van organisaties, wetenschappers en IPC-classificatiecodes<sup>1</sup>, in te geven, werden uiteindelijk ruim 4000 patenten verzameld.

Een eerste bevinding is dat het onderzoek al sinds de jaren '80 bezig is en dat tot de dag vandaag het einde ervan nog niet in zicht is. Aan de hand van het aantal patenten kan geconcludeerd worden dat na de millenniumwijziging het onderzoek een boost kreeg en in 2013 piekte. Specifiek is deze evolutie merkbaar bij Aziatische organisaties met landen als Japan, China en Korea als uitschieters. Het merendeel van de ontwikkeling van deze saneringmethode gebeurt vandaag de dag in Japan, China en Korea. Onderzoek naar fyto-remediatie bij Europese en Amerikaanse organisaties daarentegen kent een evenwichtig verloop doorheen de jaren, maar het aantal patenten ligt in deze werelddelen een stuk lager.

---

<sup>1</sup> *International Patent Classification* is een classificatiemethode die door de *World Intellectual Property Organization* in het leven is geroepen om een wereldwijd systeem van patenten op een uniforme manier te ordenen.

Van over heel de wereld wordt er onderzoek verricht naar fytoremediatie. De landen van waaruit de meeste patenten zijn aangevraagd zijn op volgorde: Japan, de Verenigde Staten en China. De organisaties uit deze landen staan in het onderzoek verder dan Europese organisaties. Aan de hand van de patenten uit 2014 is het duidelijk dat Europese organisaties nog niet aan een inhaalbeweging bezig zijn. Aangezien organisaties uit verschillende werelddelen al jarenlang onderzoek voeren, bestaat het gevaar dat er dubbelwerk wordt verricht. Een eerste beleidsaanbeveling is dus dat informatie die door verschillende organisaties ontwikkeld werd te verzamelen en efficiënt te ordenen. Een beleidsaanbeveling op dit vlak is dat er vanuit Europa een soepeler patentregime wordt uitgewerkt voor groene technologieën, aangezien de patentsystemen in landen als China en Japan gunstiger zijn ten opzichte van de Europese systemen.

Er zijn verschillende soorten organisaties bezig met de ontwikkeling van fytoremediatie, zoals industriële bedrijven, ondernemingen uit de chemische sector en onderzoeksinstituten. Uit de analyses blijkt dat in de Aziatische landen meer sprake is van onderzoeksinstituten die onderzoek doen naar fytoremediatie. Dit aandeel ligt in de Verenigde Staten lager, gevolgd door Europa. Dit kan verklaard worden doordat bijvoorbeeld de Chinese overheid een grote financieringsbron is voor het onderzoek naar fytoremediatie (Willey, 2007). Het is dus van belang dat overheden investeren in het onderzoek. Op basis hiervan moeten eerst beleidsmakers overtuigd worden van de voordelen van deze techniek.

Fytoremediatie heeft zich door jarenlang onderzoek op technologisch vlak ontwikkeld. De eerste fase van onderzoeken (1980-2000) waren vooral gericht op welke manier vervuilende stoffen omgezet kunnen worden in minder vervuilende deeltjes met behulp van micro-organismen. Tussentijds werd, en wordt nog steeds, onderzoek gedaan naar de toepassing hiervan op verontreinigde bodems en de combinaties van micro-organismen en planten. Verder is er sinds 2012 vanuit Azië, vooral uit Japan, verhoogde aandacht van wetenschappers voor fytoremediatie op met radioactiviteitvervuilde sites, hetgeen niet verbaast gezien de recente problemen met de kerncentrale van Fukushima in Japan.

Uit dit onderzoek kan dus geconcludeerd worden dat fytoremediatie een verhoogde aandacht heeft gekregen van bedrijven en onderzoeksinstituten. Verschillende domeinen van de technologie worden uitgewerkt en ontwikkeld, hetgeen de implementatie in de markt zal versnellen. De thesis geeft aan dat het aandeel van Europese landen in dit onderzoek lager ligt dan de Aziatische landen, Japan en China, en de Verenigde Staten. In dit opzicht worden verscheidene beleidsaanbevelingen geformuleerd ter ondersteuning van het onderzoek naar fytoremediatie en de implementatie van fytoremediatie in de markt.

---

# Inhoudsopgave

<b>Woord vooraf</b> .....	
<b>Samenvatting</b> .....	
<b>Inhoudsopgave</b> .....	
<b>1 DEEL 1 Onderzoeksopzet</b> .....	<b>1</b>
1.1 Praktijkprobleem .....	1
1.1.1 Inleiding.....	1
1.2 Probleemdefinitie .....	2
<b>2 Centrale onderzoeksvraag en deelvragen</b> .....	<b>5</b>
2.1 Centrale onderzoeksvraag.....	5
2.2 Deelvragen .....	6
2.2.1 In welke mate evolueerde het onderzoek naar fyto-remediatie zich tot het heden?.....	6
2.2.2 Hoe ontwikkelde de technologie van fyto-remediatie zich op organisatorisch en geografisch vlak? .....	7
2.2.3 Hoe evolueerde fyto-remediatie op technologisch perspectief? .....	8
<b>3 Deel 2: Onderzoeksmethode</b> .....	<b>9</b>
3.1 Wat is een patent? .....	9
3.2 Wat is een patentanalyse? .....	11
3.3 Het waarom van een patentanalyse.....	12
3.4 Oorzaken van een vertekend beeld van de resultaten.....	12
<b>4 DEEL 3: Resultaten</b> .....	<b>15</b>
4.1 Opstellen database.....	15
4.1.1 Concrete aanpak .....	15
4.1.2 Trefwoorden.....	15
<b>5 Evolutie in tijd</b> .....	<b>21</b>
5.1 Wereldwijd.....	21
5.2 Evolutie per werelddeel .....	22
<b>6 Geografisch perspectief</b> .....	<b>25</b>
6.1 Geografische situering .....	25
6.1.1 Aantal patenten per capita.....	26
6.1.2 Aantal patenten per \$ bruto binnenlands product .....	28
6.2 Top 10 organisaties.....	28
<b>7 Organisatorisch perspectief</b> .....	<b>31</b>
7.1 Wereldwijd.....	31
7.2 Regio.....	33
<b>8 Technologisch perspectief</b> .....	<b>37</b>
8.1 Algemeen .....	38
8.1.1 A Human necessities.....	39
8.1.2 B Performing Operations; transporting .....	41
8.1.3 C Chemistry; metallurgy.....	45
8.1.4 G Physics.....	46

8.2	Recente ontwikkelingen.....	48
<b>9</b>	<b>DEEL 4: Besluit .....</b>	<b>53</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>62</b>	

## **LIJST VAN FIGUREN**

- Figuur 1: Evolutie wereldwijd
- Figuur 2: Evolutie Amerika
- Figuur 3: Evolutie Europa
- Figuur 4: Evolutie Azië
- Figuur 5: Afkomst van aanvragers
- Figuur 6: Het aantal patenten per land
- Figuur 7: Afkomst van de patenten die werden aangevraagd door de top 10 aanvragers
- Figuur 8: Aandeel van de soorten organisaties in de database
- Figuur 9: Afkomst van de onderzoeksinstituten op continentaal niveau
- Figuur 10: Afkomst van de samenwerkingen tussen onderzoeksinstituut en private onderneming
- Figuur 11: Aandeel van de soorten organisaties per werelddeel
- Figuur 12: Aandeel van de onderzoeksinstituten per Aziatisch land
- Figuur 13: Aandeel van de onderzoeksinstituten per Europees land
- Figuur 14: Aandeel van de onderzoeksinstituten per Amerikaans land
- Figuur 15: Verhouding tussen het aantal onderzoeksinstituten en het aantal patenten per land
- Figuur 16: Het aantal patenten per hoofddomein
- Figuur 17: Het aantal patenten per IPC-code uit het A-domein
- Figuur 18: Evolutie A62D3/00
- Figuur 19: Evolutie A62D3/02
- Figuur 20: Het aantal patenten per IPC-code uit het B-domein
- Figuur 21: Evolutie B09C1/00
- Figuur 22: Evolutie B09C1/02
- Figuur 23: Evolutie B09C1/06
- Figuur 24: Evolutie B09C1/08
- Figuur 25: Evolutie B09C1/10
- Figuur 26: Evolutie B09B3/00
- Figuur 27: Het aantal patenten per IPC-code uit het C-domein
- Figuur 28: Evolutie C12N1/20
- Figuur 29: Het aantal patenten per IPC-code uit het G-domein
- Figuur 30: Evolutie G21F9/28
- Figuur 31: Evolutie top IPC-codes van 2002 tot april 2014
- Figuur 32: Aantal patenten per top IPC-code in de periode 2011 tot april 2014
- Figuur 33: S-curve, oftewel de leercurve van een technologie
- Figuur 34: Aantal patenten/capita op continentaal niveau
- Figuur 35: Aantal patenten/capita op nationaal niveau voor de toplanden
- Figuur 36: Aantal patenten/BBP op continentaal niveau
- Figuur 37: Aantal patenten/BBP op nationaal niveau voor de toplanden

## **LIJST VAN TABELLEN**

- Tabel 1: Landen met de meeste patentdocumenten
- Tabel 2: De hoofddomeinen van het internationale classificatiesysteem

# 1 DEEL 1 Onderzoeksopzet

## 1.1 Praktijkprobleem

### 1.1.1 Inleiding

Ondernemingen produceren opdat consumenten kunnen genieten van allerlei producten. Maar de productie en van deze producten kan gepaard gaan met negatieve gevolgen voor het milieu. De activiteiten van verschillende sectoren, zoals lekkages bij tankstations en het overmatig gebruik van pesticiden in de landbouw, zorgen voor bodem- en grondwatervervuiling. Vervuiling leidt tot schade aan bodemstructuren met als gevolg dat ook andere milieuelementen en ecosystemen schade oplopen. In Europa zijn bodems vervuild als het gevolg van een niet-duurzaam beleid omtrent bodemkwaliteit sinds de industriële revoluties (Van-Camp et al., 2004).

Ons voedsel, grondwater en ruwe materialen zijn afkomstig van bodems, maar toch beschadigen menselijke gedragingen deze voor de mens, fauna en flora belangrijke bodems. Leopold (1924, in Jones et al., 2012) beschrijft het belang van zuivere bodems als volgt: "*All natural resources ... are soil or derivatives of soil. Farms, ranges crops and livestock forests, irrigation water and even water power resolve themselves into questions of soil. Soil is therefore the basic natural resource.*"

Gelukkig bestaan er allerlei methodes om vervuilde bodems te zuiveren. Maar tal van bestaande saneringmethodes, zoals opgraving en pompinstallaties, zijn in werkelijkheid moeilijk uitvoerbaar, kosten een fortuin en hebben bovendien een afbrekende werking op het ecosysteem. Een methode waarbij deze negatieve effecten gereduceerd worden, is fyto-remediatie. In eenvoudige taal gedefinieerd, betekent fyto-remediatie het gebruik van planten voor het saneren van vervuilde bodems en vervuild water (Vangronsveld et al., 2009). Deze *in situ* remediatie,<sup>2</sup> hetgeen fyto-remediatie is, wordt toegepast met behulp van allerlei biologische processen en fysische eigenschappen van planten.

Er bestaan verschillende soorten fyto-remediatiemethoden die al dan niet gecombineerd kunnen worden. Een eerste methode is *fyto-degradatie*. Deze houdt in dat organische vervuilers afgebroken worden door planten met behulp van bepaalde bacteriën. In het geval van *fyto-extractie* worden de vervuilende deeltjes geconcentreerd in de oogstbare gedeeltes van een plant. Een andere fyto-remediatiemethode is *fyto-stabilisatie*. Deze manier van bodemsanering kent niet echt een zuivering van de verontreinigde grond, maar de vervuilende elementen worden wel geïnactiveerd, waardoor het beplanten van de grond weer mogelijk wordt (Vangronsveld et al., 2009).

---

<sup>2</sup> Fyto-remediatie is een *in situ* remediatiemethode, omdat de sanering van de vervuilde bodem ter plaatse op de vervuilde site gebeurt.

Men spreekt verder van *fytovolatilisatie*, oftewel de fyto-remediatiemethode waarbij planten de verontreiniging uit de bodem of het grondwater opnemen en transfereren naar de atmosfeer (Pivetz, 2001), en *fytotransformatie*, als na opname van de vervuilende deeltjes door planten de schadelijke stoffen worden omgezet tot niet-schadelijke deeltjes.

Watanabe (1997) stelt dat het niet geweten is welke proportie fyto-remediatie in de toekomst zal aannemen in de saneringmarkt. Deze hangt volgens hem af van het kostenaspect van deze saneringmethode. Fyto-remediatie is in dit opzicht gunstiger dan de conventionele methodes. Glass (1998, in Environmental Protection Agency, 2000) beweert namelijk dat de totale kosten voor fyto-remediatie 50 tot 80% lager liggen dan bij toepassing van alternatieve methoden. Het feit dat fyto-remediatie kosteneffectiever is dan de bestaande alternatieven wordt ook bevestigd door Schnoor (1997).

Vooraleer de keuze valt op een saneringmethode, dienen de voor- en nadelen van elke methode bestudeerd worden. Ondanks de kosteneffectiviteit moet in het geval van fyto-remediatie rekening gehouden worden met het grote nadeel van de technologie, namelijk de langere remediatieperiode.

Watanabe (1997) beweert dat de maatschappelijke acceptatie voor groene sanering zal gebeuren als mensen inzien dat de methode effectief is. Burt Ensley, ex-CEO van Phytotech, een Amerikaans fyto-remediatiebedrijf, beweert dat dit een langdurig proces is en niet een verandering op korte termijn. Vandaag wordt fyto-remediatie maatschappelijk wel steeds meer geaccepteerd (Schnoor, 1997).

De thesis kadert in het project *Gentle remediation of trace element contaminated land – GREENLAND*. Dit is een Europees project dat als doel heeft dat op plantengebaseerde remediatie meer toegepast wordt om vervuilde bodems te saneren ([greenland-project.eu](http://greenland-project.eu)). Partners van het project zijn de Universiteit Hasselt (Centrum voor Milieukunde), 5 andere Europese universiteiten, 7 wetenschappelijke onderzoeksinstituten, 3 bedrijven en één overheidsinstantie. Deze werken voor een periode van vier jaar samen met als doel de verder uitwerking van fyto-remediatie voor de implementatie in de markt.

## **1.2 Probleemdefinitie**

Verskillende bodemsaneringmethodes, zoals het oppompen van vervuild grondwater of het afgraven en het wassen van bodems, zijn zeer duur en bekomen niet altijd de gewenste effecten. Ondanks het feit dat fyto-remediatie vaak kosteneffectiever is, wordt het amper toegepast. Het is bekend dat Europa een grote achterstand kent betreffende de toepassing van de technologie (Marmiroli et al., 2006). In landen als de Verenigde Staten en Canada werden reeds bedrijven opgestart die deze vorm van sanering aanbieden (Van der Lelie et al., 2001, in Marmiroli, Marmiroli, & Maestri, 2006).



De laatste decennia is er veel onderzoek gedaan naar de technologie, maar er is momenteel niet echt geweten hoe ver de technologie staat in haar ontwikkeling en over de toekomstige fyto-remediatiemarkt. Met deze thesis wordt inzicht verschaft over de aanbodzijde van de fyto-remediatiemarkt, dewelke nuttig is voor alle organisaties die onderzoek doen naar de technologie van fyto-remediatie.

Deze thesis is relevant voor het Centrum voor Milieukunde van de Universiteit Hasselt en soortgelijke onderzoeksinstituten die onderzoek doen naar fyto-remediatie op vervuilde bodems. Zij komen te weten waar de huidige spelers zich bevinden, welke soort organisaties dit zijn en met welke aspecten van de technologie ze zich in verdiepen. Het CMK speelt namelijk in Europa een voortrekkersrol wat betreft het onderzoek naar fyto-remediatie. Het CMK is actief bezig met fyto-remediatie en verricht(te) in hiervoor in naam van de Universiteit Hasselt ook al toegepast onderzoek (Guisson & Van Dael, 2013). De thesis is relevant in het kader van het *GREENLAND-project* voor het bekomen van nieuwe economische inzichten voor de implementatie van fyto-remediatie in de saneringmarkt. Verschillende auteurs beweerden immers dat verder onderzoek omtrent fyto-remediatie nodig is om:

- door middel van veldstudies (Pivetz, 2001) inzichten te verkrijgen omtrent de biologische aspecten (planten, micro-organismen, vervuilende deeltjes) van de techniek (Vangronsveld et al., 2009);
- economische inzichten te verkrijgen die dienen om stakeholders (en beleidsmakers) te overtuigen (Vangronsveld et al., 2009). De thesis valt in dit onderdeel van het verdere onderzoek naar fyto-remediatie. De economische inzichten die voortvloeien uit dit onderzoek kunnen de implementatie van fyto-remediatie in de markt ondersteunen.



## 2 Centrale onderzoeksvraag en deelvragen

### 2.1 Centrale onderzoeksvraag

De thesis wordt opgebouwd met behulp van dezelfde methodologie als die van het wetenschappelijk artikel:

Lizin, S., Leroy, J., Delvenne, C., Dijk, M., De Schepper, E. , & Van Passel, S. (2013). A patent landscape analysis for organic photovoltaic solar cells: Identifying the technology's development phase [Elektronische versie]. *Renewable energy*, 57, 5-11.

In deze studie werd een patentanalyse uitgevoerd voor organische fotonvoltaïsche zonnecellen. Deze technologie werd op basis van een patentanalyse bestudeerd vanuit vier verschillende invalshoeken: het historisch, organisatorisch, geografisch en het technologisch perspectief. Dezelfde methodologie wordt in deze thesis toegepast, maar dan op een andere technologische innovatie, fyto-remediatie. Dezelfde aspecten werden bestudeerd om antwoord te geven op de volgende centrale onderzoeksvraag:

#### **Hoe ziet de huidige aanbodzijde van de fyto-remediatiemarkt eruit?**

Om een duidelijk en volledig antwoord te bekomen op deze onderzoeksvraag is het van belang de vraag te splitsen in verscheidene deelvragen. Deze deelvragen zijn gebaseerd op vier verschillende factoren: de evolutie, de geografische, de organisatorische en technologische factor. Aan de hand van een patentanalyse omtrent deze factoren wordt een algemeen en internationaal overzicht omtrent de huidige fyto-remediatiemarkt bekomen. De resultaten worden nadien grafisch weergegeven, wat het nemen van beslissingen op basis van informatie uit een patentanalyse vergemakkelijkt.

## **2.2 Deelvragen**

### **2.2.1 In welke mate evolueerde het onderzoek naar fytoremediatie zich tot het heden?**

In de eerste deelvraag wens ik een antwoord te krijgen op de vraag op welke wijze de techniek zich gedurende de laatste decennia heeft ontwikkeld. Het antwoord op deze vraag is belangrijk om te weten te komen welke rol fytoremediatie hedendaags speelt. Daalt de belangstelling voor het onderzoek of duidt het aantal patenten erop dat er steeds meer onderzoek wordt verricht? Verder is het ook mogelijk de trend te bestuderen tussen de verschillende continenten en landen. Op basis hiervan komt men te weten welke continenten en landen het meest gevorderd zijn in het onderzoek naar fytoremediatie.

