

Eco-innovatie en bedrijfsprestaties in Nederland

Lessen voor eco-innovatie

Eindhoven University of Technology
Faculty of Industrial Engineering and Innovation Sciences

Keywords: Eco-innovation, cleantech, firm performance
Subject codes: Technical Sciences, General (950), Social Sciences, General (741),
Political sciences (741) and Energy (961)
Date July 2016

Authors:
Name: Floor Alkemade, Carolina Castaldi, Önder Nomaler
Faculty: Industrial Engineering & Innovation Sciences
University: Eindhoven University of Technology

Het onderzoek beschreven in dit rapport is uitgevoerd in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving,

Inhoudsopgave

1. Introductie.....	5
2. Literatuuroverzicht eco-innovatie en bedrijfsprestaties	6
3. Data en onderzoeksanpak.....	9
4. De Nederlandse eco-innovatie kennisbasis.....	14
5. Eco-innovatie en bedrijfsprestaties.....	17
6. Conclusies.....	30

Tabellen en figuren

Figuur 2.1	De drie verschillende versies van de Porter hypothese: zwak (PHW), beperkt (PHN) en sterk (PHS). Source: Lanoie et al. (2011).
Tabel 3.1	Beschrijving van de CPC/Y02 klasse voor nieuwe technologische ontwikkelingen die bijdragen aan het omgaan met of voorkomen van klimaatverandering.
Tabel 3.2	Patent velden gebruikt in het onderzoek
Tabel 3.3	ORBIS en Lisa data gebruikt in het onderzoek
Tabel 3.4	Verschillende typen voor eco-innovatie
Figuur 4.1	Aantal patenten in Y02. Boven alle patenten en Nederlandse patenten. Onder: Alle Nederlandse patenten, hiervan zijn ~17.000 patenten aangevraagd door bedrijven. (cumulatief)
Tabel 4.2	Gemiddeld RCA voor Nederland in periode 1970-2015.
Figuur 4.3	De Nederlandse specialisatie in eco-innovatie
Figuur 4.4	Nederlandse specialisatie in eco-innovatie gemeten als RCA in patent citaties per eco-innovatie veld.
Figuur 5.1	Fulltime banen in bedrijven met en zonder Y02 patenten in Nederland op basis van Lisa database
Figuur 5.2	Fulltime banen in bedrijven met en zonder Y02 patenten in Nederland op basis van Lisa database voor bedrijven met 1-5 fulltime banen
Figuur 5.3	Gemiddeld aantal banen per bedrijf per sector (2 digit SBI code)
Figuur 5.4	Regressieanalyse relatie eco-patenten en banengroei.
Figuur 5.5	Sample en benchmark, omzetdistributie.
Figuur 5.6	Verdeling van groeivoet vergeleken met normaalverdeling.
Tabel 5.7	Beschrijving van de dataset
Tabel 5.8	De relatie tussen eco-patenting en omzetgroei. LAD estimations on the whole sample, Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Figuur 5.9	Geschatte coëfficiënten voor verschillende niveaus van omzetgroei (Model 1, hele sample)
Figuur 5.10	Geschatte coëfficiënten voor verschillende niveaus van omzetgroei (Model 2, hele sample)
Tabel 5.11	Beschrijving van het sample van Nederlandse bedrijven.
Tabel 5.12	Resultaten voor Nederlandse bedrijven. LAD estimations voor het Nederlandse sample, Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Tabel 5.13	Geschatte coëfficiënten voor een aantal andere Europese landen
Tabel 5.14	Resultaten voor de maakindustrie. Descriptive statistics
Tabel 5.15	Resultaten voor de maakindustrie. LAD estimations on the manufacturing sample, Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Figuur 5.16	Quantile regressions maakindustrie
Figuur 5.17	Controle - robustnesscheck

1. Introductie

De Europese 2020 strategie roept expliciet op om beleidsdoelen voor duurzame ontwikkeling en economische groei te combineren (EC, 2012). Voor de langere termijn bestaan er ambitieuze doelstellingen over vergroening van de Europese economieën (COP21, 2015). Eco-innovatie speelt een belangrijke rol in deze strategie. Eco-innovaties zijn nieuwe producten, processen en diensten, die bijdragen aan duurzame ontwikkeling. Deze bijdrage kan tot stand komen doordat eco-innovaties de milieu-impact van bestaande producten en diensten reduceren of door een meer efficiënt en verantwoord gebruik van grondstoffen (EU, 2015). Voor overheden die investeren in beleid voor eco-innovatie is het dus belangrijk om, naast de milieueffecten, ook inzicht te krijgen in de economische effecten van eco-innovatie. Eerdere studies over de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties geven geen eenduidig beeld. Deze onderzoeken, veelal op basis van data uit enquêtes (zoals de Community Innovation Survey - CIS¹), vinden een positieve relatie voor sommige typen maar niet voor alle typen eco-innovatie.

In deze studie bestuderen we de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties voor Nederlandse bedrijven met patenten. Het onderzoek laat een positieve relatie zijn tussen eco-innovatie, gemeten als activiteit in eco-patenten, en omzetgroei, we vonden geen positief effect van eco-innovatie op banengroei. In de studie plaatsen we deze uitkomsten binnen de Europese context.

Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om eco-innovatie in Nederland in kaart te brengen en te onderzoeken of er een relatie is tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties. Om de uitkomsten te kunnen duiden vergelijken we de Nederlandse bedrijfsprestaties daarbij expliciet met die van Europese bedrijven. De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

Wat is de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties voor Nederlandse bedrijven in de Europese context ?

De opbouw van het rapport is als volgt. Sectie 2 geeft een beknopt overzicht van de bestaande wetenschappelijke literatuur over eco-innovatie en bedrijfsprestaties. Sectie 3 beschrijft de data en onderzoeksanpak, secties 5, 6 en 7 presenteren de resultaten en conclusies.

¹ <http://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>

2. Literatuuroverzicht eco-innovatie en bedrijfsprestaties

In eerder onderzoek zijn een aantal factoren geïdentificeerd die de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties beïnvloeden. Hieronder geven we een kort overzicht van deze literatuur en identificeren we een aantal factoren die van belang zijn bij het beantwoorden van de hoofdvraag van deze studie.