De deelvraag is een verzameling van verschillende bijvraagjes: Heeft de technologie een zeer snelle of een geleidelijke ontwikkeling gekend of gebeurde de ontwikkeling met ups en downs? Hoe ontwikkelde de technologie zich over de verschillende landen en continenten tot het heden?

De resultaten zijn verkrijgbaar via analyses omtrent de publicatiedatum, oftewel de dag op dewelke het patent openbaar bekendgemaakt wordt.

### **2.2.2 Hoe ontwikkelde de technologie van fytoremediatie zich op organisatorisch en geografisch vlak?**

Er wordt bij deze deelvraag een antwoord geformuleerd op de vraag in welke regio's deze evolutie en ontwikkeling, besproken in deelvraag 1, plaatsvond en –vindt. De analyses omtrent dit punt kunnen uitgevoerd worden door het bestuderen van de organisaties met de meeste patenten op hun naam en een analyse van de landen en continenten die het meest voorkomen. Deze resultaten geven weer waar de zogenaamde *balance of power* van de technologie ligt, oftewel waar de knowhow geconcentreerd is.

Daarnaast is het nodig om analyses uit te voeren omtrent de soort organisaties die een rol spelen binnen de techniek en welke soort organisaties aan de basis liggen van de in deelvraag 1 besproken ontwikkeling. Hierbij worden de aanvragers bestudeerd op twee soorten organisaties: private bedrijven of onderzoeksinstituten.

### **2.2.3 Hoe evolueerde fyto-remediatie op technologisch perspectief?**

Patenten worden volgens de IPC-codes internationaal geïnclassificeerd in verschillende technologiedomeinen. De *International Patent Classification* is een classificatiemethode die door de *World Intellectual Property Organization* in het leven is geroepen om een wereldwijd systeem van patenten op een uniforme manier te ordenen. Door onderzoek te doen naar deze IPC-codes wordt inzicht verworven in het onderzoek naar fyto-remediatie. We komen we weten met welke domeinen binnen de technologie van fyto-remediatie de wetenschappers en organisaties zich bezighouden. Daarnaast wordt ook de evolutie bestudeerd van de patenten per deeldomein. Om inzicht te krijgen in de evolutie over de tijd worden deze IPC-codes gelinkt aan de publicatiedata van de overeenkomstige patenten. Op basis hiervan wordt getracht de technologische evolutie te beschrijven en de vroegere en huidige trends binnen het onderzoek naar fyto-remediatie te onderscheiden.

ESPACET maakt het mogelijk om op een eenvoudige manier patenten te vinden van één specifiek technologiedomein. Naast de *smart search* en de *advanced search* bestaat er ook de mogelijkheid om patenten te zoeken met de *classification search*. In hoofdstuk 8 wordt beschreven uit welke onderdelen een dergelijke IPC-code bestaat.

## 3 Deel 2: Onderzoeksmethode

### 3.1 Wat is een patent?

Met het decreet d'Allarde van 1791 kwam er een einde aan het gildensysteem waarbij ambachtlieden beschermd werden in hun vak. Personen buiten de gilde mochten de ambacht namelijk niet uitoefenen. Het basisprincipe van het d'Allarde decreet bestaat er uit dat iedereen het recht heeft vrij een beroep uit te oefenen. Een uitzondering op dit principe is het systeem van intellectuele eigendomsrechten, waarbij één instantie, meestal een onderneming, als enige het recht heeft te genieten van de inkomsten van een intellectuele prestatie. Andere ondernemingen worden verboden de uitvinding te kopiëren en te commercialiseren. Intellectuele eigendomsrechten zijn er in verschillende vormen: octrooien, patenten, merken, tekeningen... Met het systeem van patenten wordt getracht ondernemingen niet af te schrikken om te investeren in onderzoek en ontwikkeling (O&O). Investerings hebben immers nood aan tijd en kapitaal. Daarnaast is de kans kleiner dat men iets uitvindt dat reeds uitgevonden is, doordat de intellectuele eigendommen openbaar zijn voor iedereen. 25% van alle O&O-inspanningen worden verspild, omdat deze al door andere organisaties werden geleverd (Sevenants & Smolders, 2013).

Organisaties kiezen niet zomaar om hun uitvindingen te beschermen. Het nemen van een patent is immers niet kosteloos. Afhankelijk van welk soort intellectueel eigendomsrecht, de duurtijd en het gebied waarin een aanvrager wenst dat het patent geldig is, variëren de prijzen van 0 EUR tot meer dan 30 000 EUR. Een auteursrecht<sup>3</sup> is gratis te ontvangen, terwijl een Europees patent, oftewel een patent met bescherming in meerdere Europese landen, dat 20 jaar geldig is in zes landen 30 000 EUR à 40 000 EUR kost (Gravez, 2011).

De belangrijkste redenen om niet te opteren voor een patent zijn de te hoge kostprijs en het kenbaar maken van de uitvinding aan de concurrentie. De kostprijs loopt op naarmate men wenst dat het patent in meerdere gebieden geldig is. Dit kan voor organisaties een beperking zijn om over te gaan tot het nemen van een patent.

Het nemen van een patent heeft wel verschillende voordelen voor de aanvrager. Zo wordt in de eerste plaats de markt afgeschermd van commercialisatie van de uitvinding door derden. De aanvrager van een patent kan deze in licentie geven aan een partij in gebieden waar de aanvrager niet actief is, zodat deze partij kan genieten van de patentrechten. Daarnaast is de waarde van het patent een activa en kan het als marketing tool toegepast worden, wat leidt tot een positief imago. De organisatie wordt dan door het publiek beschouwd als een innoverende onderneming.

---

<sup>3</sup> Een auteursrecht biedt bescherming voor auteurs van letterkundige werken en kunstwerken.

Indien een patentaanvraag wordt toegekend dan dient de aanvrager periodiek bijdragen te betalen bij het patentbureau, zodat de patentbescherming geldig blijft tijdens de volgende periode. In het geval van een Europees patent worden deze bijdragen betaald aan de verschillende nationale instellingen van de landen waar het patent geldig is.

Een patent is niet geldig in de volgende situaties:

- als de patentautoriteit de aanvraag niet accepteert;
- als de aanvrager in de wachttijd beslist om af te zien van de aanvraag;
- bij niet-betaling van de periodieke bijdragen ter verlenging van het patent.



## 3.2 Wat is een patentanalyse?

Het onderzoek wordt uitgevoerd op basis van een zogenaamde *patentanalyse*. Een patentanalyse is nuttig om bepaalde beslissingen te kunnen nemen. In het geval van deze thesis is een database van patenten omtrent fyto-remediatie opgesteld en hierop een patentanalyse uitgevoerd.

Het verzamelen van patenten is mogelijk, omdat verschillende patentdatabanken toegankelijk zijn voor iedereen. De database van waaruit de patenten omtrent fyto-remediatie worden verkregen, is ESPACENET. Dit is een gratis en openbare database met 80 miljoen patenten die online toegankelijk is ([worldwide.espacenet.com](http://worldwide.espacenet.com)). ESPACENET bevat patenten die dateren van 1836 tot heden en afkomstig zijn uit 90 verschillende landen (Sevenants & Smolders, 2013). Het merendeel van deze patentdocumenten zijn patentaanvragen en niet-verleende patenten. Een voordeel van deze aanvragen is dat er informatie vrijkomt alvorens de uitvinding op de markt komt of de uitvinding wordt beschreven in tijdschriften of andere media.

Het aantal patenten dat wordt aangevraagd omtrent een bepaalde technologie kan als een mate van innovatie beschouwd worden. Dit aantal is wel overschat, omdat een aantal patentaanvragen niet bedoeld zijn voor nieuwe uitvindingen, maar wel dienen om dezelfde uitvinding te patenteren in een ander land. Afhankelijk van de commerciële winstgevendheid van de uitvinding in een ander land kan de aanvrager ervoor opteren de uitvinding te patenteren in het buitenland (World Intellectual Property Organization, 2007).

In ESPACENET is het ook mogelijk om patentfamilies te categoriseren. Deze categorie geeft een overzicht van soortgelijke patenten die in andere landen zijn aangevraagd. De patenten in één familie zijn met elkaar verbonden, omdat ze de zelfde uitvinding beschermen, maar wel in verschillende landen.

De *simple definition* van een *patent family* is de verzameling van patenten met hetzelfde prioriteitsnummer ([worldwide.espacenet.com](http://worldwide.espacenet.com)). Dit is het aanvraagnummer dat aan een patentaanvraag wordt toegekend als deze verleend wordt door het patentbureau.

Een andere definitie van een *patent family* is de verzameling van vergelijkbare patenten over heel de wereld die gedeeltelijk of volledig hetzelfde prioriteitsnummer hebben. Deze patenten kunnen gelinkt worden aan elkaar, doordat ze minstens één gemeenschappelijke prioriteit hebben. Deze patenten behoren tot één patentenfamilie volgens de *extended patent family definition*. In het opstellen van de database voor deze thesis wordt de *simple definition* gehanteerd, omwille van de eenvoud ervan.

De reden om rekening te houden met patentfamilies is het vermijden van dubbel tellingen van patenten. Op deze manier wordt vermeden dat bij de analyse van de resultaten bijvoorbeeld een IPC-classificatiecode of de naam van een organisatie meerdere keren in rekening genomen wordt voor slechts één uitvinding.

In elke patentfamilie werd enkel het patent met de meest recente publicatiedatum in rekening genomen in de database waarin de analyses werden uitgevoerd. De reden hiervoor is omdat dit patentdocument de meeste informatie bevat, zoals eventuele aanpassingen aan het oorspronkelijke patent.

### **3.3 Het waarom van een patentanalyse**

Patenten uit databanken van patentbureau's zijn zeer betrouwbaar, omdat deze rechtstreeks afkomstig zijn van de databanken van overheidsinstanties. Beslissingen kunnen, met behulp van een patentanalyse, dus op basis van objectieve resultaten genomen worden.

Mogee (1991) stelt dat patenten worden bestudeerd voor verscheidene doelen. Door middel van een patentanalyse bekomt men meer inzicht in de organisaties die een rol spelen in de technologie, de wetenschappers, de ontwikkeling van de technologie en de trend doorheen de tijd. Kyungpyo en Sungjoo (2013) beweren dat een patentanalyse de meest voorkomende methode is voor het analyseren van technologische innovaties. Patentgegevens onthullen veel informatie omtrent het huidig technologisch niveau, alsook de trends van de toekomst.

Daarnaast kunnen bedrijven gebruikmaken van patentanalyses om te controleren wat er reeds uitgevonden is, te weten komen wie de concurrenten zijn, de activiteiten van de concurrentie na te gaan en inspiratie op te doen uit de uitvindingen van de concurrentie. Verder kunnen ondernemingen op basis van deze methode hun eigen innovatie-inspanningen beoordelen, hun toekomstvisie vormgeven en indien nodig passen ze de eigen O&O-activiteiten aan aan de verkregen informatie uit de patentanalyses.

### **3.4 Oorzaken van een vertekend beeld van de resultaten**

Onderzoek doen op basis van een patentanalyse kent factoren die leiden tot een vertekend beeld van de resultaten. Ten eerste wordt niet elke uitvinding gepatenteerd, omdat het kostenplaatje te hoog ligt voor bepaalde organisaties. Zo kunnen dus bepaalde uitvindingen niet mee in rekening genomen worden.

Daarnaast kiezen sommige ondernemingen er bewust voor geen patent te nemen op hun uitvinding. Een reden hiervoor is dat ze hun geheimen niet openbaar willen maken aan de buitenwereld. Het gevaar bestaat dat het publiekelijk maken van informatie de concurrentie ten goede zou komen.

Vervolgens zijn er ook internationale verschillen waarneembaar wat betreft het nemen van patenten. Japanse ondernemingen opteren bijvoorbeeld meer voor patenten dan Europese ondernemingen (tabel 1). Tenslotte kunnen op internationaal vlak wettelijke verschillen bestaan tussen landen die invloed hebben op het al dan niet nemen van een patent (Bulham, 2006).

<b>Land</b>	<b>Aantal patentdocumenten in ESPACENET</b>
JP Japan	16.753.080
VS Verenigde Staten	8.079.138
DE Duitsland	5.070.850

*Tabel 1: landen met de meeste patentdocumenten (Sevenants & Smolders, 2013)*

Naast deze beperkingen, zijn er ook enkele specifieke beperkingen aan de database die omwille van deze thesis is opgebouwd. Voor één uitvinding kunnen verschillende organisaties samengewerkt hebben en één patent kan bovendien behoren tot verschillende technologiedomeinen. In deze thesis is enkel de eerste organisatie of IPC-code die wordt weergegeven, in rekening genomen. Een assumptie die in deze analyses wordt gemaakt, is dat de eerste organisatie of eerste IPC-code de belangrijkste is en dus als bepalend element wordt opgenomen.

Verder geeft de database van ESPACENET maximaal 500 patenten weer per trefwoord dat wordt ingevoerd. Voor bepaalde trefwoorden werden dus minder patenten weergegeven dan er in werkelijkheid zijn. Daarnaast zijn de resultaten uit ESPACENET niet allemaal verleende patenten. Hier zitten zowel verleende patenten in, alsook patenten die ooit verleend zijn, maar niet meer werden hernieuwd.



## **4 DEEL 3: Resultaten**

### **4.1 Opstellen database**

#### **4.1.1 Concrete aanpak**

De resultaten werden bekomen door een database op te stellen die bestaat uit allerlei patenten omtrent fyto-remediatie. Deze database bevat verschillende 4381 patentdocumenten. Alle resultaten zijn up-to-date, doordat de trefwoorden tot begin april 2014 zijn gererund. De analyses gebeuren echter in de database waarin rekening gehouden wordt met eventuele patentfamilies, zodat soortgelijke patenten maar één maal voorkomen. Hierdoor bedraagt de database, waarin de patentanalyse werd uitgevoerd, 4219 patentdocumenten. Een opmerking die gemaakt dient te worden is het feit dat de patentactiviteit werd bestudeerd tot april 2014 en om die reden dienen de cijfers van 2014 niet als volledig beschouwd te worden.

Zoals reeds vermeld maak ik gebruik van de patentendatabank ESPACENET om de database van patenten op te stellen. Na het invoeren van een trefwoord geeft de applicatie allerlei resultaten van patenten weer die te maken hebben met het ingegeven trefwoord. Alle resultaten uit ESPACENET werden getransfereerd naar een Microsoft Excel-bestand, waarin de analyses uitgevoerd werden.

#### **4.1.2 Trefwoorden**

Er zijn verschillende manieren om op ESPACENET te zoeken naar resultaten van patenten. Via de functie smart search kunnen alle soorten trefwoorden in één balkje ingevoerd worden. Met de *advanced search* functie kan men een trefwoord invoeren met een bepaalde functie ([worldwide.espacenet.com](http://worldwide.espacenet.com)). Volgende functies zijn mogelijk:

- het trefwoord komt voor in de titel;
- het trefwoord komt voor in de titel of in de abstract;
- het trefwoord is een publicatienummer, aanvraagnummer of prioriteitsnummer;
- het trefwoord is een publicatiedatum;
- het trefwoord is een naam van een organisatie;
- het trefwoord is een naam van een uitvinder;
- het trefwoord is een classificatiecode.

Meer specifiek bestaat een eerste stap bij het zoeken naar patenten in ESPACENET uit het bepalen van een zoekstrategie. Op basis van een literatuurstudie omtrent fyto-remediatie kwam ik te weten welke begrippen, organisaties en wetenschappers in ESPACENET ingevoerd kunnen worden. Deze trefwoorden resulteerden in bepaalde gevallen in veel patenten die niets met fyto-remediatie te maken hebben. In ESPACENET is het mogelijk dit grotendeels te vermijden door het gebruik van *AND*- en *OR*-functies en wildcards (\*, ? en #) (Seventants & Smolders, 2013). Namen van organisaties en wetenschappers kunnen bijvoorbeeld met "AND soil", "AND water", "AND (de)contamination" of met de wildcard "OR" gecombineerd worden op de volgende manier: "water OR soil OR (de)contaminat\*". Op deze wijze wordt voorkomen dat veel onrelevante patenten in de database terechtkomen. Het sterretje geeft aan dat een trefwoord op verschillende letters kan eindigen, maar dat de beginletters hetzelfde zijn. Door bijvoorbeeld *phyto-remed\** in te geven in ESPACENET, moeten de volgende trefwoorden al niet worden ingegeven: *phyto-remediation*, *phyto-remediated*, *phyto-remediating*. Dit was dus zeer handig om dubbelwerk te vermijden.

Voor het bekomen van de eerste trefwoorden is het van groot belang een literatuurstudie te doen. Op basis hiervan bekom ik enkele **begrippen** die relevant zijn binnen de techniek van fyto-remediatie. Deze thesis draait om het begrip *phyto-remediation*, dus dit is het eerste trefwoord waarvoor ik resultaten zocht op ESPACENET. Daarnaast beschrijven Vangronsveld et al. (2009) en Schwitzguébel (2004) verschillende soorten fyto-remediatiemethoden. Deze werden ook als trefwoord ingegeven.

<b>BEGRIPPEN</b>	
Phyto-remediation	Phyto-remediating
Phytostabilisation	Phyto-extraction
Phytomining	Phyto-degradation
Phyto-reduction	Rhizo-degradation
Phyto-restoration	Rhizo-filtration
Phyto-volatilisation	Fyto-transformation

Bepaalde activiteiten van bedrijven hebben als gevolg dat naast de grond zelf, ook het grondwater aangetast wordt. Dit leidt tot de volgende trefwoorden: *contaminated groundwater* en *contaminated soil*. Een vorm van fyto-remediatie, fyto-stabilisatie, zorgt ervoor dat vervuilende deeltjes in de bodem worden geïnactiveerd. Dit breidde mijn database verder uit op basis van het volgende trefwoord: *inactivation*.

Vangronsveld et al. (2009) vermeldt het feit dat bij toepassing van fyto-remediatie als saneringmethode de planten kunnen omgezet worden in biomassa. Deze biomassa wordt verbrand ter opwekking van energie. Om deze reden is het begrip *biomass* ook ingevoerd in ESPACENET. Rauser (1999) beschrijft ook dat planten *phytochelatin*, *metallothionein*, *mycorrhiza* en *glutathione* kunnen produceren als detoxificatie tegen metalen.

Naast het ingeven van begrippen als trefwoorden, zocht ik via een internet search ook naar **organisaties** die reeds onderzoek voeren omtrent fyto-remediatie. Deze bestaan zowel uit privé-bedrijven, als uit verscheidene onderzoeksinstellingen. De volgende namen van organisaties zijn actieve bedrijven rondom het fyto-remediatiegebeuren (individuele websites).

<b>ORGANISATIES</b>	
CH2M Hill	EarthcareInc
Edenspace Systems	Organica
Phytorestore	Phytotech
Tauw	

Om namen van **wetenschappers** te vinden om als trefwoord in te geven, heb ik me gebaseerd op namen van auteurs (enkel de eerste naam) die in de bronnenlijst staan in Vangronsveld et al. (2009).

Zo werd een preliminaire patentenlijst bekomen. Deze werd uitgebreid en aangepast in twee extra stappen. Ten eerste werd een controle uitgevoerd met behulp van een alternatieve patentendatabank en werd de patentenlijst zo aangevuld. Ten tweede werd in de bekomen lijst naar vaak voorkomende namen en onderzoeksinstellingen gezocht en werden deze dan als trefwoord ingegeven in ESPACENET. Beide stappen worden hieronder verder toegelicht.

Op de website *www.patentinspiration.com* is het mogelijk patenten raad te plegen op dezelfde manier als ESPACENET. De applicatie op de website geeft via een trefwoord resultaten van patenten die verband houden met een ingegeven trefwoord. Het enige trefwoord waarmee analyses werden uitgevoerd via deze applicatie is *phyto-remed\**. Als alle patenten weergegeven zijn, is het mogelijk deze patenten automatisch te laten analyseren. Op basis van deze analyses bekam ik nieuwe trefwoorden, zoals namen van wetenschappers en organisaties, voor het uitbreiden van de database.

<b>AANVRAGERS</b> patentinspiration.com		
Commissariat Energie Atomique	Earth Renaissance Technologie	Univ Arizona
Univ Central Florida	Yeda Res & Dev	Yissum Res Dev Co

<b>WETENSCHAPPERS</b> patentinspiration.com		
Raskin Ilya	Gregory Philip D	Kumar Nanda
Czako Mihaly	Marton Laszlo	Shani Ziv
CollingwoodTrevor	Holmes Michael C	Douchenkov Slavik
Martinoia Enrico	Feldmann Kenneth A	Meagher Richard B

Op basis van alle patenten die ik tot dit moment, december 2013, verkreeg, voerde ik analyses uit, waardoor ik weer nieuwe namen van wetenschappers en organisaties bekam. Hierdoor verkreeg ik namen van 10 organisaties en 11 wetenschappers.

<b>AANVRAGERS</b> analyse december 2013		
IEG Ind Engineering GMBH	Inst Applied Ecology	Kurita water
Shenyang Applied Ecology	Shimizu	Univ California
Univ Nanjing	UnivNankai	Univ Waterloo
US Army		



<b>WETENSCHAPPERS</b> analyse december 2013		
AokiYoji	Bernhardt Bruno	Daniell henry
Detorres Fernando A	Hirayama Teruyasu	Jianv Liu
Lee Youngsook	Schindler A Russell	Shuhe Wei
TazawaRyuzo	QixingZhou	

Via ESPACENET bestaat er de mogelijkheid patenten te vinden op basis van een **IPC-classificatiecode** (worldwide.espacenet.com). Ik baseer me hierbij op de IPC-codes die het meest voorkomen in de database die tot nu toe bekomen is. De IPC-codes die in deze patenten meer dan 20 maal voorkomen, worden dan als trefwoord in ESPACENET ingegeven. Dit aantal is gekozen, omdat er in deze database een duizendtal IPC-classificatiecodes te vinden zijn die slechts één of enkele keren voorkomen. Het is zodoende onmogelijk om elke IPC-classificatiecode apart te typen in ESPACENET.

De IPC-classificatiecodes zijn subklassen van de 9 technologiedomeinen (zie hoofdstuk 8). Onderaan staan per IPC-domein de IPC-codes die in ESPACENET als trefwoord werden ingegeven.

- **A Human necessities**

- A62D3/02 Processes for making harmful chemical substances harmless  
or less harmful, by effecting a chemical change in the substances
- A01H5/00 Flowering plants, i.e. angiosperms
- A01H17/00 Symbiotic or parasitic combinations including one or more new plants, e.g. mycorrhiza
- A01G1/00 Horticulture; cultivation of vegetables

- **B Performing operations; transporting**

- B09B3/00 Destroying solid waste or transforming solid waste (or contaminated solids) into something useful or harmless
- B09C1/00 Reclamation of contaminated soil
- B09C1/02 Reclamation of contaminated soil, extraction using liquids, e.g. washing, leaching, (flotation)
- B09C1/06 Reclamation of contaminated soil, thermally, incinerators for  
contaminated soil)
- B09C1/08 Reclamation of contaminated soil, chemically (chemical means for combating harmful chemical agents)
- B09C1/10 Reclamation of contaminated soil, microbiologically (biologically) or by using enzymes

- **C Chemistry, metallurgy**

- C12N15/8259 Phytoremediation
- C05G3/04 Mixtures of one or more fertilizers with materials not having a specially fertilizing activity; with soil conditioners
- C02F3/32 Biological treatment of water, waste water or sewage, characterized by the animals or plants used, e.g. algae
- C12N1/20 Micro-organisms, e.g. protozoa; compositions thereof; processes of propagating, maintaining or preserving micro-organisms or compositions thereof; processes of preparing or isolating a composition containing a micro-organism; culture media therefore; bacteria

- **G Physics**

- G21F9/28 Treating radioactively contaminated material, decontamination arrangements therefore; ; treating solids

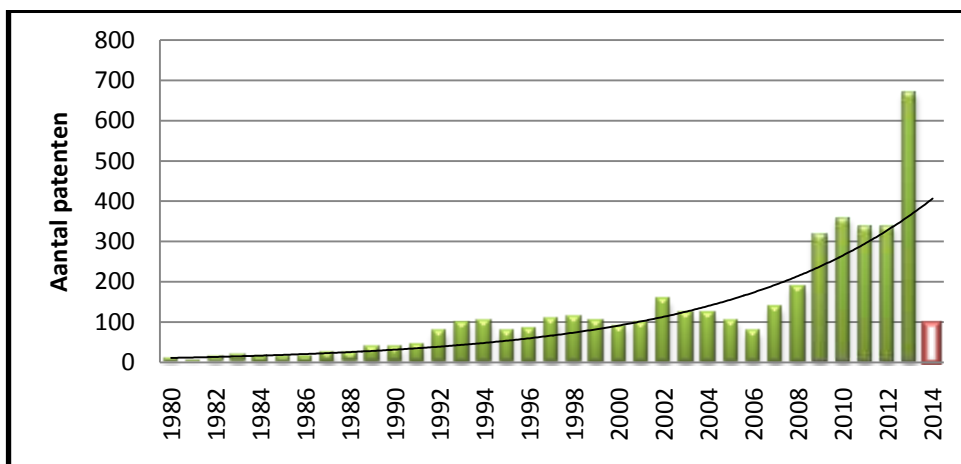
# 5 Evolutie in tijd

## 5.1 Wereldwijd

In de volgende hoofdstukken worden de resultaten besproken van de patentanalyse. Hierbij wordt er meermaals een onderscheid gemaakt tussen de verschillende werelddelen. In bijlage 1 worden de landen per werelddeel weergegeven die in de database voorkomen. Doorheen de bespreking van de resultaten worden de namen van landen weergegeven in hun landcodes in plaats van de volledige naam van het land. Bijlage 2 geeft weer welk land bedoeld wordt per landcode.

Op basis van alle patenten wordt in figuur 1 een algemeen beeld over de evolutie weergegeven. Vanaf de jaren '80 is er elk jaar steeds meer patentactiviteit merkbaar omtrent de techniek van fyto-remediatie en worden er dus ook meer onderzoeksinspanningen geleverd in het onderzoek naar deze techniek.

Een merkwaardig feit is de kolom van het jaar 2013. Vorig jaar werden meer dan 600 patenten omtrent deze saneringmethode aangevraagd of gepubliceerd. Dit is een verdubbeling ten opzichte van het aantal patentdocumenten van het jaar voordien.

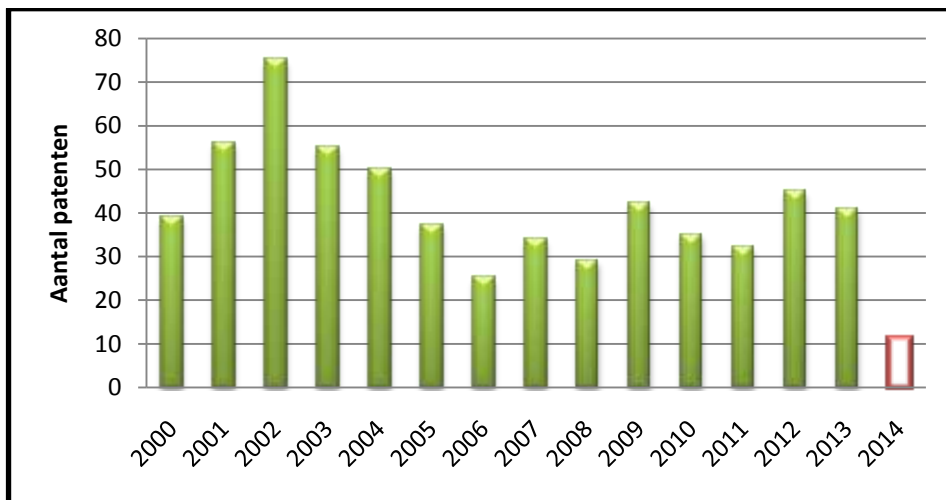


Figuur 1: Evolutie wereldwijd

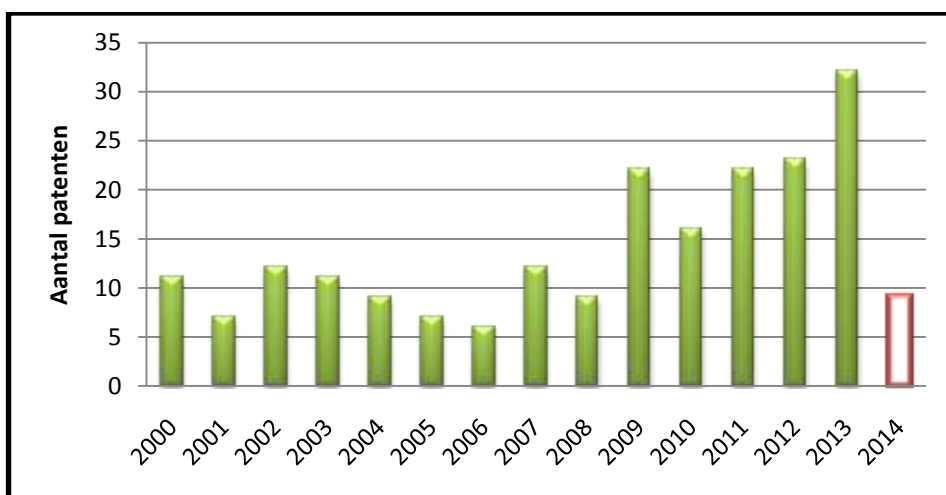
## 5.2 Evolutie per werelddeel

De evolutie betreffende de patentactiviteit wereldwijd geeft geen informatie weer over de patentactiviteit in de verschillende continenten. De evolutie moet dieper bestudeerd worden om inzicht te krijgen in de evolutie van de patentering per werelddeel. Deze analyse werd uitgevoerd door het land van herkomst van de organisatie die een patent aanvraag in rekening te nemen en deze te combineren met de publicatiedatum van het patentdocument.

De evolutie van de patentactiviteit op Europees en Amerikaans niveau verschilt vooral in het aantal patenten dat per jaar wordt aangevraagd of verleend, hetgeen waarneembaar is op figuur 2 en figuur 3. Beide continenten kennen vanaf 2000 tot 2013 een evolutie met ups en downs. Het enige verschil bestaat in het feit dat in Europa de patentactiviteit een stijgende evolutie kent vanaf 2009 die zich tot zeker 2013 voordoet. Het aantal patenten per jaar ligt in Europa, ondanks deze stijging in de afgelopen jaren, wel lager dan de patentactiviteit in het Amerikaans continent.

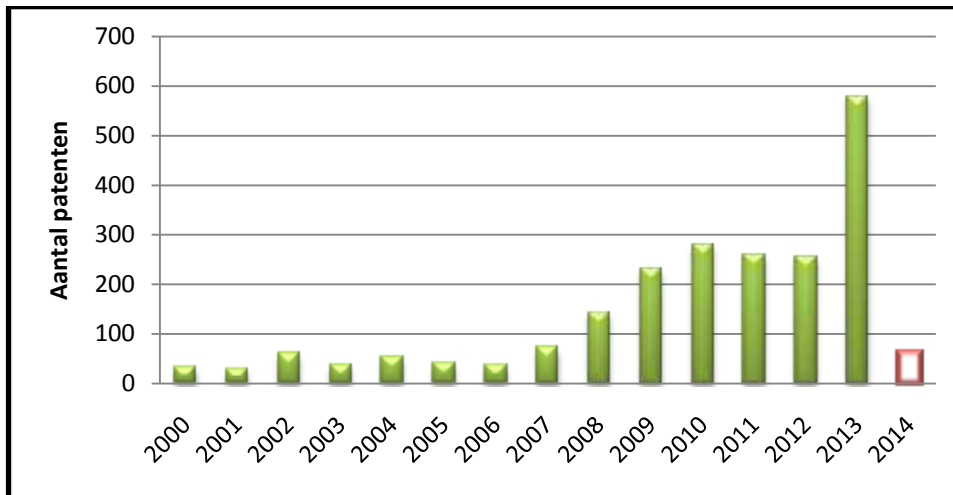


Figuur 2: Evolutie Amerika



Figuur 3: Evolutie Europa

De trend op continentniveau die de meeste gelijkenissen toont met de trend op wereldschaal is de evolutie in Azië (figuur 4). Ook in Azië kent de patentactiviteit sedert de millenniumwijziging een geleidelijke groei. Jaarlijks stijgt deze met een klein aantal patenten, maar het is vooral de plotse stijging in 2013 die in het oog valt. Van ruim 200 nieuwe patentdocumenten in 2012 neemt dit aantal een jaar later toe tot meer dan 400 patenten. Het is dus de evolutie van de patentactiviteit uit Azië die het patroon van de patentactiviteit op wereldniveau bevestigt.



Figuur 4: Evolutie Azië

Wat geconcludeerd kan worden uit de resultaten is dat sinds 2007 Aziatische landen de plak zwaaien wat betreft de ontwikkeling van de technologie. Deze landen hebben sindsdien steeds meer patenten aangevraagd en dit aantal blijft stijgen tot en met het jaar 2013. Vanaf 2013 is er plots veel meer patentactiviteit in Azië. Het onderzoek is op basis van deze informatie verder gevorderd in Azië dan Amerika en Europa.

Verder onderzoek omtrent de evolutie is nodig om te controleren of deze Aziatische ontwikkeling een voorbode is van nog meer onderzoek in de volgende jaren. De grafieken maken wel duidelijk dat tot april 2014 de meeste patenten op naam van Aziatische organisaties staan. Het Europese aantal in 2014 staat op 9 documenten, dat 2 patentdocumenten minder telt dan de Amerikaanse landen. Dit zijn voorlopige cijfers, omdat de enkel de patenten werden bestudeerd die tot april 2014 werden gepubliceerd. Daartegenover staat het aantal patenten uit de Aziatische landen tot deze maand op 58. De Aziatische landen behouden dus zeker dit jaar hun voortrekkersrol in het onderzoek naar fyto-remediatie.

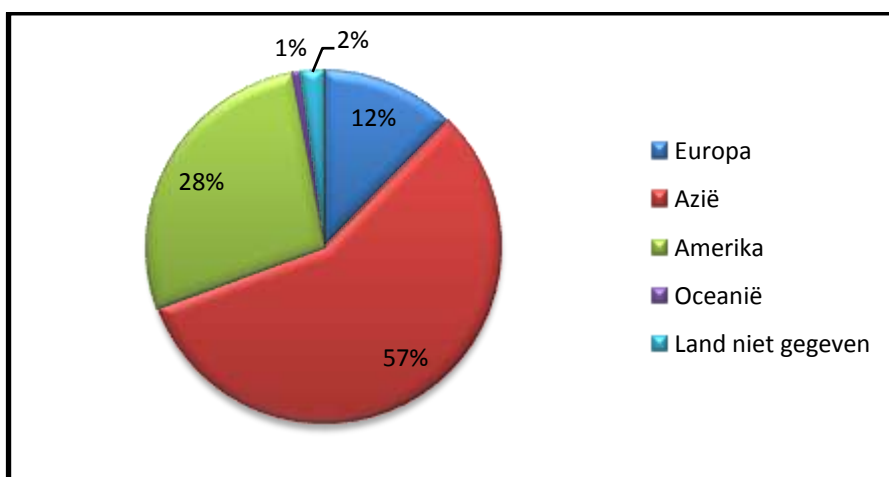


## 6 Geografisch perspectief

### 6.1 Geografische situering

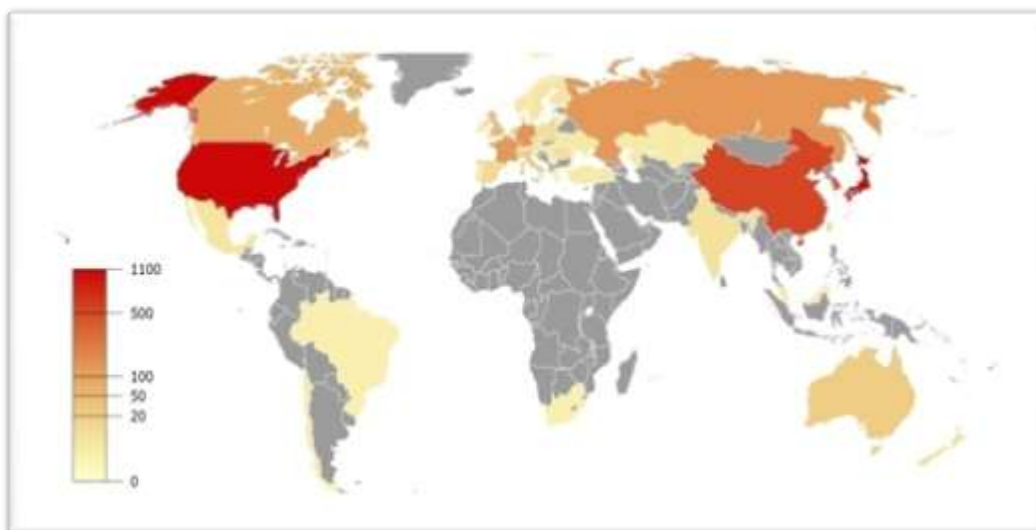
Uit de analyses van de eerste deelvraag blijkt dat het onderzoek omtrent fyto-remediatie de laatste jaren opgeschoven is van het Westen naar het Oosten. Uit deelvraag 2 moet blijken welke landen en welke continenten heden de meeste patenten op hun naam hebben en in welke landen en continenten de meeste spelers zich bevinden. Op basis hiervan komt men te weten welke organisaties en in welke landen de meeste knowhow aanwezig is.

Het antwoord op deze deelvraag wordt verkregen door de afkomst van deze aanvragers te analyseren. Op basis van de gehele database neemt Azië de eerste plaats in betreffende het aantal aanvragers. Hieruit blijkt namelijk dat ruim de helft van het aantal patenten omtrent fyto-remediatie door een Aziatische organisatie aangevraagd werd (figuur 5). Het daaropvolgende continent is Amerika met ongeveer 29% van de patenten en dan Europa met 12% van de totale patentendatabase. Met "geen land" worden de patenten bedoeld waarbij de aanvrager niet worden weergegeven door ESPACENET.



Figuur 5: Afkomst van aanvragers

De toplanden, oftewel de landen van waaruit de meeste patenten werden aangevraagd, zijn op volgorde: Japan (1185), de Verenigde Staten (1086), China (615), Zuid-Korea (398), Duitsland (157), Rusland (138), Frankrijk (134) en Canada (76). Op basis van deze resultaten is het al duidelijk dat de zogenaamde *balance of power* in Azië ligt. Ondanks dat de grote meerderheid van de patenten van Aziatische afkomst is, is deze meerderheid pas vanaf 2007 ontstaan. Uit het vorige hoofdstuk werd reeds duidelijk dat de Aziatische organisaties vanaf 2007 afstand namen, betreffende het aantal patenten, op Amerikaanse en Europese organisaties.