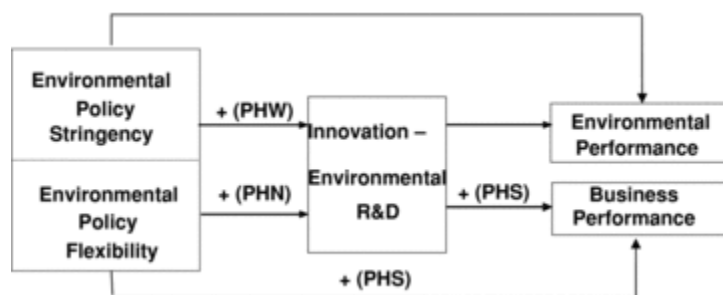
De literatuur onderscheidt verschillende redenen voor op winst gerichte bedrijven om in eco-innovatie te investeren. Deze redenen zijn in 3 categorieën in te delen (Horbach, 2008, Kesidou and Demirel, 2012): Aanbodgestuurd, vraaggestuurd, en gestuurd door regelgeving. Allereerst zijn daar factoren aan de aanbodzijde die een rol spelen, dit kunnen zowel algemene als bedrijfsspecifieke factoren zijn. Verschillende onderzoekers laten zien hoe deze zogenaamde *technology-push* factoren eco-innovatie bevorderen. Wetenschappelijke vooruitgang in schone technologie creëert mogelijkheden voor bedrijven om “groenere” versies van hun producten en processen te ontwikkelen. Naast wetenschappelijke ontwikkelingen en doorbraken bieden ook de reeds bestaande technologische capaciteiten van een bedrijf een mogelijk startpunt voor eco-innovatie. Conform de observatie dat innovatie in het algemeen gekarakteriseerd wordt door (dynamisch) toenemende meeropbrengsten vinden Wagner (2007) en Demirel and Kesidou (2011) dat eerdere ervaring in eco-innovatie een goede voorspeller is voor verdere activiteiten. De eco-innovatie capaciteiten van een bedrijf kunnen in dit opzicht dus beschouwd worden als alle andere typen capaciteiten van bedrijven (Barney, 1991; Hart, 1995). In het onderzoek kijken we daarom naar zowel de algemene, als de eco-innovatie kennisbasis van bedrijven. Daarnaast zijn er sectorale en landelijke verschillen die innovatie bevorderen. Het algemene klimaat voor inventie en innovatie is gunstiger in bepaalde landen en sectoren, het onderzoek houdt rekening met deze verschillen.

Ook factoren aan de vraagzijde spelen een rol bij eco-innovatie. Een verwachte toename van de vraag naar “groene” producten en meer algemeen een toenemend milieubewustzijn bij consumenten stimuleert investeringen in eco-innovatie (Horbach, 2008). Volgens de literatuur op het gebied van maatschappelijk verantwoord innoveren voelen bedrijven maatschappelijke druk om zich duurzaam te gedragen. Volgens de *resource-dependency* theorie (Pfeffer and Salancik, 2003) voelen vooral grote, zichtbare bedrijven deze druk. Empirisch onderzoek verschaft op dit gebied echter geen duidelijkheid; sommige onderzoeken benadrukken dat de meeste bedrijven slechts doen wat minimaal nodig is op milieugebied (Rondinelli and Vastag, 2000), terwijl anderen (Rehfeld et al, 2007) wel vinden dat vraagsturing zoals klantafhankelijkheid eco-innovatie stimuleert. Deze vraagzijde effecten zijn moeilijk te kwantificeren en interacteren ook met de mechanismen aan de aanbodkant.

De laatste en wellicht belangrijkste categorie van motieven voor eco-innovatie is druk vanuit de regelgeving (Popp, 2005). Bedrijven investeren minder in eco-innovatie dan wenselijk vanwege het zogenaamde “double externality” probleem. Naast de externaliteiten geassocieerd met alle R&D, wordt eco-innovatie ook gekenmerkt door externaliteiten in de diffusiefase (Rennings, 2000). De maatschappelijke baten van eco-innovatie zijn hoger dan de baten voor de bedrijven die in eco-innovatie investeren waardoor de neiging om te investeren laag is. Daarnaast geven Acemoglu et al. (2009) aan dat schone en minder schone alternatieven vaak uitwisselbaar zijn, wat de keuze voor schone opties niet vanzelfsprekend maakt. Regelgeving en subsidies worden ingezet als middelen om deze vormen van marktfalen te adresseren. Hoewel een deel van de milieuregelgeving voor alle EU landen hetzelfde is, zijn er ook verschillen tussen landen. Ook verschilt de druk van regelgeving tussen sectoren. Ook hierom is het belangrijk om in de analyse rekening te houden met verschillen tussen landen en sectoren.

Wanneer eco-innovatie wordt gestuurd door regelgeving brengt dit vaak hoge kosten voor bedrijven met zich mee. Traditioneel werd dan ook gedacht dat winsten voor eco-innovatie pas op de lange termijn en bij gelijke institutionele condities voor alle bedrijven zouden optreden (Palmer et al, 1995). In 1995 zetten Porter en van der Linde hier een andere visie tegenover. In de zogenaamde Porter-hypothese benadrukken zij dat milieu-innovatie, zelfs wanneer opgelegd door regelgeving, vooral kansen biedt voor bedrijven. De strenge regelgeving dwingt bedrijven om kritisch naar de eigen processen te kijken en deze te verbeteren. Omdat milieuwinst vaak ook efficiencywinst is, is dit proces win-win. Om deze winsten te realiseren moeten managers de inefficiënties kunnen identificeren (Berchicci and King, 2007) en moet de regelgeving de juiste prikkels geven.