*Figuur 6: Het aantal patenten per land*

### **6.1.1 Aantal patenten per capita**

Vervolgens nemen we het aantal inwoners mee in rekening waarbij het aantal patenten per capita van een bepaald land bestudeerd wordt. De populatie kan als een indicator beschouwd worden voor het aantal patenten per land. De verhouding tussen het aantal patenten en het aantal inwoners per land zegt niet of een bepaald land al dan niet innovatiever is of efficiënter met haar middelen omgaat. Het aantal patenten per land of continent is immers vooral te danken aan de verschillen in patentsystemen (World Intellectual Property Organization, 2007).

Met deze methode wordt er achterhaald of het aantal patenten per land overeenkomt met de grootte van de populatie van dat land. Een eerste analyse bestaat uit de verhouding tussen het aantal patenten per continent en de som van inwoners van de landen vanwaar de organisaties afkomstig zijn uit dat bepaald continent.

In tegenstelling tot de eerder bekomen resultaten liggen de kaarten anders verdeeld bij deze rekenwijze (bijlage 4). Het in rekening brengen van het aantal inwoners heeft als gevolg dat Noord-Amerikaanse organisaties relatief beter scoren. Aziatische organisaties staan volgens deze methode gelijk met de Europese organisaties. Deze cijfers moeten zodanig genuanceerd worden, gezien de hoge inwonersaantallen in bepaalde Aziatische landen, zoals China en India. Bovendien speelt het feit dat de Aziatische landen vooral bestaan uit landen in ontwikkeling, terwijl in Europa en het Amerikaans continent meer sprake is van ontwikkelde landen, zoals Frankrijk, Duitsland, de Verenigde Staten en Canada. Maar gezien de resultaten uit deelvraag 1 is het duidelijk dat Aziatische organisaties, betreffende de patentactiviteit, aan een inhaalbeweging bezig zijn.



Als we de berekening doortrekken op landenniveau, voor de 7 reeds vermeldde toplanden, dan is het vooral Japan en Zuid-Korea die het best scoren ten opzichte van de andere toplanden, de Verenigde Staten, China, Duitsland, Frankrijk en Rusland (bijlage 5). Japan en Zuid-Korea hebben dus de meeste patenten per inwoner. De cijfers van deze 2 landen bevestigen de leidersplaats van Aziatische organisaties in het onderzoek naar en de patentering van uitvindingen rond fyto-remediatie.

## 6.1.2 Aantal patenten per \$ bruto binnenlands product

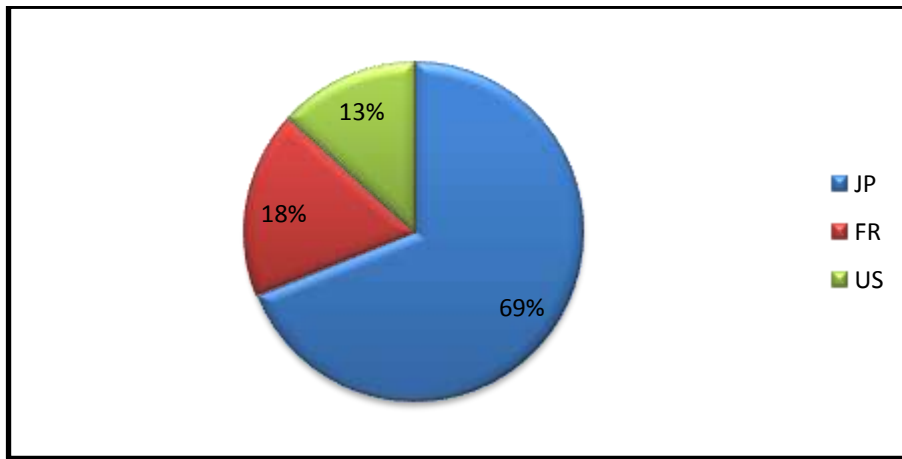
Daarnaast wordt ook een andere indicator opgesomd die invloed zou kunnen hebben op het aantal patenten dat in een land wordt aangevraagd, namelijk het bruto binnenlands product (World Intellectual Property Organization, 2007). Ook dit cijfer zegt niet of een land innovatiever is of efficiënter met haar middelen omgaat dan andere landen, omwille van dezelfde reden als bij de vorige indicator. De resultaten van deze verhouding komen grotendeels overeen met de resultaten uit 6.1.1. Deze resultaten geven aan dat Aziatische landen de hoogste verhouding hebben en dus op basis van het BBP per land, relatief (en in absolute termen ook) gezien meer patenten aanvragen ten opzichte van de andere werelddelen (bijlage 6).

Als we deze verhouding uitvoeren per land (bijlage 7), dan scoort Zuid-Korea het beste resultaat, gevolgd door Japan. De overige toplanden, China, de Verenigde Staten, Rusland, Frankrijk en Duitsland scoren een lagere verhouding patenten/BBP. Zuid-Korea en Japan, tevens twee Aziatische landen, scoren rekeninghoudend met het BBP van de landen, beteren hebben meer patenten per dollar BBP dan de Europese toplanden, Duitsland en Frankrijk, de Verenigde Staten en Rusland.

## 6.2 Top 10 organisaties

In het perspectief van de aanvragers is ook onderzoek gedaan naar de organisaties zelf. De organisaties met de meeste patenten op hun naam omtrent fyto-remediatie zijn: *Kurita Water IND LTD* (117 - JP), *Shimizu Construction CO LTD* (88 - JP), *Commissariat Energie Atomique* (73 - FR), *Ohbayashi Corp* (29 - JP), *Univ(ersity) California* (19 - US), *US Army* (19 - US), *Taiheiyo Cement Corp(oration)* (19 - JP), *Gen Electric* (16 - US), *Tosoh Corp(oration)* (15 - JP) en *Mitsubishi Heavy IND LTD* (15 - JP).

In figuren 7 wordt het aandeel van de patenten van de vertegenwoordigde landen grafisch weergegeven wat betreft de top 10 aanvragers. In alle patenten van de top 10 aanvragers zijn 69% van de patenten van Japanse origine. Daarna volgt Frankrijk met een aandeel van 18% van de patenten en de Verenigde Staten met 13% aandeel. Het is dus in Japan dat zowel de meeste organisaties zetelen die patenten aanvragen of bezitten, alsook zijn het aantal patenten van de top 10 aanvragers grotendeels van Japanse aard.



*Figuur 7: Afkomst van de patenten die werden aangevraagd door de top 10 aanvragers*



# 7 Organisatorisch perspectief

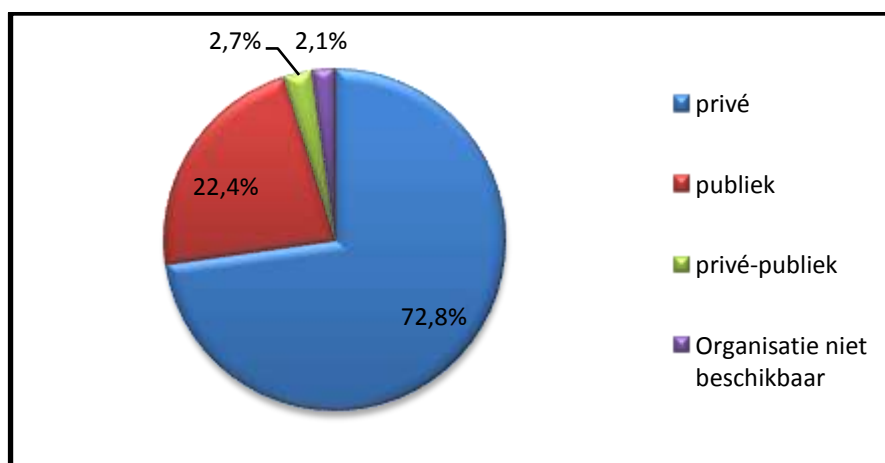
## 7.1 Wereldwijd

In dit hoofdstuk wordt onderzoek gedaan naar het soort organisaties die een patent aanvragen. In dit hoofdstuk wordt onderzocht welke rol verschillende soorten organisaties spelen in het onderzoek naar fyto-remediatie. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt tussen publieke en private organisaties.

Publieke organisaties in deze thesis duiden op verschillende soorten instellingen zoals agentschappen, universiteiten en andere onderzoeksinstellingen. Deze groep van organisaties worden doorheen de hoofdstukken beschreven als *onderzoeksinstellingen* of *publieke organisaties*. We maken de assumptie dat het onderzoek dat door deze organisaties gevoerd wordt voornamelijk door overheidsgelden wordt gefinancierd. Op basis van de resultaten omtrent de onderzoeksinstellingen leiden we de mate van steun af van overheden in de verschillende landen en continenten.

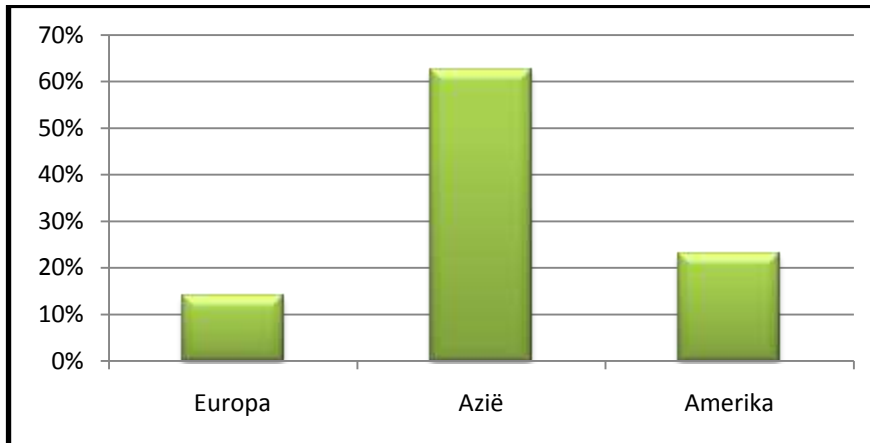
Het is algemeen geweten dat in Europa de techniek van fyto-remediatie vooral *basic research driven* is, terwijl in de VS een meer *experience driven* ontwikkeling aanwezig is. Schwitzguébel et al. (2002) beweert dat de oorzaak hiervan wellicht ligt in het feit dat er in de VS aanwezigheid is “... of a culture that supports entrepreneurship and risk-taking in business ventures ...” (p. 92).

De onderzoeksinstellingen zijn verzameld uit de lijst met aanvragers door het invoeren van onderzoekgerelateerde en overheidgerelateerde trefwoorden (bijlage 3). Over de hele database is er in een kwart van de patenten een onderzoeksinstelling vertegenwoordigd als aanvrager of één van de aanvragers van het patent (figuur 8). Dit aandeel bestaat uit de som van twee groepen organisaties: 22,4% van alle organisaties zijn alleen onderzoeksinstellingen en 2,7% betreft een samenwerking tussen een onderzoeksinstelling en een private onderneming. Het overgrote merendeel van de patenten wordt aangevraagd door private ondernemingen.



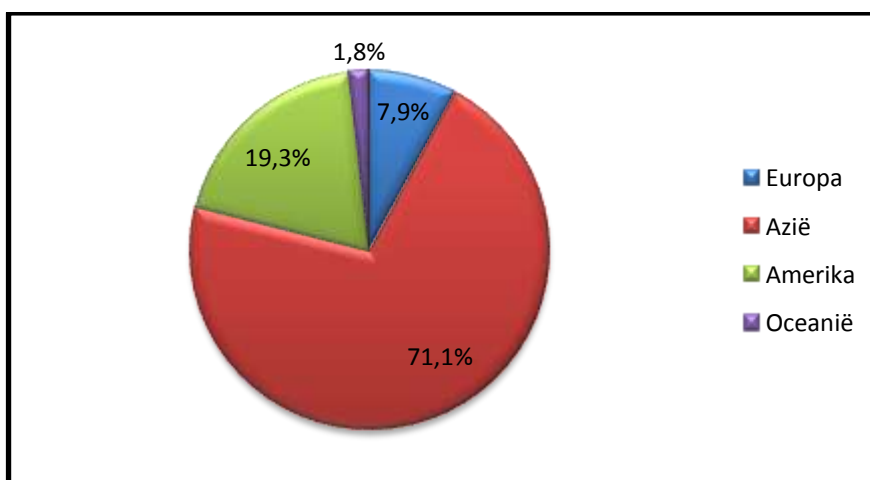
Figuur 8: Aandeel van de soorten organisaties in de database

Van de 1063 patenten waarbij er sprake is van een onderzoeksinstelling als aanvrager is 63% Aziatisch van aard. Dit hoog cijfer is logisch, gezien het hoog aandeel van Aziatische onderzoeksinstellingen gelinkt kan worden aan het aantal patenten dat door Aziatische organisaties is aangevraagd. Specifiek zijn deze Aziatische onderzoeksinstellingen vooral afkomstig uit China (422 patenten). Een andere uitschieter met 253 patenten het aandeel van de onderzoeksinstellingen uit de Verenigde Staten. Europese onderzoeksinstellingen betreffen 14% van deze groep (figuur 9).



Figuur 9: Afkomst van de onderzoeksinstellingen op continentaal niveau

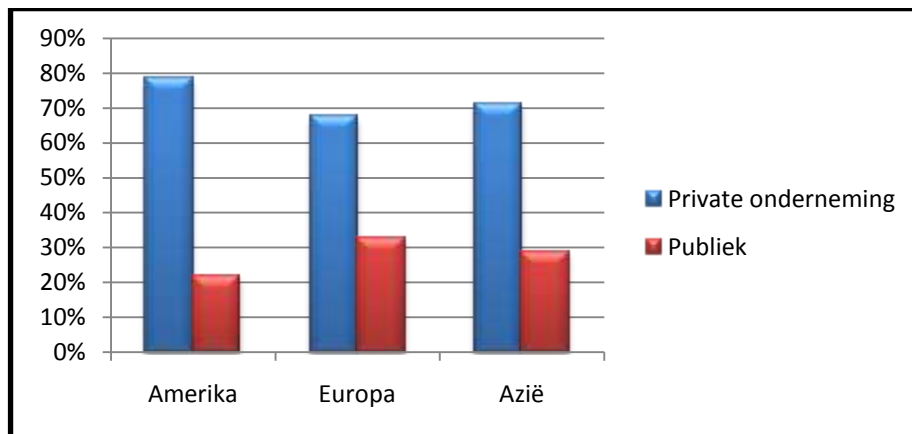
Verder komt ook de samenwerking tussen onderzoeksinstelling en privé onderneming, 2,7% van de database, oftewel 114 patenten, meer voor bij Aziatische organisaties ten opzichte van Noord-Amerikaanse en Europese organisaties (figuur 10). Van de 114 patenten waarbij een onderzoeksinstelling en een privé onderneming een patent hebben aangevraagd, zijn 81 patentdocumenten van Aziatische aard (71,1%), gevolgd door 22 Amerikaanse (19,3%) en 9 Europese samenwerkingen (7,9%).



Figuur 10: Afkomst van de samenwerkingen tussen onderzoeksinstelling en private onderneming

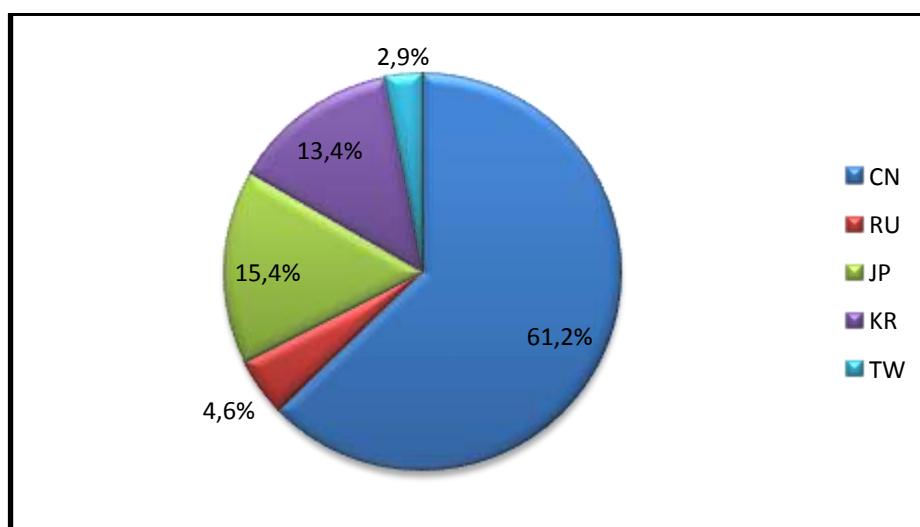
## 7.2 Regio

In 28,6% van alle Aziatische patenten is er sprake van een onderzoeksinstituting (figuur 11). Het andere aandeel (71,4%) bestaat uit privé ondernemingen die hun uitvindingen hebben gepatenteerd. Het aandeel van onderzoeksinstitutingen in het Amerikaans continent bedraagt 21,6%. We zien verder dat het aandeel van onderzoeksinstitutingen in Europa hoger ligt dan in Azië en Amerika. Van de Europese organisaties staat 32,6% van de patenten op naam van een onderzoeksinstituting, terwijl de duidelijke meerderheid van de patenten (67,4%) werd aangevraagd door privé ondernemingen. Schwitzguébel et al. (2002) vermeldt wel dat bedrijven in Europa steeds meer het onderzoek naar fyto-remediatie voeren.



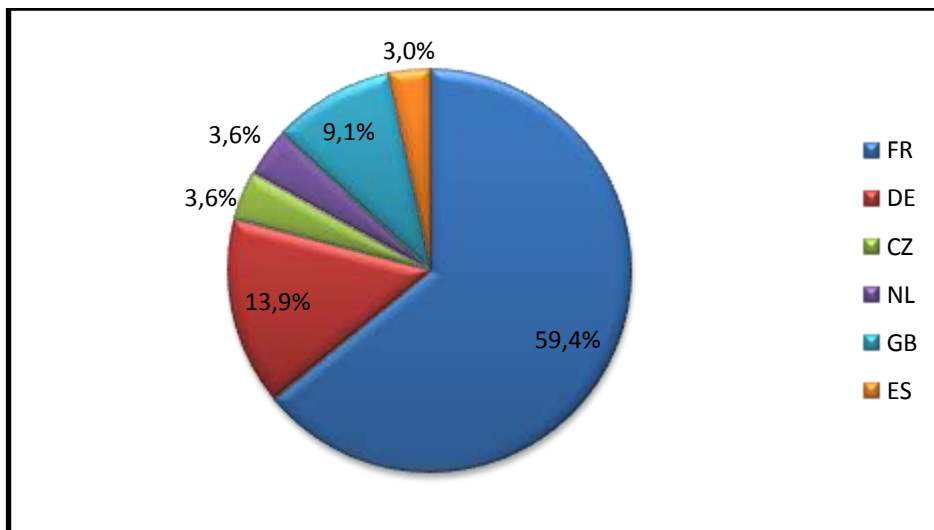
Figuur 11: Aandeel van de soorten organisaties per werelddeel

Op onderstaande grafiek (figuur 12) worden de onderzoeksinstitutingen op landniveau per werelddeel weergegeven. In Azië scoort China duidelijk een hoger percentage betreffende het aantal onderzoeksinstitutingen ten opzichte van Japan en Korea. Van alle Aziatische onderzoeksinstitutingen zijn 61,1% van Chinese origine. Japan en Zuid-Korea houden elkaar op evenwicht met een aandeel van respectievelijk 15,4% en 13,4%.