De Porter hypothese heeft tot veel debat en onderzoek geleid. Jaffe en Palmer (1997) hebben een zwakke, een beperkte en een sterke versie van de Porter hypothese voorgesteld. Volgens de zwakke versie van de Porter hypothese jaagt regelgeving (environmental policy zie Figuur 1) eco-innovatie (environmental innovation) en daardoor milieuprestaties (environmental performance) aan omdat bedrijven aan de normen en regelgeving moeten voldoen. Volgens de beperkte versie van de hypothese, geldt dit alleen voor bepaalde typen regelgeving. De sterke, en meest controversiële versie zegt dat doordat regelgeving eco-innovatie stimuleert deze uiteindelijk ook bijdraagt aan het bedrijfsresultaat (business performance). Lanoie et al (2011) hebben de verschillende versies van de Porter hypothese grafisch weergegeven (zie figuur 1). Omdat de originele Porter hypothese tot stand kwam op basis van case studies, hebben veel onderzoekers geprobeerd de sterke Porter hypothese statistisch te toetsen op grotere groepen bedrijven (Palmer et al, 1995).



Figuur 2.1: De drie verschillende versies van de Porter hypothese: zwak (PHW), beperkt (PHN) en sterk (PHS). Source: Lanoie et al. (2011).

Lanoie et al (2011) bestuderen de relaties tussen milieubeleid, eco-innovatie en bedrijfsresultaat. Ze gebruiken R&D en patent-gebaseerde indicatoren als maat voor eco-innovatie. Hun resultaten ondersteunen de zwakke Porter hypothese maar ze vinden geen bewijs voor de sterke Porter hypothese. Soltmann et al (2014) meten de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsresultaat met data over toegevoegde waarde op industrie niveau. Ze vinden een positief effect van eco-innovatie maar vooral voor bedrijven die al eerder veel eco-innovatie deden. Daarnaast vinden zij dat de negatieve effecten van eco-innovatie in meer recente jaren zijn afgenomen, een aanwijzing dat groene technologieën en producten de competitie met reguliere producten steeds beter aankunnen. Ook Horváthová (2010) vindt dat de positieve relatie tussen milieu en bedrijfsprestaties vooral optreedt op de lange termijn maar dat de korte termijn effecten negatief zijn, omdat de kosten van vergroenen hoog zijn. Colombelli et al., (2015) vinden op basis van patentonderzoek dat snel groeiende eco-innovators sneller groeien dan vergelijkbare bedrijven zonder eco-patenten. Ghisetti and Rennings (2014) vinden ook dat eco-innovatie niet altijd tot betere bedrijfsresultaten leidt. Ze maken hierbij een onderscheid naar verschillende typen eco-innovatie en vinden dat innovaties gericht op energie-efficiency en efficiënter gebruik van grondstoffen (besparing) al op korte termijn iets opleveren terwijl innovaties die gericht zijn op het reduceren van milieueexternaliteiten (compliance) niet samengaan met betere bedrijfsresultaten. In het onderzoek is het daarom belangrijk rekening te houden met verschillende typen eco-innovatie.

Enkele onderzoeken hebben ook de relatie tussen eco-innovatie en baancreatie onderzocht. Horbach and Rennings (2013) gebruiken CIS (Community Innovation Survey) data om te laten zien dat bedrijven die zich bezig houden met eco-innovatie meer banen creëren. Ook hier is het effect het sterkst voor bedrijven die zich richten op innovaties voor het besparen van energie of materialen. Deze innovaties versterken de competitieve positie van het bedrijf. Het effect is negatief voor end-of-pipe technologieën zoals waterfilters. Meer recent vonden Gagliardi et al. (2016) een sterk positief effect van eco-patenten op baancreatie voor Italiaanse bedrijven in de maakindustrie. Dit effect is groter dan voor andere typen patenten.

Samenvattend geeft eerder onderzoek het beeld dat regelgeving een belangrijke drijfveer voor eco-innovatie is, maar dat de druk en dus ook het effect van regelgeving varieert voor verschillende typen eco-innovatie. Het is hier met name belangrijk om onderscheid te maken tussen end-of-pipe technologieën en technologieën die bijdragen aan efficiëntie of kostenreductie. Meer specifiek

verwachten we dat het eventuele positieve effect van eco-innovatie sterker is in de maakindustrie waar inventies meer direct bijdragen aan nieuwe en/of verbeterde productieprocessen.

Op het gebied van regelgeving bestaan er verschillende maatregelen die eco-innovatie stimuleren zowel via *technology push* (zoals de WBSO) als via vraagsturing (zoals de regelingen voor zonnepanelen). Naast financiële prikkels spelen ook aangekondigde beleidsdoelen en veranderingen in de regelgeving (zoals bijvoorbeeld de uitfasering gloeilampen) een rol. Daarnaast verwachten we dat de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties verschilt tussen landen en sectoren. Als laatste verwachten we dat bedrijfsspecifieke hulpbronnen zoals eerdere relevante kennis verklaren waarom bedrijven verschillend investeren in eco-innovatie en hoe succesvol ze hierin zijn.

Deze factoren nemen we dan ook mee in het onderzoek. Op basis van de hierboven beschreven literatuur verwachten we de volgende relaties:

- De bestaande gerelateerde kennisbasis van een bedrijf heeft een positieve invloed op eco-innovatie en bedrijfsprestaties van eco-innoverende bedrijven.
- De relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties varieert tussen landen, sectoren en tussen typen eco-innovatie.

Daarnaast zullen we in de studie zoveel mogelijk proberen aan te sluiten bij eerder onderzoek zodat we de resultaten voor de Nederlandse situatie kunnen vergelijken met eerdere uitkomsten voor andere landen.

3. Data en onderzoeksanpak

Het onderzoek maakt gebruik van verschillende typen data uit verschillende bestanden: Patenten om eco-innovatie te meten en banen-, en omzetgroei als indicatoren voor bedrijfsprestaties. Hieronder beschrijven we eerst de gebruikte data en daarna de onderzoeksanpak.

Data: patenten

Om de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties in Nederland te onderzoeken maken we gebruik van patent data uit de PATSTAT wereldwijde patenten database (Oktober 2015), samengesteld door het Europees Patentbureau EPO. Kwantitatieve studies maken vaak gebruik van patenten als indicator voor innovatie. Patenten bevatten gedetailleerde informatie over de inhoud van de inventie, de betrokken partijen (uitvinders en organisaties) en de geografische locatie van de inventie. Naast de beschrijving van de inventie bevat een patent ook één of meerdere technologieclassificaties, deze classificaties geven een beeld van de kennisbasis waarop het patent voortbouwt. Daarnaast citeren patenten eerdere patenten waar de nieuwe uitvinding op voort bouwt. Deze citaties kunnen dus ook gebruikt worden om de onderliggende kennisbasis in kaart te brengen. Het aantal citaties dat een patent ontvangt een indicatie voor de waarde van het patent.

Omdat niet alle inventies ook daadwerkelijk uitgroeien tot succesvolle innovaties, dat wil zeggen, succesvolle technologische toepassingen, is voorzichtigheid geboden bij het eenvoudigweg tellen van patenten als indicator voor innovatie. Door naast het tellen van patenten ook maten voor het succes van een patent, zoals patent citaties mee te nemen ontstaat een meer betrouwbaar beeld. Een ander nadeel van het gebruik van patenten is dat niet alle relevante kennisontwikkeling patenteerbaar is of gepatenteerd wordt. Patentdata hebben dus een zekere bias voor technologische kennis en zijn bijvoorbeeld minder geschikt om ontwikkelingen in de dienstensector te beschrijven. Ook bij bedrijven die wel gebruik maken van patenten om hun intellectueel eigendom te beschermen zien we grote verschillen in aantallen patenten per sector en technologieveld en ook tussen landen. In dit onderzoek gebruiken we patenten om de kennisontwikkeling van bedrijven op het gebied van eco-innovatie in kaart te brengen. We maken daarbij gebruik van priority patenten, deze patenten, de eerst aangevraagde patenten in een groep (familie) die dezelfde uitvinding beschermt worden vaak gebruikt als maat voor kennisontwikkeling. De focus is daarbij op Nederlandse bedrijven met eco-patenten, bedrijven die zelf eco-innovatie R&D doen. Bedrijven die elders ontwikkelde eco-innovaties toepassen blijven daarmee buiten beschouwing. We vergelijken deze Nederlandse kennisbasis in eco-innovatie met de Europese kennisbasis om te kunnen vaststellen of Nederland gespecialiseerd is in bepaalde eco-innovaties.

Eco-innovatie is een breed begrip en eco-innovaties vinden plaats in een grote variëteit aan technologievelden. De bestaande technologieclassificaties zijn dus van beperkt nut bij het identificeren van eco-innovaties. Het is echter beleidsrelevant om opkomende technologieën in het algemeen en meer specifiek eco-innovatie als groep te kunnen onderzoeken. Recent heeft het Europees Patentbureau daarom een nieuwe technologieclassificatie (de CPC/Y klasse) aan de wereldwijde PATSTAT patentendatabase toegevoegd die nieuwe technologieontwikkelingen beschrijft. De CPC/Y02 klasse gaat specifiek over eco-innovatie. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de technologieën die worden beschreven in deze classificatie. Evenals de bestaande IPC classificatie is de Y02 classificatie hiërarchisch, waarbij elke klasse een aantal meer specifieke subklassen bevat.²

CPC	
Y	Nieuwe technologische ontwikkelingen GENERAL TAGGING OF NEW TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS; GENERAL TAGGING OF CROSS-SECTIONAL TECHNOLOGIES SPANNING OVER SEVERAL SECTIONS OF THE IPC; TECHNICAL SUBJECTS COVERED BY FORMER USPC CROSS-REFERENCE ART COLLECTIONS [XRACs] AND DIGESTS
Y02	Technologische ontwikkelingen die bijdragen aan het voorkomen van of aanpassen aan klimaatverandering TECHNOLOGIES OR APPLICATIONS FOR MITIGATION OR ADAPTATION AGAINST CLIMATE CHANGE

² <http://www.uspto.gov/web/patents/classification/cpc/html/cpc-Y.html>

Y02B	Eco-innovatie in de gebouwde omgeving INDEXING SCHEME RELATING TO CLIMATE CHANGE MITIGATION TECHNOLOGIES RELATED TO BUILDINGS, e.g. INCLUDING HOUSING AND APPLIANCES OR RELATED END-USER APPLICATIONS
Y02C	CO ₂ afvang en opslag CAPTURE, STORAGE, SEQUESTRATION OR DISPOSAL OF GREENHOUSE GASES [GHG]
Y02E	Eco-innovatie op energiegebied REDUCTION OF GREENHOUSE GASES [GHG] EMISSION, RELATED TO ENERGY GENERATION, TRANSMISSION OR DISTRIBUTION
Y02P	Eco-innovatie in het productieproces CLIMATE CHANGE MITIGATION TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OR PROCESSING OF GOODS
Y02T	Eco-innovatie voor transport en mobiliteit CLIMATE CHANGE MITIGATION TECHNOLOGIES RELATED TO TRANSPORTATION
Y02W	Eco-innovatie op het gebied van afvalwaterzuivering en afvalverwerking CLIMATE CHANGE MITIGATION TECHNOLOGIES RELATED TO WASTEWATER TREATMENT OR WASTE MANAGEMENT

Tabel 3.1 Beschrijving van de CPC/Y02 klasse voor nieuwe technologische ontwikkelingen die bijdragen aan het omgaan met of voorkomen van klimaatverandering.

Deze technologieën verkeren in verschillende ontwikkelingsstadia. Sommige technologieën, zoals LED lampen (onderdeel van Y02B), zijn al op de markt terwijl de meeste technologieën in de CO₂ afvang en opslag categorie (Y02C) nog in ontwikkeling zijn. De onvolwassenheid van een deel van de eco-innovaties waar Nederlandse bedrijven aan werken is een andere reden om voor patenten te kiezen; niet voor alle technologieën zijn al markt-gebaseerde indicatoren beschikbaar. Een consequentie van de keuze voor patenten en het meenemen van technologieën die nog in ontwikkeling zijn maakt dat het moeilijk is om de effecten van vraagsturing mee te nemen in het onderzoek (zie sectie 2).