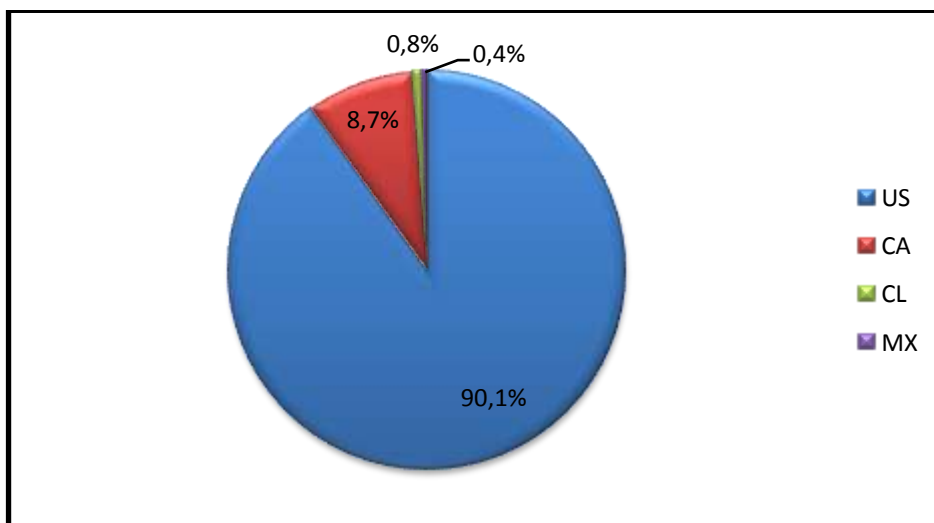
Figuur 12: Aandeel van de onderzoeksinstitutingen per Aziatisch land

Op de Europese variant van de grafiek (figuur 13) zien we dat Frankrijk duidelijk een hoger percentage scoort betreffende het aantal onderzoeksinstellingen ten opzichte van Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Van alle Europese onderzoeksinstellingen zijn 59,4% van Franse origine. Duitsland volgt op Frankrijk met een aandeel van 13,9%.



Figuur 13: Aandeel van de onderzoeksinstellingen per Europees land

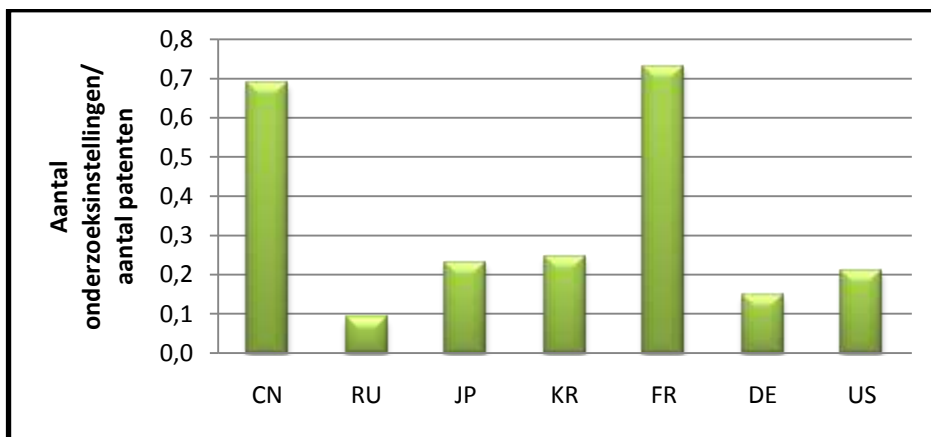
De patenten uit het Amerikaanse continent komen voor 90,1% uit de Verenigde Staten (figuur 14). Dit is een logisch resultaat, gezien het aantal patenten dat afkomstig is uit de Verenigde Staten ten opzichte van de overige Amerikaanse landen.



Figuur 14: Aandeel van de onderzoeksinstellingen per Amerikaans land



Als we het aantal onderzoeksinstellingen per topland bekijken, dan halen Frankrijk en China een hoger resultaat dan de overige toplanden. Hieruit kan afgeleid worden dat in deze landen, rekeninghoudend met het aantal patenten uit een bepaald land, vooral onderzoeksinstellingen achter de patentering zitten van innovaties omtrent fyto-remediatie. Frankrijk scoort de hoogste verhouding betreffende het aantal onderzoeksinstellingen op het aantal patenten en bevestigt daarmee de bewering van Schwitzguébel et al. (2002) die, zoals reeds werd vermeld, stelt dat fyto-remediatie in Europa vooral op onderzoek is gebaseerd, wat alleszins het aantal onderzoeksinstellingen verklaart in Frankrijk. Een ander land dat opvalt in deze grafiek is China dat met een hogere verhouding de overige landen, Rusland, Japan, Zuid-Korea, Duitsland en de Verenigde Staten, achter zich laat.



*Figuur 15: Verhouding tussen het aantal onderzoeksinstellingen en het aantal patenten per land*



## 8 Technologisch perspectief

De patenten die verzameld zijn in de database zijn afkomstig uit verschillende deeldomeinen. Deze deeldomeinen komen overeen met de reeds besproken IPC-codes (tabel 2).

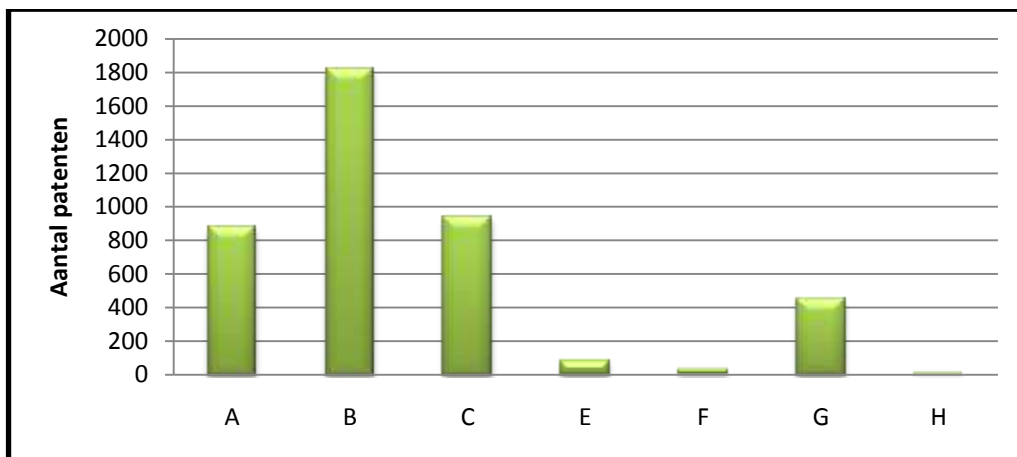
Lettercode	Beschrijving
A	Human necessities
B	Performing operations; transporting
C	Chemistry; metallurgy
D	Textiles; paper
E	Fixed constructions
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting engines or pumps
G	Physics
H	Electricity
Y	General tagging of new technological developments; general tagging of cross-sectional technologies spanning over several sections of the IPC

*Tabel 2: De hoofddomeinen van het international classificatiesysteem (Gange, 2013)*

## 8.1 Algemeen

De categorieën A (*human necessities*), B (*performing operations; transporting*), C (*chemistry; metallurgy*) en G (*physics*) springen in de database (figuur 16) duidelijk in het oog betreffende het aantal patenten. Maar deze informatie zegt nog niets over de echte inhoud van de patenten. Het is mogelijk de klassen en de deeldomeinen dieper te bestuderen, omdat deze uit verschillende niveau's bestaan (Sevenants & Smolders, 2013).

Achtereenvolgens wordt een classificatiecode opgebouwd uit de volgende onderdelen: 1. *class*, 2. *sectionlevel*, 3. *subclass*, 4. *grouplevel* en 5. *subgroup*. Elk onderdeel van een classificatiecode, behalve de *class*, is een subonderdeel van een hoger niveau.

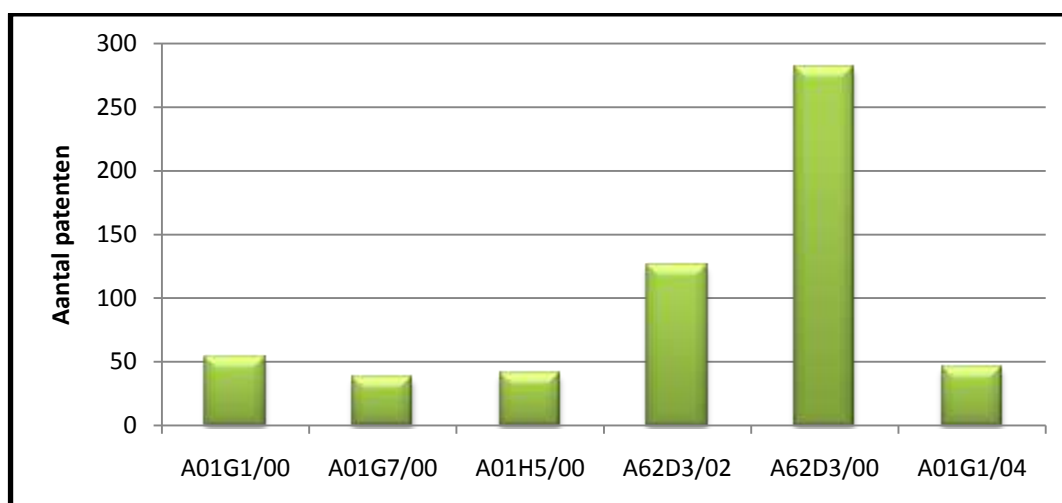


Figuur 16: Het aantal patenten per hoofddomein

### 8.1.1 A Human necessities

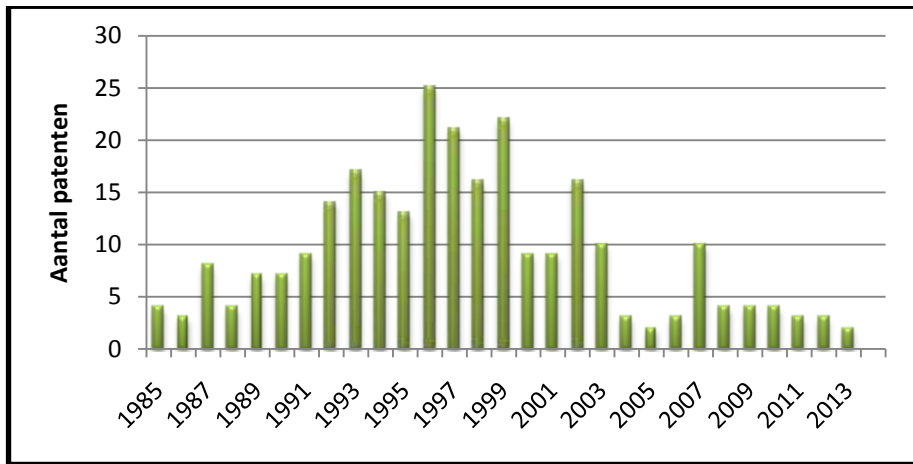
In de A-klasse zijn er twee classificatiecodes die in grote mate in de database voorkomen, nl. A62D3/00 en A62D3/02 (figuur 17).

- A human necessities
  - A62 Life-saving; fire fighting
    - A62D Chemical means for extinguishing fires or for combating or protecting against harmful chemical agents; chemical materials for use in breathing apparatus
      - A62D3/00 Processes for making harmful chemical substances harmless or less harmful, by effecting a chemical change in the substances
      - A62D3/02 Processes for making harmful chemical substances harmless or less harmful, by effecting a chemical change in the substances by biological methods, i.e. processes using enzymes or micro-organisms



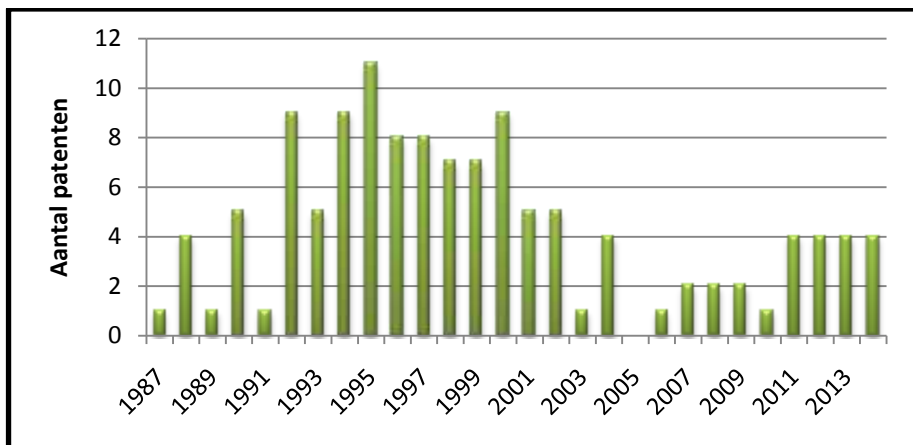
Figuur 17: Het aantal patenten per IPC-code uit het A-domein

Omdat het aantal patenten van deze IPC-codes vaak voorkomt in de database, is het van belang de evolutie van deze patenten te bestuderen. De patentactiviteit rond de A62D3/00 IPC-code kent sinds de millenniumwijziging minder patenten (figuur 18). Het hoogtepunt van het onderzoek lag in de tweede helft van de jaren '90. De patentactiviteit piekte in het jaar 1996 en nam vanaf 2000 af. In het voorbije decennium werden er gemiddeld vijf patenten aangevraagd.



Figuur 18: Evolutie A62D3/00

De patentactiviteit rond de A62D3/02 IPC-code kent een gelijkaardig discours wat betreft het aantal patenten per jaar dat deze IPC-code draagt (figuur 19). De meeste patenten dateren van de jaren '90, terwijl vanaf 2000 tot 2013 het aantal patenten gedaald is tot maximum vijf patentdocumenten per jaar.

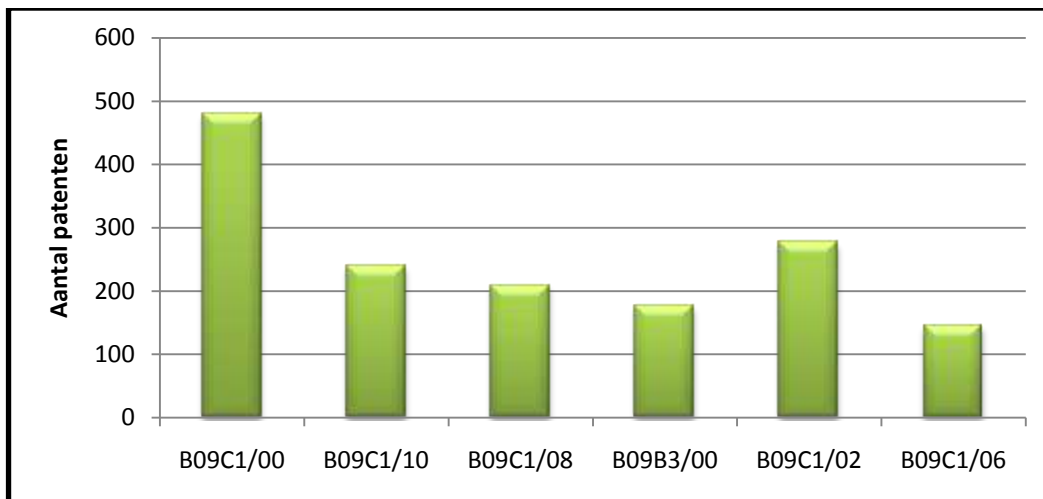


Figuur 19: Evolutie A62D3/02

### 8.1.2 B Performing Operations; transporting

Het B-domein levert in de opgestelde database de meeste patenten af (figuur 16) en is dus het meest vertegenwoordigde domein in de volledige database. De IPC-codes met de meeste patenten in deze klasse zijn: B09B3/00, B09C1/00, B09C1/02, B09C1/06, B09C1/08 en B09C1/10 (figuur 20).

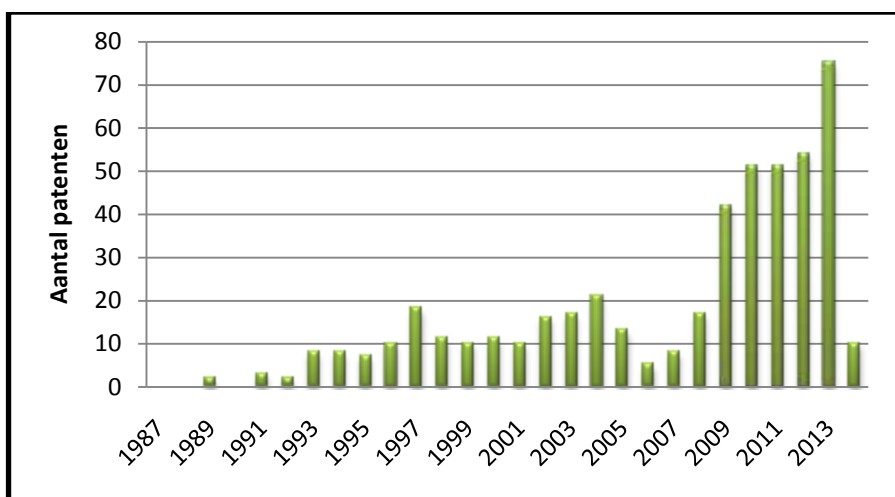
- B Performing; operations; transporting
  - B09 Disposal of solid waste; reclamation of contaminated soil
    - B09B3/00 Destroying solid waste or transforming (or contaminating solids) into something useful or harmless
  - B09C Reclamation of contaminated soil
    - B09C1/00 involving in-situ ground water treatment
    - B09C1/02 using an oil as solvent or extracting agent
    - B09C1/06 thermally
    - B09C1/08 chemically
    - B09C1/10 microbiologically, biologically or by using enzymes



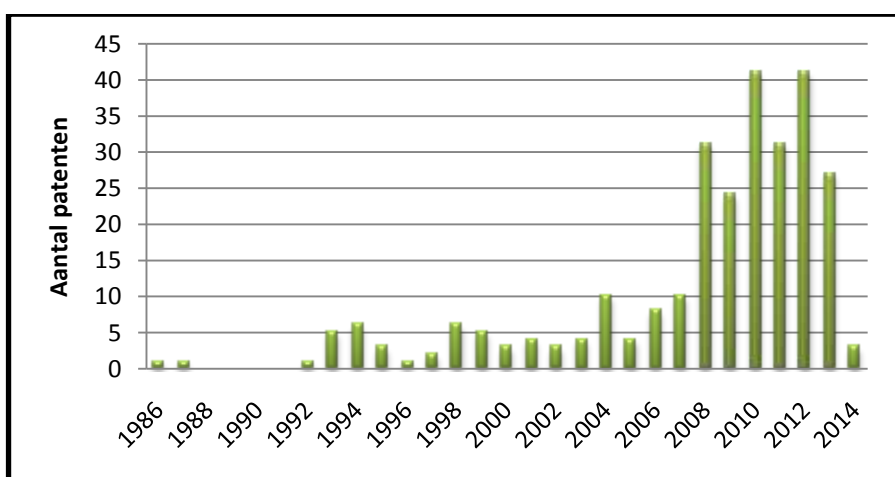
Figuur 20: Het aantal patenten per IPC-code uit het B-domein

De B09C1/00 IPC-code, komt het meeste voor in het B-domein en bovendien ook in de volledige database. De B09C1/00 IPC-code kent sinds 1990 elk jaar een geleidelijke toename wat betreft de patentactiviteit (figuur 21). Deze evolutie bleef aanhouden totdat in het jaar 2013 de patentactiviteit piekte tot ruim 70 *patentactiviteiten*. Dit duidt erop dat er vanuit bedrijven en onderzoeksinstellingen meer aandacht gaat en onderzoek wordt gedaan naar dit domein. Daarnaast valt de evolutie van deze IPC-code samen met de evolutie van alle patentdocumenten uit de database, dewelke besproken is in deelvraag 1.