De keuze voor patenten is ook een keuze voor bedrijven die zich bezighouden met technologieontwikkeling. Dit kunnen bedrijven zijn die de aan eco-innovatie doen om hun eigen producten ‘groener’ te maken, maar ook bedrijven die hun eco-innovaties leveren aan andere bedrijven die willen vergroenen, ook dit maakt het moeilijk om de effecten van vraagsturing te meten.

Dit onderzoek refereert aan de Y02 patenten als eco-patenten. Het identificeren van de eco-patenten uit PATSTAT aangevraagd door Nederlandse bedrijven geeft een beeld van de Nederlandse kennisbasis op dit gebied. In het onderzoek gebruiken we de volgende informatie uit de patenten (zie tabel 3.2):

Patent veld	Gebruik
ID	Uniek identificatienummer patent
Applicant	Naam, land, adres
CPC classificatie	Als Y02** dan eco-patent
IPC classificatie	Technologievelden
Forward citations	Waarde patent

Tabel 3.2 Patent velden gebruikt in het onderzoek

Allereerst brengen we de Nederlandse kennisbasis voor eco-innovatie in kaart door alle Y02 patenten met een Nederlands bedrijf als aanvrager te identificeren. Voor elk van deze patenten bekijken we zowel de CPC (Y02) code en de reguliere IPC classificaties. We nemen daarbij alle patenten aangevraagd tussen 1970 en 2015 mee. Op die manier krijgen we inzicht in zowel de eco-innovatie kennisbasis als ook de onderliggende bredere kennisbasis van de bedrijven. De PATSTAT (herfst 2015) database koppelt patenten aan CPC en IPC codes en aan adresinformatie over de aanvragers. We hebben alle patenten geselecteerd met tenminste één Y02 CPC code en tenminste één aanvrager (applicant) die niet ook de uitvinder (inventor) is met een Nederlands adres, hierbij hebben we

geselecteerd op bedrijven (volgens EPO classificatie). Dit leidt tot een set van ongeveer 17.000 patenten, aangevraagd door Nederlandse bedrijven.

Data: bedrijfsprestaties

Om te onderzoeken hoe Nederlandse bedrijven met eco-patenten presteren ten opzichte van bedrijven zonder eco-patenten bekijken we ten eerste patentcitaties als indicator voor de waarde van patenten. Daarnaast gebruiken we twee andere, meer directe, indicatoren van bedrijfsprestaties, banen en omzetgroei. Voor deze indicatoren bekijken we twee andere databases: De LISA database waarin alle Nederlandse bedrijfslocaties en de aantallen banen op die locaties zijn opgenomen, en de ORBIS Europe database van bureau van Dijk met bedrijfsgegevens van 80 miljoen Europese bedrijven.

Veld	Gebruik
Lisa – banen	Fulltime Banen als gerapporteerd in LISA
ORBIS – turnover	Omzetgroei in Euro
ORBIS – aantal patenten	Eerdere kennisbasis
ORBIS – aantal eco-patenten	Eco-innovatie

Tabel 3.3 ORBIS en Lisa data gebruikt in het onderzoek

De ORBIS database geeft ook patentaantallen van de bedrijven weer. ORBIS neemt echter, per patentfamilie, maar één patentID op, dit maakt koppeling van PATSTAT en ORBIS op dit moment lastig.

Onderzoeksmethode

Dit onderzoek bestaat uit drie onderdelen. Allereerst brengen we de Nederlandse kennisbasis voor eco-innovatie in kaart. Ten tweede bekijken we de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties in termen van banen waarbij we gebruik maken van de Lisa database. Omdat deze database slechts Nederlandse vestigingen van bedrijven bevat, beperkt dit deel van de analyse zich tot Nederland. Als laatste bestuderen we de relatie tussen eco-innovatie en omzetgroei. Hier maken we gebruik van de ORBIS database, en kunnen we de prestaties van Nederlandse bedrijven vergelijken met de prestaties van Europese bedrijven.

Deel 1: Het in kaart brengen van de Nederlandse kennisbasis voor eco-innovatie.

Het aantal patenten van Nederlandse bedrijven in de eco-innovatieklassen is een indicatie voor de aandacht van die bedrijven voor eco-innovatie. Hier kunnen de verschillende motieven zoals genoemd in Hoofdstuk 2 aan ten grondslag liggen. We bekijken of Nederland sterk aanwezig is in bepaalde eco-innovatiegebieden, en gebruiken *Revealed Comparative Advantage (RCA)* als maat voor relatieve specialisatie. We berekenen het comparatieve voordeel (RCA) van Nederland in de verschillende eco-innovatie domeinen op basis van CPC Y02 codes en in alle technologische domeinen op basis van IPC codes. RCA geeft weer of het aandeel Nederlandse patenten in een bepaalde (eco) technologieklasse hoger ($RCA > 1$) of lager ($RCA < 1$) is dan het gemiddelde wereldwijde aandeel van landen in die technologieklasse. RCA wordt als volgt berekend:

$$RCA = (\text{NL patenten in klasse } c / \text{Alle NL patenten}) / (\text{All patente in klasse } c / \text{All patenten})$$

We vergelijken hier met wereldwijde patenten aangezien de technologische frontier in sommige eco-innovatiedomeinen zoals bijvoorbeeld LED verlichting en zonnepanelen gevormd worden door bedrijven uit de hele wereld. RCA in eco-patenten geeft die Nederlandse eco-innovatiedomeinen aan waar Nederland sterk is op het gebied van kennisontwikkeling. RCA in de algemene technologievelden geeft een beeld van de onderliggende kennisbasis waar (radicale) eco-innovaties op voortbouwen. Om de specialisatie van Nederland in de verschillende domeinen te kunnen duiden geven we voor elke Y02 klasse aan of het om innovaties gaat die vooral worden gedreven door efficiency winsten, of door

compliance (end-of-pipe) oplossingen, aangezien de eerdere literatuur verschillende effecten voor de verschillende typen innovatie voorspelt (zie Tabel 3.4).

CPC	Omschrijving	Type
Y02B	Eco-innovatie in de gebouwde omgeving	Voornamelijk besparing (efficiëntie)
Y02C	CO ₂ afvang en opslag	End-of-pipe
Y02E	Eco-innovatie op energiegebied	Mix
Y02P	Eco-innovatie in het productieproces	Mix
Y02T	Eco-innovatie voor transport en mobiliteit	Mix
Y02W	Eco-innovatie op het gebied van afvalwaterzuivering en afvalverwerking	End-of-pipe

Tabel 3.4 Verschillende typen eco-innovatie

Deel 2: De relatie tussen eco-innovatie en banen voor Nederlandse bedrijven.
Afhankelijke variabelen.

Om het effect van eco-innovatie (gemeten door patenten) op bedrijfsprestaties te meten gebruiken we fulltime banen als gerapporteerd in de LISA database. Deze database geeft informatie over Nederlandse bedrijfsvestigingen. Hoewel de ORBIS database ook het aantal medewerkers van een bedrijf weergeeft, kunnen deze banen niet expliciet aan Nederlandse vestigingslocaties worden gekoppeld zoals bij LISA wel het geval is. De analyses gebruiken dan ook of omzetgroei, als in de meeste eerdere studies, of banen, het is op dit moment niet mogelijk de bedrijven te vergelijken op arbeidsproductiviteit voor Nederlandse locaties.

Om de LISA data te koppelen aan de patenten uit PATSTAT maken we gebruik van de adresinformatie van de patenten, meer specifiek de postcode van de aanvrager. Per postcode matchen we handmatig de bedrijven uit PATSTAT met de bedrijven uit Lisa op basis van bedrijfsnaam. Om tot de uiteindelijke matching te komen hebben we waar mogelijk bedrijfsnamen gestandaardiseerd gebruikmakend van de OECD Han database. Omdat Lisa uitgaat van bedrijfslocaties en dit onderzoek zich op bedrijven richt hebben we multinationals, zeer grote bedrijven met meerdere vestigingen, universiteiten (>500 werknemers), TNOs en non-profit organisaties verwijderd. Daarbij hebben we bedrijven met meerdere Lisa ID nummers zoveel mogelijk geconsolideerd. Tijdens de consolidatie werd ook duidelijk dat bedrijven in Lisa in verschillende jaren in verschillende sectoren zijn geclassificeerd.

Als eerste volgen we bovenstaande procedure om LISA te koppelen aan de eco-patenten met ten minste één Nederlandse aanvrager. Dit leidt tot een set van 420 bedrijven waarvan voor 213 bedrijven data over banen voor beide jaren beschikbaar is. Om de prestaties van deze eco-innoverende bedrijven te vergelijken met bedrijven die niet aan eco-innovatie doen construeren we ook een benchmark set. We gaan hierbij uit van bedrijven die ook patenten hebben. De benchmark set is als volgt samengesteld:

Lisa benchmark

Allereerst identificeren we patenten met tenminste één Nederlandse aanvrager (non-inventor met adres in Nederland). Uit deze set verwijderen we de eco-patenten. Om hieruit een benchmark set te selecteren maken we eerste een frequentieanalyse van de IPC codes (7 digit) in de eco-patenten set. We verwijderen de IPC codes die in minder dan 25 patent aanvragen voorkomen, resulterend in een lijst van 370 7-digit IPC codes. Vervolgens selecteren we alle non-ecopatenten met IPC codes uit deze lijst en de bijbehorende namen van de aanvragers en postcodes. Deze namen worden dan op dezelfde wijze gematched met Lisa als hierboven beschreven voor de eco-patenten. Dit resulteert in een set van 1702 unieke bedrijfsnamen in de benchmark set (in vergelijking tot 420 in de eco-patent set). Door middel van regressieanalyse onderzoeken we de relatie tussen eco-patenten en banengroei, daarbij corrigerend voor bedrijfs grootte, eerder opgebouwde kennis en de sector van het bedrijf.

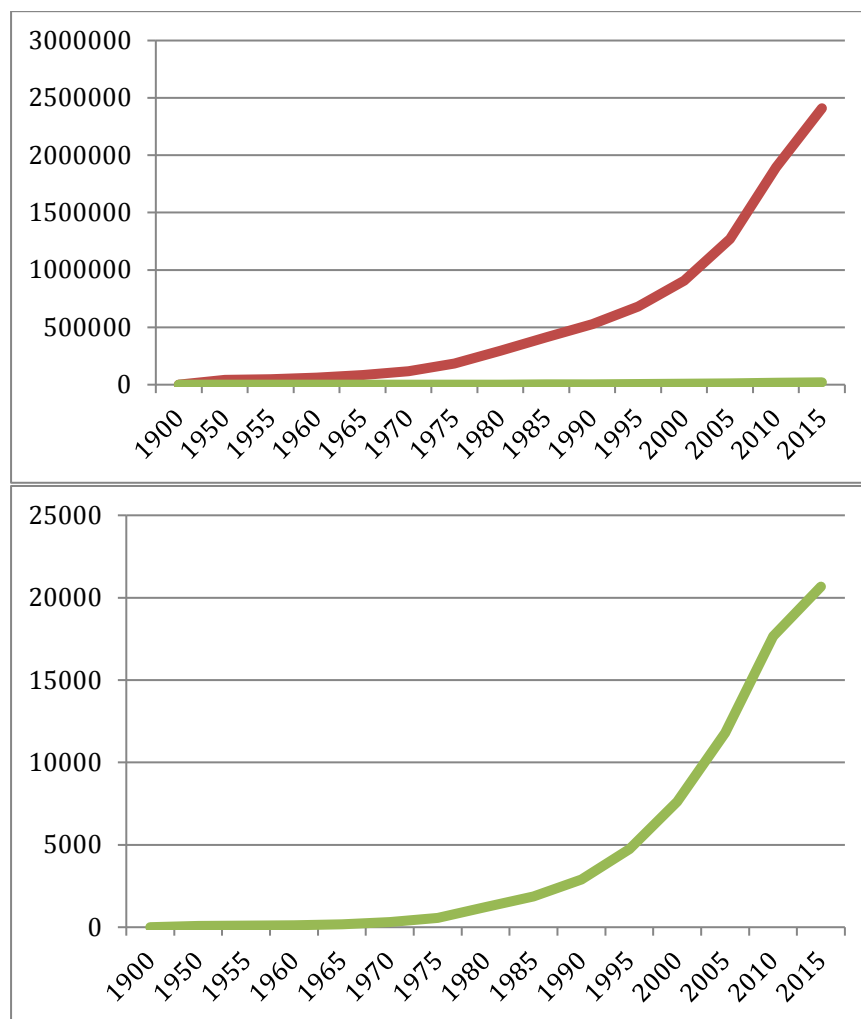
Deel 3: De relatie tussen eco-innovatie en omzetgroei, Nederland binnen Europa