Opvallend is dat ook alle andere B09C1 IPC-codes (B09C1/02, B09C1/06, B09C1/08 en B09C1/10) dezelfde evolutie gekend hebben, waarbij in 2013 een sterke piek behaald werd (figuur 22, 23, 24 en 25). Dit duidt op de recente extra aandacht die wetenschappers en organisaties hechten aan de B09C1-categorie, dewelke staat voor *reclamation of contaminated soil*, oftewel de sanering van verontreinigde bodems.

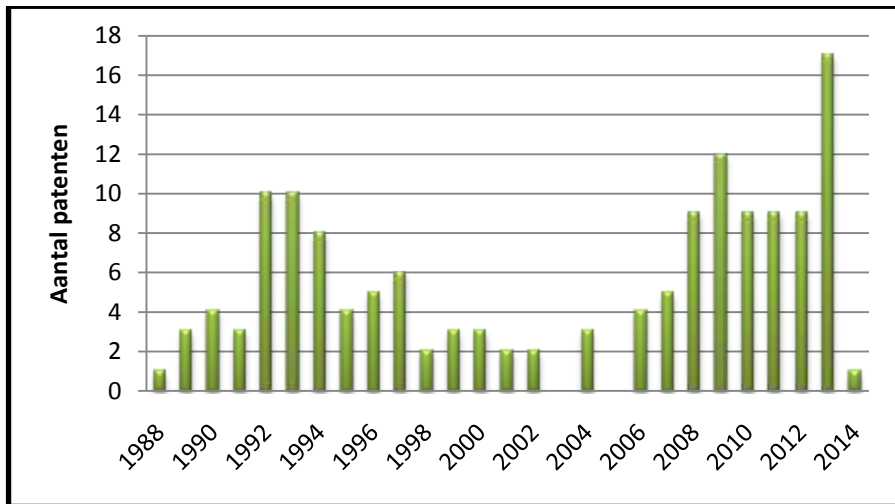


Figuur 21: Evolutie B09C1/00

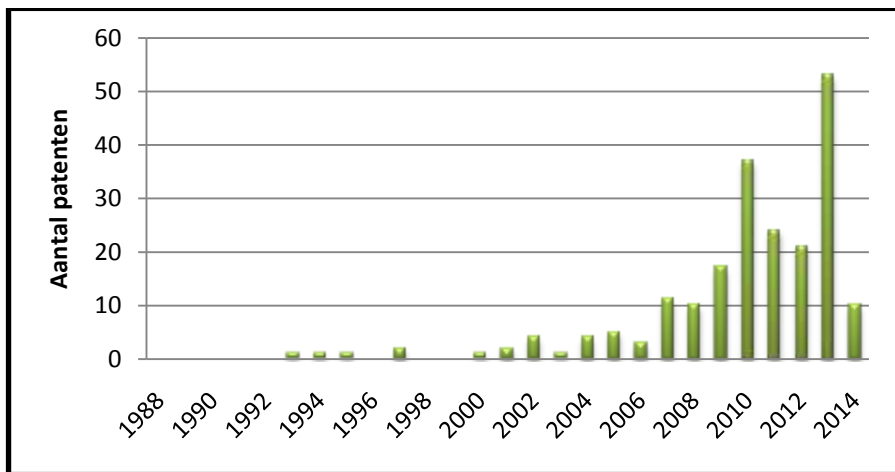


Figuur 22: Evolutie B09C1/02

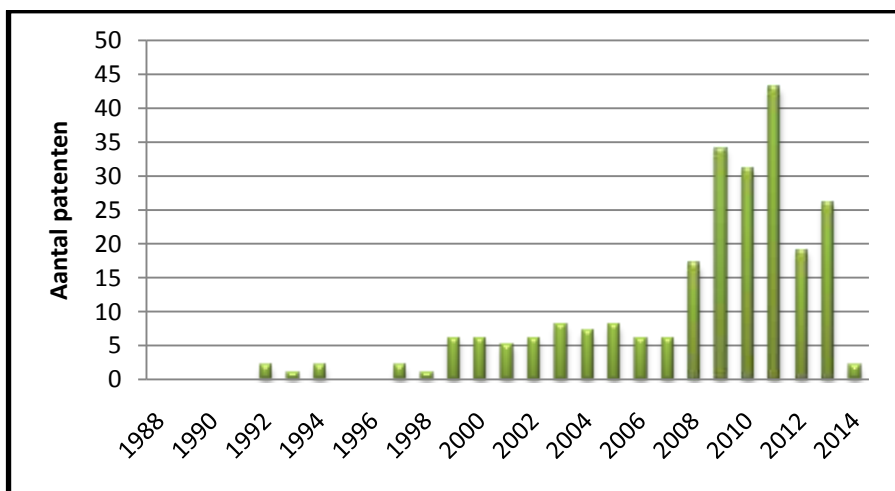




Figuur 23: Evolutie B09C1/06



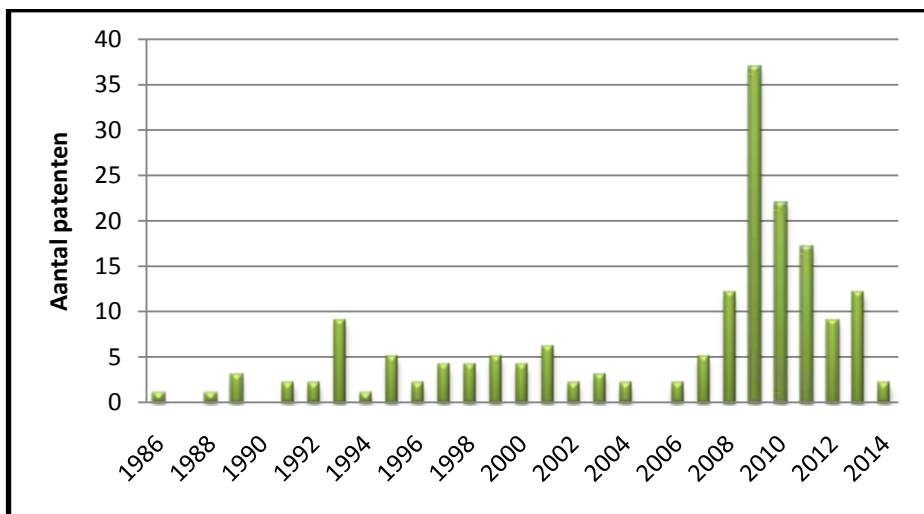
Figuur 24: Evolutie B09C1/08



Figuur 25: Evolutie B09C1/10

Rond de IPC-code B09B3/00 werden er reeds in de jaren '80 patenten aangevraagd (figuur 26). Dit aantal bleef gemiddeld tot 5 patenten per jaar. Vanaf 2007 steeg het aantal patenten zeer snel tot ruim 35 patenten in 2009. Dat het onderzoek rond deze IPC-code nog niet is afgerond, blijkt uit het balkje van 2014, dewelke duidt dat er dit jaar tot 2014 reeds enkele patenten werden aangevraagd.

De IPC-code heeft de volgende beschrijving: *destroying solid waste or transforming solid waste or contaminated solids into something useful or harmless*, oftewel houdt deze IPC-code de patenten in waarbij er sprake is van een omzetting van een vervuiling tot een minder toxische stof.

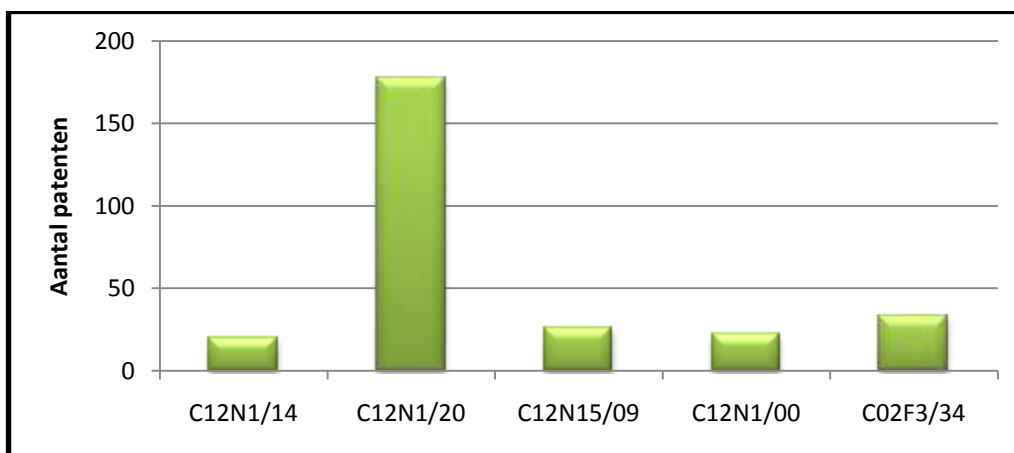


Figuur 26: Evolutie B09B3/00

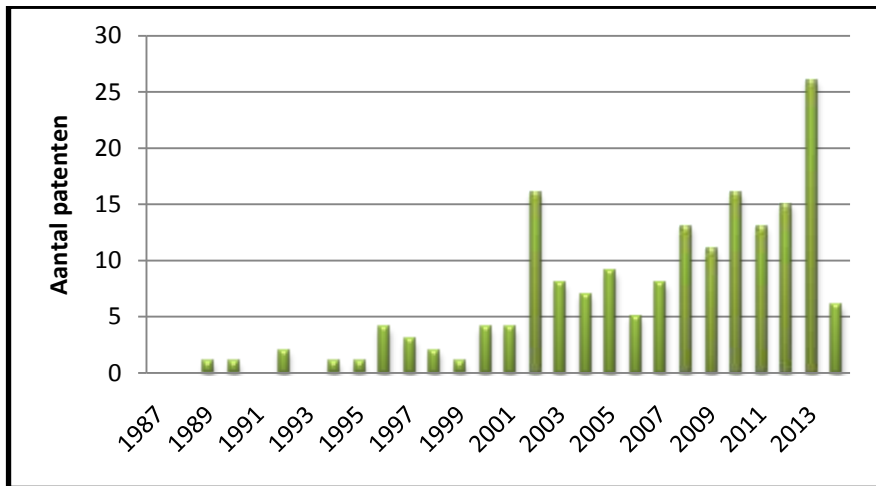
### 8.1.3 C Chemistry; metallurgy

In het C-domein, *chemistry; metallurgy*, is het enkel de C12N1/00 die boven de andere IPC-codes uitsteekt (figuur 27). De C12N1/00 IPC-code komt de laatste jaren meer voor en kent, zoals bij eerder vermelde IPC-codes, een piek in 2013. Dit duidt dus op verhoogde aandacht van wetenschappers en organisaties voor uitvindingen binnen dit IPC-domein (figuur 28).

- C Chemistry; metallurgy
  - C12 Biochemistry; beer; spirits; wine; vinegar; microbiology, enzymology, mutation or genetic engineering
  - C12N Micro-organisms or enzymes; compositions thereof; propagating, preserving or maintaining micro-organisms; mutation or genetic engineering; culture media
  - C12N1 Micro-organisms, i.e. protozoa; compositions thereof; processes of propagating, maintaining or preserving micro-organisms or compositions thereof; processes of preparing or isolating a composition containing a micro-organism; culture media therefore
    - C12N1/00 Bacteria; culture media therefore



Figuur 27: Het aantal patenten per IPC-code uit het C-domein

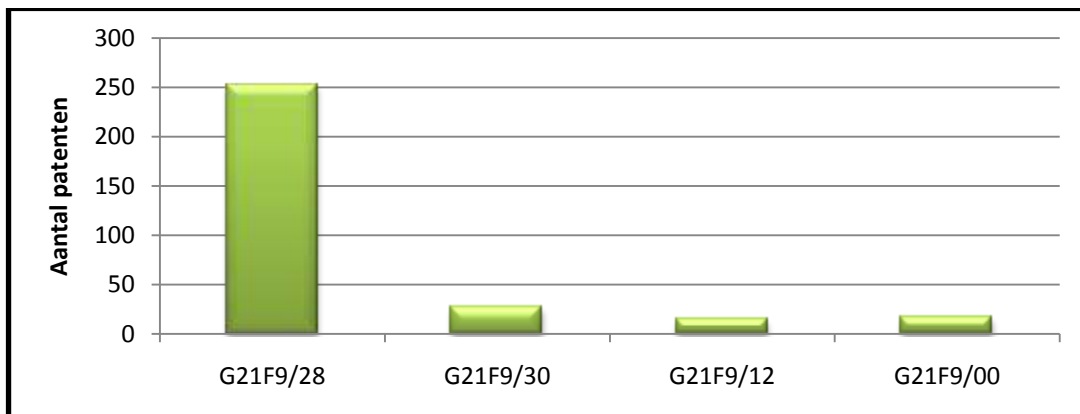


Figuur 28: Evolutie C12N1/20

### 8.1.4 G Physics

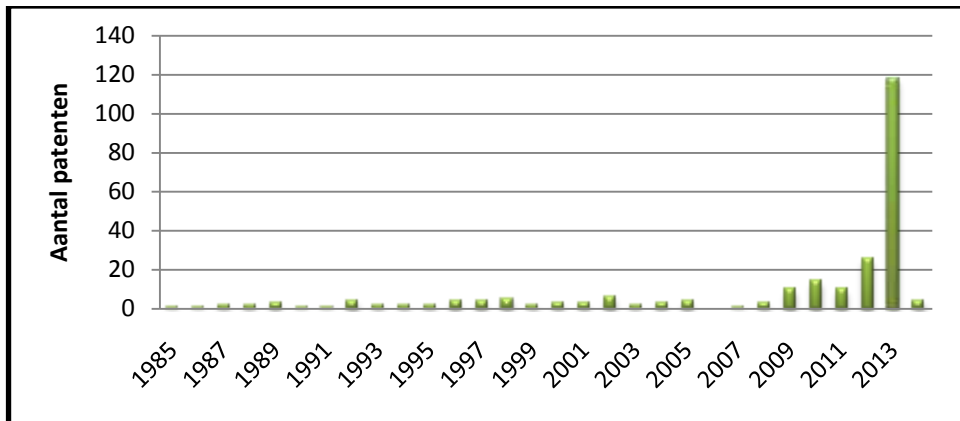
De meeste patenten uit deze klasse zijn afkomstig van de IPC-code G21F9/28 (figuur 29).

- G Physics
  - G21 Nuclear physics, nuclear engineering
  - G21F Protection against x-radiation, gamma radiation, corpuscular radiation or particle bombardment; treating radioactively contaminated material; decontamination arrangements therefore
  - G21F9 Treating radioactively contaminated material; decontamination arrangements therefore
    - G21F9/28 Treating solids



Figuur 29: Het aantal patenten per IPC-code uit het G-domein

Op figuur 30 is er maar één staafje dat de aandacht trekt, nl. dat van het jaar 2013. De patentactiviteit sinds 1980 tot 2008 is van een verwaarloosbaar niveau. Sinds 2008 steeg dit aantal tot gemiddeld 20 patentdocumenten per jaar. Vorig jaar, in 2013, klom de patentactiviteit rond de G21F9/28 IPC-code tot ruim 100 documenten over de gehele database. Hieruit kan geconcludeerd worden dat deze IPC-code meer aandacht krijgt van onderzoekers. Verder wordt opgemerkt dat ook de evolutie van deze IPC-code grotendeels gelijkloopt met de evolutie van alle patentdocumenten, besproken in hoofdstuk 5. Van de ruim 600 patenten van het jaar 2013 staat 1/5<sup>de</sup> op naam van de G21F9/28 IPC-code. Dit duidt op het feit dat sinds 2013 grote aandacht van wetenschappers en organisaties gaat naar dit domein.



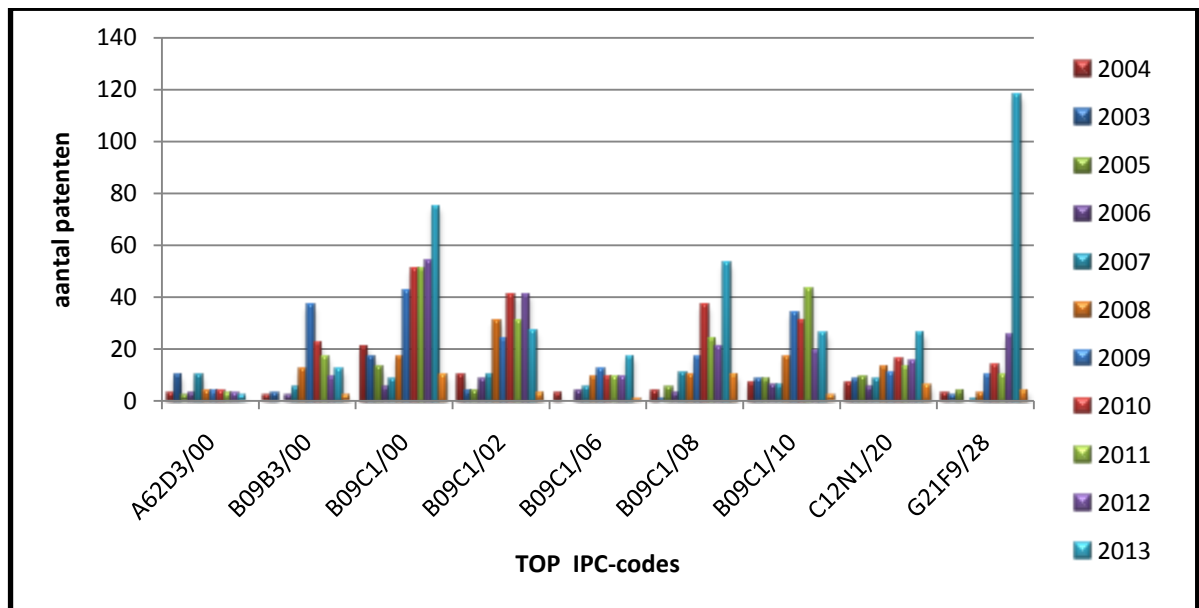
Figuur 30: Evolutie G21F9/28

## 8.2 Recente ontwikkelingen

In figuur 31 wordt duidelijk grafisch weergegeven dat de A62D3/00 steeds minder patentactiviteit kent. Opvallende klimmers zijn de B09C1/00 en de G21F9/28 die beiden een piek bereiken in het jaar 2013. Wetenschappers en organisaties focussen hun onderzoek de laatste jaren steeds meer op deze twee IPC-codes, gevolgd door B09C1/02 en B09C1/10. Deze laatstgenoemden staan respectievelijk voor *reclamation of contaminated soil using an oil as solvent or extracting agent* en *reclamation of contaminated soil microbiologically, biologically or by using enzymes*. Het gebruik van enzymen en micro-organismen in fyto-remediatie wordt uitgebreid beschreven in Vangronsveld et al. (2009). Er wordt, en werd reeds, onderzoek gevoerd naar chemische stoffen die planten produceren (bacteriën en enzymen) die nodig zijn om zich te beschermen tegen toxische stoffen. Maar volgens Vangronsveld et al. (2009) dient er meer onderzoek gevoerd te worden naar deze organismen, zodat deze kennis toegepast kan worden voor het oplossen van grote vervuilingsproblemen.

De IPC-codes die in 2013 een piek bereiken zijn B09C1/00 en de G21F9/28. Eerstgenoemde IPC-code kent sinds 2006 steeds meer patentactiviteit tot vorig jaar (2013). Een andere evolutie is merkbaar bij de G21F9/28: de jaren na de millenniumwijziging behaalde deze IPC-code slechts enkele patentdocumenten. In 2013 nam het aantal patentdocumenten met één sprong toe tot 118 patentdocumenten. Deze resultaten duiden op een sterk verhoogde interesse van wetenschappers en van organisaties in beide domeinen.

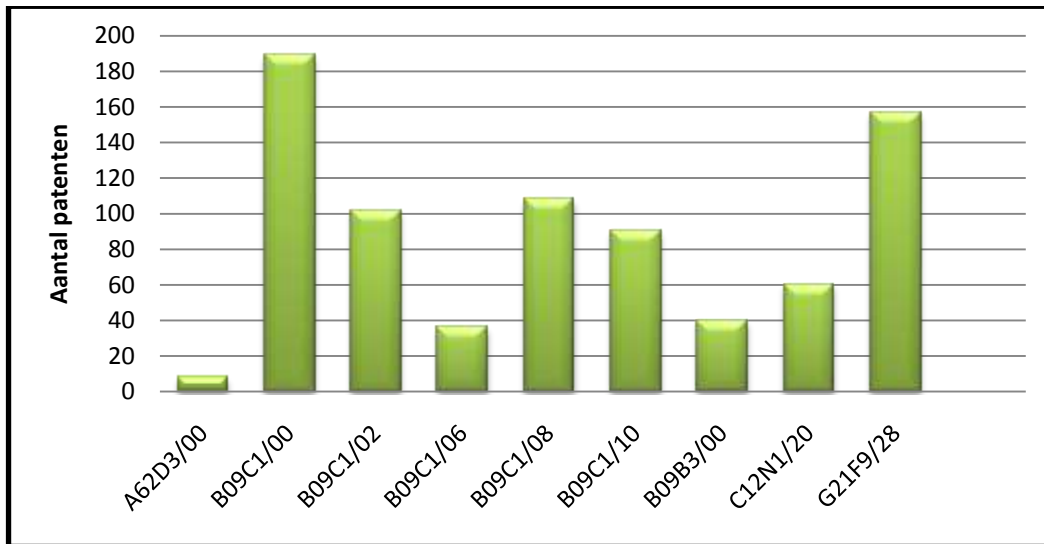
De B09C1/00 IPC-code staat voor *reclamation of contaminated soil involving in-situ ground water treatment* en de G21F9/28 verwijst naar *treating radioactively contaminated material, decontamination arrangements therefore, treating solids*. Hieruit concluderen we dat er steeds meer inspanningen worden verricht in onderzoek naar fyto-remediatie voor verontreinigd grondwater en bodems of grondwater die met radioactiviteit vervuild zijn. De evolutie van het aantal patenten van dit domein loopt grotendeels gelijk met de evolutie van de Aziatische patenten. Een oorzaak is waarschijnlijk de recente problematiek rond kernreactoren uit Fukushima die radioactieve vervuiling hebben veroorzaakt en nog steeds veroorzaken. Dit is voor Japanse organisaties waarschijnlijk de prikkel om onderzoek te doen in dit domein.



Figuur 31: Evolutie top IPC-codes van 2002 tot april 2014

Op onderstaande grafiek (figuur 32) wordt het aantal patenten, tussen 2013 en april 2014, weergegeven van de IPC-codes die het meeste voorkomen in de database. Het is duidelijk dat wetenschappers zich met verschillende domeinen bezighouden in het fytoremediatieonderzoek, maar er is een duidelijkere belangstelling merkbaar voor de B09C1/00, B09C1/10 en G21F9/28 IPC-codes. Laatstgenoemde IPC-code, *treating radioactively contaminated material*, is zoals reeds vermeld, logisch, omdat wetenschappers in de verontreinigde sites rond de kernreactoren van Fukushima de kans zien om fytoremediatie toe te passen. De overige twee IPC-codes handelen over patenten die betrekking hebben op de werking van planten en micro-organismen bij het saneren van een site. Schwitzguébel (2004) bevestigt namelijk dat meer onderzoek nodig is hieromtrent omwille van de volgende reden:

*“More fundamental research is also required to better understand the complex interactions between pollutants, soil, plant roots and microorganisms at the rhizosphere level, to increase the bioavailability of pollutants, to fully exploit the metabolic diversity of plants and, thus, to successfully implement this new green technology”* (p. 131).



Figuur 32: Aantal patenten per top IPC-code in de periode 2011 tot april 2014







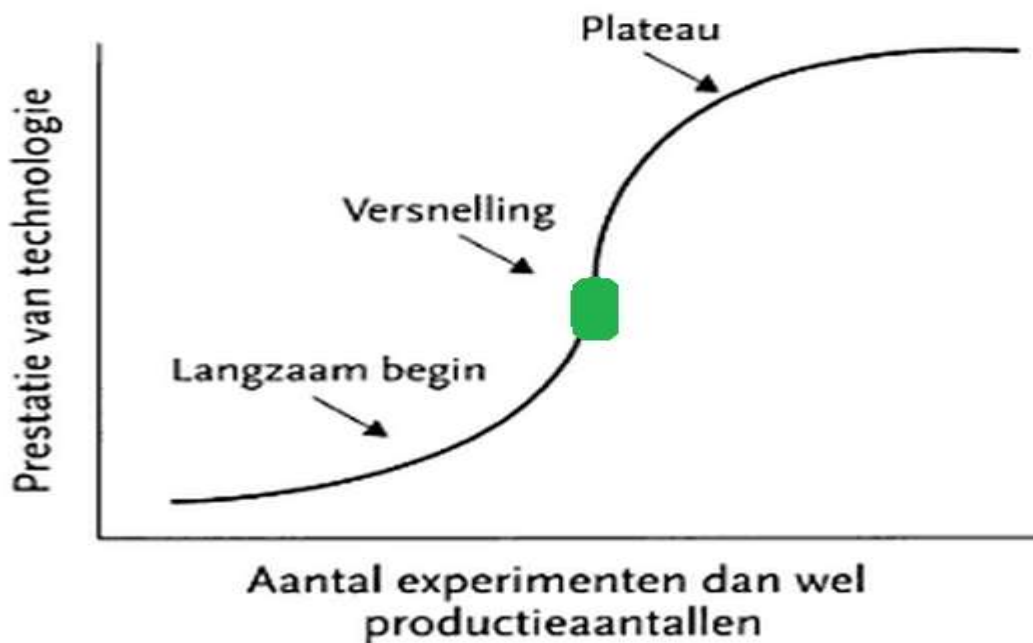
## 9 DEEL 4: Besluit

Fytoremediatie is een in-situ remediatiemethode die toegepast kan worden op vervuilde bodems en grondwater (Vangronsveld et al., 2009). De technologie waarbij planten worden ingezet om vervuiling in bodems of grondwater af te breken heeft verschillende voordelen ten opzichte van conventionele saneringmethodes. Deze is kosteneffectiever en heeft geen negatief effect op het bodemecosysteem, zoals dat wel het geval is bij bijvoorbeeld het afgraven van vervuilde bodems. Een belangrijk minpunt is de langere remediatieperiode die nodig is om eenzelfde effect te bereiken als traditionele saneringmethodes.

In deze thesis is het de bedoeling de technologie van fytoremediatie in een brede context te plaatsen. De volgende perspectieven werden daarom bestudeerd: de evolutie, het geografisch, het organisatorisch en het technologisch perspectief.

### **Evolutie**

Het aantal patenten kan beschouwd worden als een mate van innovatie en duidt ook op het geloof dat organisaties hechten aan het marktpotentieel van hun uitvindingen. Op basis van de evolutie van het aantal patenten wordt geconcludeerd dat na een periode van weinig groei (figuur 33 – *langzaam begin*) van het aantal patenten (vanaf 1980 tot 2005), organisaties nu wel geloven in de toekomstige fytoremediatiemarkt. Het onderzoek naar fytoremediatie is de afgelopen jaren sterk gestegen en kende een boost in het jaar 2013. Uit de voorlopige patentcijfers van 2014 (januari tot april) blijkt dat het einde van het onderzoek voorlopig nog niet zichtbaar is. Op figuur 33 wordt de technologie van fytoremediatie geplaatst op de groene stip tussen *langzaam begin* en *versnelling*. Het onderzoek naar fytoremediatie is namelijk recent zeer snel aan het groeien. Het *plateauniveau* is nog niet bereikt, aangezien verschillende auteurs weergeven dat er nog meer onderzoek nodig is naar plantprocessen en functies van micro-organismen, opdat de technologie wordt verbeterd (Vangronsveld, et al., 2009).



Figuur 33: S-curve, oftewel de leercurve van een technologie (Hekkert & Ossebaard, 2010)

### Organisatorisch

De huidige spelers binnen de fyto-remediatiemarkt zijn grotendeels Aziatische ondernemingen en onderzoeksinstituten. Meer specifiek wordt de Aziatische markt gedomineerd door organisaties uit Japan en China. In de Verenigde Staten is er reeds een grote basis van onderzoek gevoerd, maar Amerikaanse organisaties worden, gezien de laatste 5 jaren, ingehaald door Aziatische organisaties.

Uit de analyses blijkt dat betreffende de organisaties er zowel onderzoek wordt gevoerd door vooral private ondernemingen, gevolgd door onderzoeksinstituten. Europa staat op kop betreffende het aandeel van de onderzoeksinstituten in alle Europese organisaties, gevolgd door Azië, waar tevens de laatste jaren, aan de hand van het aantal patenten, het meeste onderzoek gevoerd wordt naar fyto-remediatie. Omdat in Europa het onderzoek jarenlang vooral door onderzoeksinstituten werd gevoerd, heeft dit zich niet vertaald in meer patentvorming. In de Verenigde Staten daarentegen, grepen vooral private ondernemingen in in het onderzoek naar de technologie. Dit vertaalde zich in meer patenten omtrent de technieken, hetgeen verklaarbaar is, omdat het nemen van een patent geen kosteloze activiteit is. Er is immers nood aan kapitaal die aanwezig is bij private ondernemingen.

Verder wordt opgemerkt dat de samenwerking tussen onderzoeksinstituut en bedrijfswereld een vaak voorkomend verschijnsel is, vooral in de Aziatische landen. Op basis hiervan is het van belang dat ook Europese organisaties, onderzoeksinstituten en bedrijven, nauwer samenwerken om de technologie praktijkgericht te ontwikkelen. Een combinatie van beide soorten organisaties zorgt voor kennisontwikkeling door de aanwezigheid van financieringsmiddelen van privé ondernemingen enerzijds en de knowhow van onderzoeksinstituten anderzijds.

### Technologisch

De techniek van fyto-remediatie is door onderzoekers na jarenlange studies op technologisch vlak ontwikkeld. De eerste onderzoeken (1980-2000) waren vooral gericht op welke manier vervuilende stoffen omgezet kunnen worden in minder vervuilende deeltjes met behulp van micro-organismen en bacteriën. Nadien werd, en wordt nog steeds, onderzoek gedaan naar de toepassing hiervan op verontreinigde bodems en de combinaties van micro-organismen en planten. Verder is er sinds 2012 vanuit Azië, vooral uit Japan, verhoogde aandacht van wetenschappers voor fyto-remediatie op met radioactiviteitvervulde sites, hetgeen logisch is gezien de recente problemen met de kerncentrale van Fukushima in Japan.

### **Beleidsaanbevelingen**

Een eerste beleidsargument rond de technologie is om intercontinentale partnerschappen op te richten, omdat veel patenten, en dus ook kennis, van Aziatische en Amerikaanse aard zijn. Het gevaar bestaat dat door wereldwijd onderzoek naar fyto-remediatie dubbel onderzoek wordt verricht. Daarnaast kan de "buitenlandse" kennis verzameld worden door inhoudelijke patentanalyses uit te voeren. Alle patenten omtrent de techniek van fyto-remediatie dienen verzameld en geordend te worden op basis van inhoudelijk verschillen. Bij deze patentanalyses ligt de nadruk meer op de innovaties zelf. Deze informatie is op ESPACENET beschikbaar per patent in de vorm van abstracts of patentformulieren.

Het is ook een financiële kwestie waarom in het onderzoek naar fyto-remediatie de Europese organisaties te maken hebben met een achterstand ten opzichte van Amerikaanse en Aziatische organisaties. Overheden steunen de binnenlandse onderzoeksinstituten namelijk met fondsen ter ondersteuning van het onderzoek naar groene sanering. Willey (2007) vermeldt dat over de jaren heen China een goede reputatie ontwikkelde omtrent fyto-remediatie. Het waren immers Chinese wetenschappers en organisaties die met hun publicaties andere landen prikkelden om ook onderzoek te doen naar fyto-remediatie. De Chinese overheid is overtuigd van de voordelen van de techniek en is bijgevolg een grote financieringsbron voor het onderzoek naar de technologie. Wetenschappers moeten het in Europa met kleine budgetten doen van nationale en regionale overheden om hun onderzoeken naar groene sanering te financieren (Marmioli et al., 2006). Het is van belang dat overheden het onderzoek naar groene sanering steunen, gezien de voordelen ervan ten opzichte van conventionele bodemsaneringmethoden. Meer overheidsgeld dat bestemd is voor onderzoek naar groene sanering kan de implementatie van fyto-remediatie in de markt in een stroomversnelling brengen. In Europa zijn er de laatste jaren wel meer overheidsinitiatieven om het onderzoek naar groene sanering te steunen. Vanuit Europa zijn er wel verschillende initiatieven in werking getreden: het *FP7-programma*, *Horizon 2020* en het *Snowman Network*. Laatstgenoemde is een netwerk van organisaties die verschillende onderzoeken financieel steunen omtrent bodem- en grondwaterbeheer in Europa (Snowman Network, 2013).

Aangezien er in de Verenigde Staten vooral private organisaties het onderzoek voerden naar fyto-remediatie, kreeg het onderzoek financiële stimulansen, dewelke zich vertaalden in patentering van de uitvindingen omtrent de techniek. In Europa daarentegen sprongen private ondernemingen niet snel op de kar om onderzoek te voeren naar deze onbekendere saneringmethode. Een beleidsaanbeveling in dit vlak is om investeerders aan te trekken om hun kapitaal te investeren in deze groene vorm van sanering. McCutcheon & Schnoor beweerden in 2003 dat het onderzoek naar deze groene saneringmethode lijdt aan het gebrek van voldoende investeerders. Wetenschappers en organisaties dienen investeerders dus warm te maken om in deze milieuvriendelijkere techniek hun kapitaal te steken. Deze optie kan bijvoorbeeld uitgevoerd worden door bestaande bodemsaneringbedrijven uit te nodigen en te overtuigen van de voordelen van de technologie. De reden waarom er weinig privaat initiatief is om te investeren in groene sanering is de lage *return on investment* die deze investering met zich meebrengt. Een mogelijkheid hier is om vanuit de Europese en/of nationale overheden de investeerders in groene sanering te belonen. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een belastingvermindering, een subsidie voor de investeerders of andere voordelen.

Een volgende beleidsaanbeveling die als doel heeft het onderzoek naar fyto-remediatie te steunen, is het uitwerken van een gunstigere patentregeling voor zogenaamde groene uitvindingen. Dit moet bedrijven en onderzoeksinstituten stimuleren om hun uitvindingen te patenteren, zodat ze sneller geneigd zijn onderzoek te doen naar groene sanering. Een soepeler patentregime heeft wel geen invloed op het onderzoek dat gevoerd wordt naar fyto-remediatie, waarbij geen patenten werden voor aangevraagd. Het gunstiger maken van de patentregulatie kan bijvoorbeeld door het hanteren van voordeligere tarieven voor de aanvraag van een patent, lagere periodieke bijdragen, lagere administratieve lasten etc. Het is logisch dat deze dan resulteren in meer patentaanvragen (Rassenfosse & Van Pottelsberghe, 2012). In Europa worden, door de EPO,<sup>4</sup> periodieke bijdragen geïnd die gemiddeld twee of drie maal hoger liggen dan door de Amerikaanse variant, de USPTO.<sup>5</sup> Ook voor deze optie is verder onderzoek nodig om te zien in welke mate dit toegepast zou kunnen worden en welke effecten deze optie met zich meebrengt.

Omtrent het patentsysteem zijn in Europa recent nieuwe hervormingen doorgevoerd. Zo werd vanuit de Europese Unie in 2012 beslist om het *unitary patent package* in te stellen (European Commission, 2014). Dit systeem houdt in dat binnen de lidstaten van de Europese Unie nu een patentregeling bestaat, waarbij door één (verleende) patentaanvraag het patent in werking treedt in alle 25 lidstaten<sup>6</sup> van de Europese Unie. Een organisatie vermijdt hierdoor veel administratieve lasten, aangezien in de vorige regeling per land een aparte procedure gevolgd moest worden. Onderzoek moet uitwijzen of deze nieuwe regeling een positief effect heeft op het aantal Europese patenten, en specifiek de patenten met betrekking op fyto-remediatie.

---

<sup>4</sup> European Patent Office

<sup>5</sup> United States Patent and Trademark Office

<sup>6</sup> Alle lidstaten, uitgezonderd Italië en Spanje

### **Kwaliteit van het onderzoek**

Voorzichtigheid is zeer nodig bij het trekken van conclusies op basis van een patentanalyse. De patentanalyse geeft belangrijke informatie weer over het historisch, organisatorisch, geografisch en technologisch perspectief van fyto-remediatie, maar deze zegt niets over de kwaliteit en de meerwaarde van de patenten (Lizin et al., 2013). Verder onderzoek is nodig om inzicht te krijgen in de patentkwaliteit van de verzamelde patenten en om uit te wijzen wanneer de echte implementatie van fyto-remediatie in de markt verwacht wordt.

Er zijn verder verschillende factoren die de nauwkeurigheid van deze patentanalyse negatief beïnvloeden.

- Niet elke uitvinding wordt gepatenteerd, waardoor een patentanalyse niet alle weergeeft omtrent het onderzoek naar fyto-remediatie.
- Er zijn verschillen in patentsystemen tussen verschillende landen.
- Veel patenten hebben verschillende aanvragers die samenwerkten om het patent te verkrijgen en behoren toe tot verschillende IPC-codes. In de analyses werden echter enkel de eerste aanvrager of de eerste IPC-code, die ESPACENET weergeeft, in rekening genomen.