Van Dijk Orbis database

In de regressieanalyse onderzoeken we of er een relatie is tussen eco-patenten van bedrijven en de 'groei premie' voor deze bedrijven. Meer specifiek testen we of bedrijven met eco-patenten beter presteren dan bedrijven zonder eco-patenten. De focus ligt hierbij op bedrijven die patenteren en we selecteren dan ook alle Europese bedrijven met tenminste 1 patent. In hoofdstuk 5 beschrijven we de details van de getoetste modellen.

4. De Nederlandse eco-innovatie kennisbasis

We gebruiken de CPC/Y02 classificatie voor eco-innovatie om inzicht te krijgen in de kennisopbouw in Nederland in de verschillende eco-innovatiedomeinen. Figuur 4.1 geeft het totaal aantal patenten in deze klassen en de Nederlandse bijdrage weer. De Nederlandse patenten volgen de wereldwijde trend eindigend bij ruim 20.000 (17.000 van bedrijven) patenten in 2015. De relatieve bijdrage van Nederland verschilt per technologiegebied, daarom rekenen we de specialisatie per technologie gebied uit, zoals beschreven in hoofdstuk 3.



Figuur 4.1 Aantal patenten in Y02. Boven alle patenten (in rood) en Nederlandse patenten (in groen). Onder: Alle Nederlandse patenten, hiervan zijn ~17.000 patenten aangevraagd door bedrijven. (cumulatief)

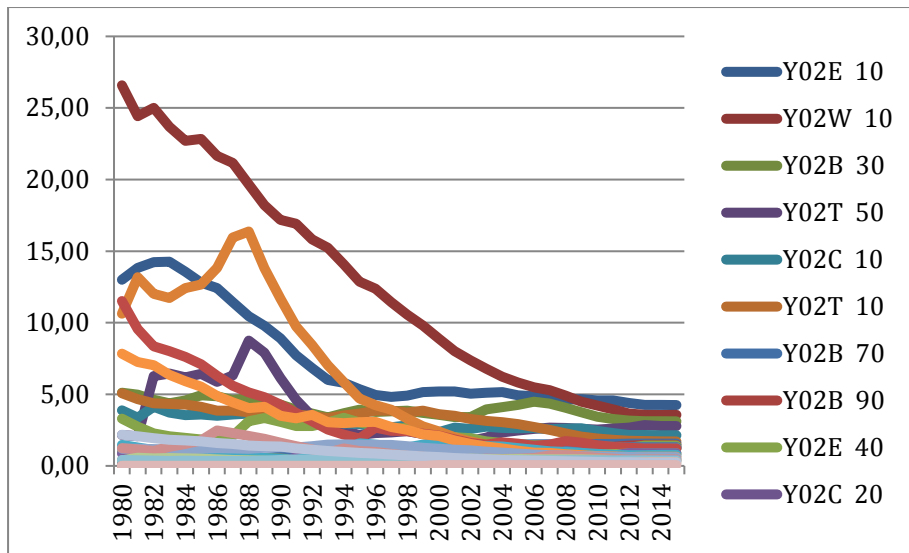
We berekenen het *revealed comparative advantage* (RCA) als maat voor de specialisatie van Nederlandse in de verschillende eco-innovatie domeinen. Een $RCA > 1$ betekent dat Nederland relatief gespecialiseerd is in een bepaalde Y02 technologie. Op een meer gedetailleerd niveau van de classificatie zijn er 26 subgroepen, hoewel Nederland niet in alle subgroepen patenten heeft. Nederland heeft een $RCA > 2$ in 6 subgroepen en een $RCA > 1$ in nog eens 8 subgroepen, zie tabel 4.2. Dit zijn dus de domeinen waar Nederlandse bedrijven relatief veel patenteren. De tabel geeft ook het totaal aantal patenten van Nederlandse bedrijven in de eco-innovatieklassen weer. Hier is goed te zien dat de gebieden verschillen in patent-intensiteit maar ook in volwassenheid. Op het gebied van *energy efficient lighting technologies* (zie kader) hebben Nederlandse bedrijven in absolute aantallen gemeten veel patenten en patenteren ze ook relatief veel. Bij CO₂ afvang en opslag heeft Nederland weliswaar

een relatief voordeel maar is het absolute aantal patenten lager. Dit kan betekenen dat er weinig gepatenteerd wordt op dat gebied maar kan ook een indicatie zijn dat de technologie nog relatief jong is. De tabel geeft een beeld van de over de jaren opgebouwde kennisbasis in eco-innovatie.