## Lijst van geraadpleegde werken

- Auteursrechten* (z.d.). Opgevraagd op 1 mei, 2014, via [http://www.belgium.be/nl/economie/handel\\_en\\_consumptie/intellectueel\\_eigendom/auteursrechten](http://www.belgium.be/nl/economie/handel_en_consumptie/intellectueel_eigendom/auteursrechten).
- Bulham, E., (2006). *Hybrids rising sun*. Opgevraagd op 23 oktober, 2013, via <http://alexandria.tue.nl/extra2/afstversl/tm/bulham2006.pdf>.
- Compennolle, T., Van Passel, S., Weyens, N., Vangronsveld, J., Lebbe, L., & Thewys, T. (2012). Groundwater remediation and the cost effectiveness of phytoremediation [Elektronische versie]. *International journal of phytoremediation*, 14, 261-877.
- Ernst, H. (2003). Patent information for strategic technology management [Elektronische versie]. *World patent information*, 25, 233-242.
- European Commission (z.d.). *What is Horizon 2020?*. Opgevraagd op 27 mei, 2014, via <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>.
- European Commission (2006). *Thematische strategie voor bodembescherming*. Opgevraagd op 1 mei, 2014, via <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/;jsessionid=9CyyTMCJh8MgZQR83v9J1syWxvPhh x28gJpJb31FNQ26Q1t336yH!-1639360510?uri=CELEX:52006DC0231>.
- European Commission (2006). *FP7 – De antwoorden van morgen beginnen vandaag*. Opgevraagd op 27 mei, 2014, via [http://ec.europa.eu/research/fp7/pdf/fp7-factsheets\\_nl.pdf](http://ec.europa.eu/research/fp7/pdf/fp7-factsheets_nl.pdf).
- European Commission(2010). *Soil – a key resource for the EU*. Opgevraagd op 1 april, 2014, via <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/soil2.pdf>.
- European Commission(2014). *FAQ - What is the unitary patent package?*. Opgevraagd op 1 mei, 2014, via [http://ec.europa.eu/internal\\_market/indprop/patent/faqs/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/internal_market/indprop/patent/faqs/index_en.htm).
- European Commission (2014). *Life and soil protection*. Opgevraagd op 1 maart, 2014, via <http://ec.europa.eu/environment/life/publications/lifepublications/flippingbook/soil/index.html#/1>.
- Gange, D. (2013). The new cooperative patent classification system – Improving patent searching [Elektronische versie]. *Online searcher*, 37, 27-30.
- Gravez, B. (2011). *Een handige gids voor KMO-bedrijfsleiders over intellectuele eigendom*. Brussel: IWT.
- Greenland-project. (z.d.). Opgevraagd op 17 oktober, 2013, via <http://www.greenland-project.eu>.



- Guisson, R., & Van Dael, M. (2013). *Eindrapport ECP-case Belgisch Limburg*. Opgevraagd op 1 mei, 2014, via <http://www.ecp-biomass.eu/sites/default/files/pages/Eindrapport%20Lommel.pdf>.
- Hekkert, M., & Ossebaard, M. (2010). *De innovatiemotor – Het versnellen van baanbrekende innovaties*. Assen: Van Gorcum.
- Jones, A., Panagos, P., Barcelo, S., Bouraoui, F., Bocso, C., Dewitte, O., Gardi, C., Hervas, J., Hiederer, R., Jeffery, S., Montanarella, L., Penizek, V., Toth, G., Van Den Eeckhout, M., Van Liederkerke, M., Verheijen, F., & Yigini, Y. (2012). *The state of soil in Europe*. Opgevraagd op 1 mei, 2014, via [http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrcreference\\_report\\_2012\\_02\\_soil.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrcreference_report_2012_02_soil.pdf).
- Korteweg, R., Bastein, T., Rietveld, E., Van Loon, N., Tukker, A., Gehem, M., De Ridder, M., Zwanikken, J., & Ax, T. (2012). *Samenwerken aan zeldzame aarden*. Opgevraagd op 1 april, 2014, via <file:///C:/Users/dell/Downloads/Samenwerken%20aan%20Zeldzame%20Aarden.pdf>.
- Kyungpyo, L., & Sungjoo, L. (2013). Patterns of technological innovation and evolution in the energy sector: A patent-based approach [Elektronische versie]. *Energy policy*, 59, 415-432.
- Lizin, S., Leroy, J., Delvenne, C., Dijk, M., De Schepper, E., & Van Passel, S. (2013). A patent landscape analysis for organic photovoltaic solar cells: Identifying the technology's development phase [Elektronische versie]. *Renewable energy*, 57, 5-11.
- Marmioli, N., Marmioli, M., & Maestri, E. (2006). *Phytoremediation and phytotechnologies : a review for the present and the future*. Opgevraagd op 1 mei, 2014, via [http://www2.bren.ucsb.edu/~dturney/port/Soil\\_Water\\_Pollution\\_Monitoring\\_Protection\\_Remediation/403.pdf](http://www2.bren.ucsb.edu/~dturney/port/Soil_Water_Pollution_Monitoring_Protection_Remediation/403.pdf).
- McCutcheon, S.C., & Schnoor, J.L. (2003). *Phytoremediation – Transformation and control of contaminants*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Mogee, M.E., (1991). Using patent data for technology analysis and planning [Elektronische versie]. *Research Technology Management*, 34, 43.
- Nielsen, T.D., Cruickshank, C., Foged S., Thorsen, J., & Krebs, F.C. (2010). Business, market and intellectual property analysis of polymer solar cells [Elektronische versie]. *Solar energy, materials and solar cells*, 94, 1553-1557.
- Patent Inspiration*. (z.d.). Opgevraagd op 1 december, 2013, via <http://www.patentinspiration.com>.

- Pivetz, E.B. (2001). *Phytoremediation of contaminated soil and groundwater at hazardous waste sites*. Opgevraagd op 23 oktober, 2013, via [http://www.epa.gov/superfund/remedy\\_tech/tsp/download/epa\\_540\\_s01\\_500.pdf](http://www.epa.gov/superfund/remedy_tech/tsp/download/epa_540_s01_500.pdf).
- Rassenfosse, G., & Van Pottelsberghe, B. (2012). *On the price elasticity of demand for patents*. Opgevraagd op 7 mei, 2014, via <file:///C:/Users/dell/Downloads/70118252.pdf>.
- Schnoor, J.L. (1997). *Phytoremediation*. Opgevraagd op 1 mei, 2014, via [http://www.clu-in.org/download/toolkit/phyto\\_e.pdf](http://www.clu-in.org/download/toolkit/phyto_e.pdf).
- Schwitzguébel, J.P. (2004). Potential of phytoremediation, an emerging green technology: European trends and outlook [Elektronische versie]. *Proc. Indian natn Sci acad*, 1, 131-152.
- Schwitzguébel, J.P., Van Der Lelie, D., Baker, A., Glass, D.J., & Vangronsveld, J. (2002). Phytoremediation: European and American trends successes, obstacles and needs [Elektronische versie]. *Journal of soils and sediments*, 2, 91-99.
- Sevenants, M., & Smolders, K. (2013). *Hoe vind ik mijn weg in de wereld van octrooien?*. Brussel: IWT.
- Snowman Network (2013). *Knowlegde for sustainable soils*. Opgevraagd op 19 mei, 2014, via [http://www.snowmannetwork.com/upload/documents/various/SNOWMAN\\_PORTFOLIO.pdf](http://www.snowmannetwork.com/upload/documents/various/SNOWMAN_PORTFOLIO.pdf).
- Sungjoo, L., Yoon, B., Lee, C., & Park, J. (2009). Business planning based on technological capabilities: patent analyses for technology-driven roadmapping [Elektronische versie]. *Technological forecasting & social change*, 76, 769-786.
- United States Environmental Protection Agency (2000). *Introduction to phytoremediation*. Opgevraagd op 1 december, 2013, via <http://www.phytoremediation.be/wp-content/uploads/2013/03/EPA-2000-Introduction-to-phytoremediation.pdf>.
- Utterback, J.M. (1994). *Mastering the dynamics of innovation*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Van Liederkerke, M., Prokop, G., Rabl-Berger, S., Kibblewhite, M., & Louwagie, G. (2014). *Progress in the management of contaminated sites in Europe*. Opgevraagd op 1 april, 2014, via <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/30755/1/lbna26376enn.pdf>.

- Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile, A.R., Jones, J.A., Montanarella, L. Olazabal, C., & Selvaradjou, S.K. (2004). *Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection*. Opgevraagd op 1 april, 2014, via [http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb\\_archive/policies/stsweb/Vol4.pdf](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/policies/stsweb/Vol4.pdf).
- Vangronsveld, J., Herzig, R., Weyens, N., Boulet, J., Adriaensen, K., Ruttens, A., Thewys, T., Vassilev, A., Meers, E., Nehnevajova, E., Van Der Lelie, D., & Mench, M. (2009). Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: lessons from the field [Elektronischeversie]. *Environ SciPollut Res*, 16, 765-794.
- Watanabe, M.E., (1997). Phytoremediation on the brink of commercialization. [Elektronische versie]. *Environmental science and technology*, 31, 182-186.
- Willey, N. (2007). *Phytoremediation: methods and reviews*. New Jersey: Humana Press.
- World Bank(z.d.). *Country code list*. Opgevraagd op 1 december, 2014, via <http://www.data.worldbank.org/country>.
- World Bank (2014). *Countries and economies*. Opgevraagd op 7 mei, 2014, via <http://data.worldbank.org/country>.
- World Intellectual Property Organization(2007). *IPO patent report – Statistics on worldwide patent activities*. Opgevraagd op 1 mei, 2014, via [http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/patents/931/wipo\\_pub\\_931.pdf](http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/patents/931/wipo_pub_931.pdf).

---

# Bijlagen

## Bijlage 1

In bijlage 1 worden de landen die voorkomen in de verzamelde database per werelddeel geordend.

- **Afrika** Zuid-Afrika
- **Amerika** Barbados; Bermuda; Brazilië; Britse Maagdeneilanden; Chili; Mexico; Canada; Verenigde Staten

Het continent *Amerika* duidt op basis van de bovengenoemde landen op Noord- en Zuid-Amerika. Echter ligt het aantal Zuid-Amerikaanse patenten zodanig laag ten opzichte van de Noord-Amerikaanse landen Canada en de Verenigde Staten. Omwille van deze reden wordt, als het continent Amerika vermeld wordt in deze thesis, voornamelijk Noord-Amerika bedoeld.

- **Europa** Oostenrijk; België; Zwitserland; Tsjechië; Denemarken; Duitsland; Spanje; Finland; Frankrijk; Verenigd Koninkrijk; Hongarije; Kroatië; Ierland; Italië; Liechtenstein; Litouwen; Letland; Moldavië; Nederland; Noorwegen; Polen; Portugal, Roemenië; Zweden; Slovenië; Turkije, Oekraïne;; het voormalig Yoegoslavië, het voormalig Tsjecho-Slowakije
- **Azië** China; Hongkong; Israël; India; Japan; Zuid-Korea; Kazachstan; Maleisië; Rusland; Singapore; Taiwan; de voormalige Sovjet-Unie
- **Oceanië** Australië; Nieuw-Zeeland

## Bijlage 2

In bijlage 2 wordt beschreven voor welk land de verschillende landcodes staan. Tussen haakjes staat het aantal patenten dat door organisaties uit dat land werd aangevraagd.

<b>Landcode</b>	<b>Naam land</b>	<b>Aantal patenten</b>
AT	Oostenrijk	6
AU	Australië	24
BB	Barbados	1
BE	België	9
BM	Bermuda	1
BR	Brazilië	1
CA	Canada	76
CH	Zwitserland	19
CL	Chili	3
CN	China	615
CS	het voormalige Tsjecho-Slowakije	1
CZ	Tsjechië	13
DE	Duitsland	157
DK	Denemarken	7
ES	Spanje	11
FI	Finland	5
FR	Frankrijk	134
GB	Verenigd Koninkrijk	55
HK	Hongkong	4
HR	Kroatië	1
HU	Hongarije	4
ID	Indonesië	1
IE	Ierland	2
IL	Israël	26
IN	India	7
IT	Italië	26
JP	Japan	1185
KR	Zuid-Korea	398
KZ	Kazachstan	2
LI	Liechtenstein	1
LT	Litouwen	4
LV	Letland	1
MD	Moldavië	2
MX	Mexico	4
MY	Maleisië	3
NL	Nederland	32
NO	Noorwegen	3
NZ	Nieuw-Zeeland	7
PL	Polen	7
PT	Portugal	1
RO	Roemenië	7
RU	Rusland	134

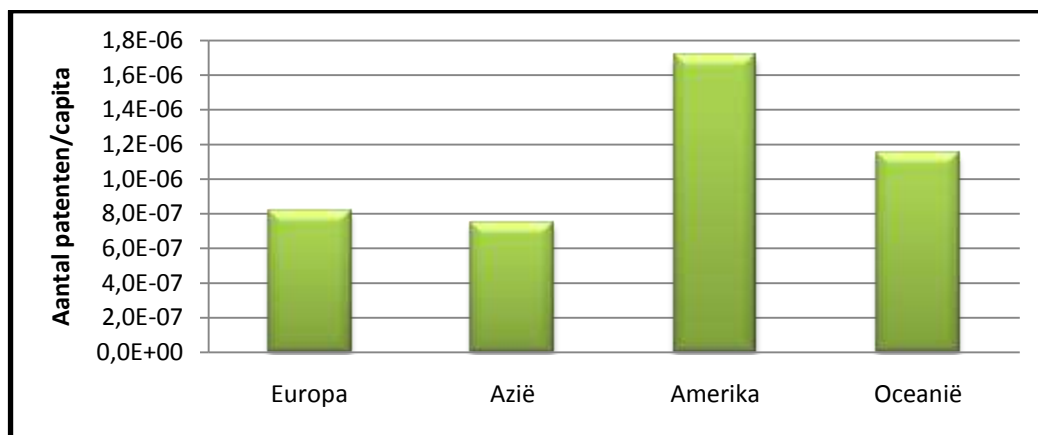
SE	Zweden	5
SG	Singapore	1
SI	Slovenië	1
SU	de voormalige Sovjet-Unie	4
TR	Turkije	2
TW	Taiwan	29
UA	Oekraïne	3
US	Verenigde Staten	1086
VG	Britse Maagdeneilanden	2
YU	het voormalige Yoegoslavië	1
ZA	Zuid-Afrika	1

### Bijlage 3

De onderzoekinstellingen werden uit de lijst van aanvragers gehaald aan de hand van de volgende trefwoorden.

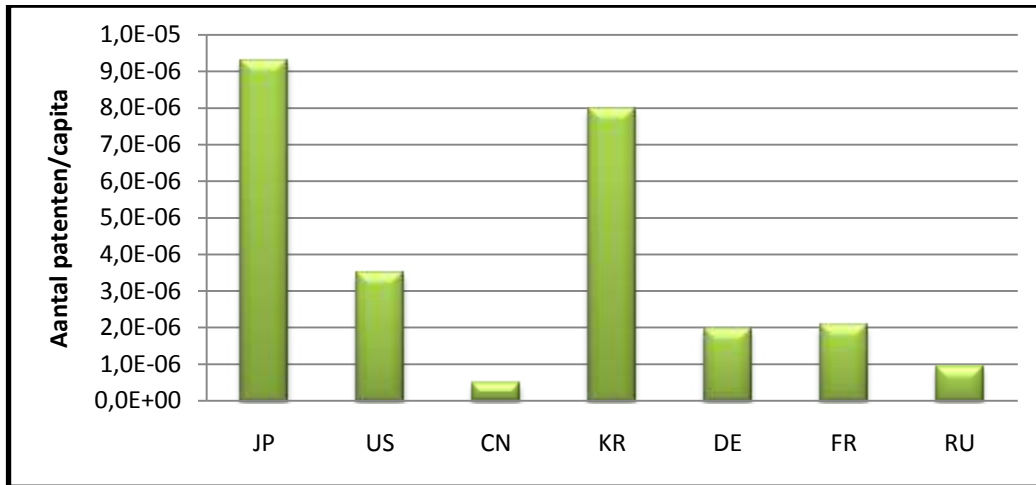
- academy, akademmi
- college, univ(ersity), res(earch) ct(center), inst(itute), school, centre, escola, scuola
- science, wetenschap, forschung
- commission, commissariat, agency, agence, agentur, agenzia
- national, state (+ état), government, navy, army

### Bijlage 4



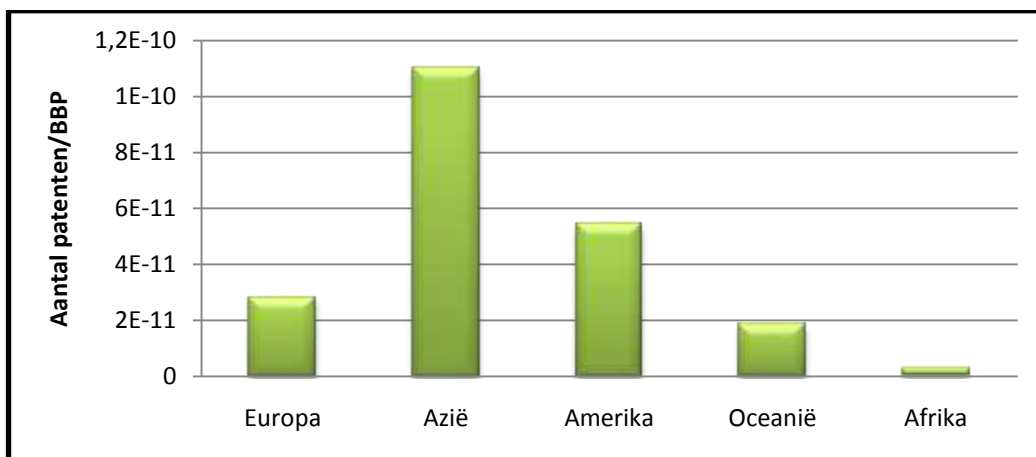
Figuur 34: Aantal patenten/capita op continentaal niveau

## Bijlage 5



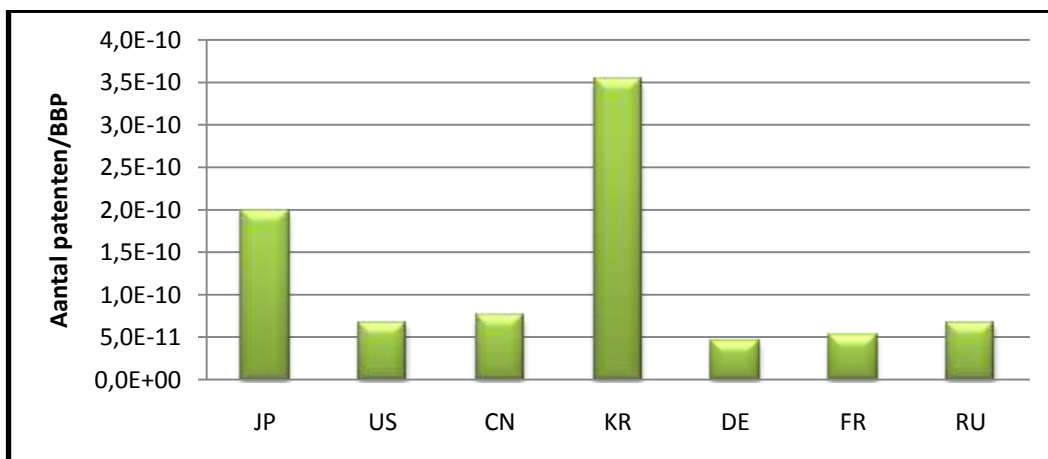
Figuur 35: Aantal patenten/capita op nationaal niveau voor de toplanden

## Bijlage 6



Figuur 36: Aantal patenten/BBP op continentaal niveau

## Bijlage 7



Figuur 37: Aantal patenten/BBP op nationaal niveau voor de toplanden

## Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

**Go green, go rich: Valt er geld te verdienen met groene sanering?**

Richting: **master in de toegepaste economische wetenschappen-beleidsmanagement**

Jaar: **2014**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

**Farah, Elhousain**

Datum: **12/06/2014**