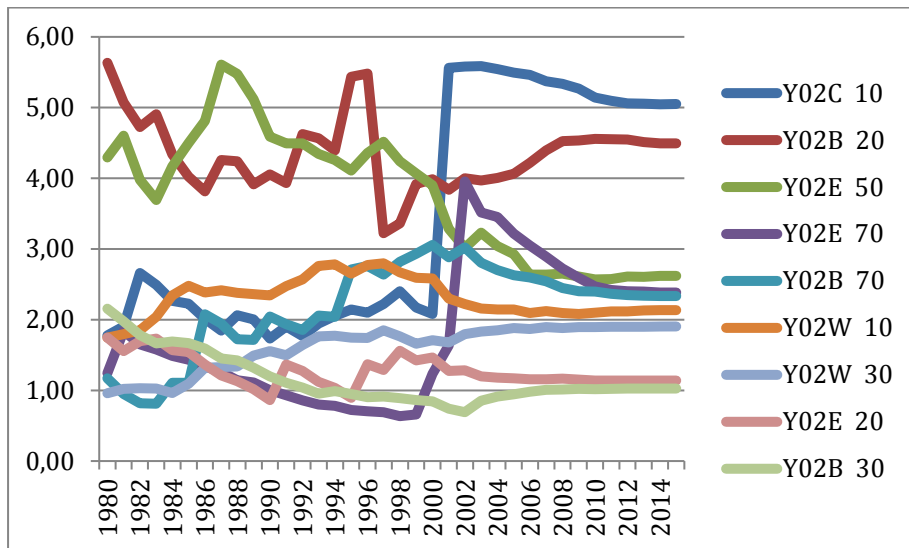
Subklasse		# patents	RCA
Y02B 20	Energy efficient lighting technologies	2563	5,4
Y02C 10	CO₂ capture or storage	613	3,8
Y02B 70	Technologies for an efficient end-user side electric power management and consumption	864	3,1
Y02E 50	Technologies for the production of fuel of non-fossil origin	1174	2,9
Y02B 40	Technologies aiming at improving the efficiency of home appliances	70	2,2
Y02E 20	Combustion technologies with mitigation potential	370	2,0
Y02W 90	Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to greenhouse gas [GHG] emissions mitigation	97	2,0
Y02W 10	Technologies for wastewater treatment	1162	1,9
Y02E 70	Other energy conversion or management systems reducing GHG emissions	27	1,9
Y02C 20	Capture or disposal of greenhouse gases [GHG] other than CO₂	130	1,8
Y02W 30	Technologies for solid waste management	2177	1,4
Y02B 30	Energy efficient heating, ventilation or air conditioning [HVAC]	666	1,3
Y02B 60	Information and communication technologies [ICT] aiming at the reduction of own energy use	1160	1,3
Y02B 10	Integration of renewable energy sources in buildings	274	1,1

Tabel 4.2 Gemiddeld RCA voor Nederland in periode 1970-2015.

Figuur 4.3 geeft de 10 velden weer die ook in 2015 een RCA>1 hadden. Deze figuur suggereert dat Nederland in een aantal van deze velden voorloper op het gebied van kennisontwikkeling was. Niet alle patenten zijn echter even belangrijk of waardevol. Figuur 4.4 kijkt daarom opnieuw naar RCA maar nu op basis van patentcitaties. Patentcitaties zijn een indicator voor de waarde van de ontwikkelde kennis. Een vergelijking van beide figuren leidt tot de observatie dat Nederland goed scoort op de gebieden: *Carbon Capture and Storage, Energy Efficient lighting en afvalwerking (incl afvalwater)*. Deze patronen waarbij verschillen in RCA afnemen over de tijd zijn typisch voor nieuwere technologievelden.



Figuur 4.3: De Nederlandse specialisatie in eco-innovatie: Y02B = gebouwde omgeving, Y02C = CO₂ afvang en opslag, Y02E = energie. Y02W = afvalwaterzuivering en afvalverwerking, Y02T = transport en mobiliteit.



Figuur 4.4 : Nederlandse specialisatie in eco-innovatie gemeten als RCA in patent citaties per eco-innovatie veld: Y02B = gebouwde omgeving, Y02C = CO₂ afvang en opslag, Y02E = energie. Y02W = afvalwaterzuivering en afvalverwerking, Y02T = transport en mobiliteit.

De kennisbasis van de bedrijven die actief zijn in eco-innovatie is sterk gespecialiseerd. Veel bedrijven hebben slechts enkele patenten, maar ook voor de bedrijven met meerdere patenten zijn deze doorgaans geconcentreerd in een beperkt aantal technologievelden. In figuur 4.4 zien we dat Nederlandse bedrijven relatief veel patentcitaties ontvangen op technologievelden in elektriciteit en waste water management (zie ook kader over Philips). De gebieden waarin weliswaar RCA in patenten is maar niet in citaties hebben niet zo'n uitgesproken gerelateerde kennisbasis. Dit sluit aan bij de inzichten van de literatuur dat eerder opgebouwde capaciteiten belangrijk zijn (van den Berge en Weterings, 2014).

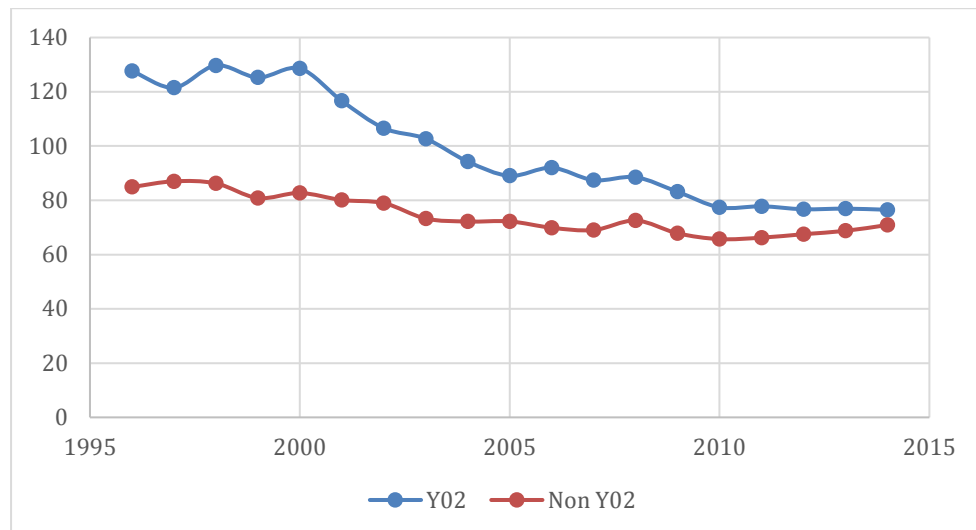
De kennisbasis van Philips

Koninklijke Philips BV is verantwoordelijk voor een substantieel deel van de Nederlandse (en zelfs Europese patenten), wat eco-patenten betreft is dit vooral zichtbaar voor de Y02B20 klasse over **Energy efficient lighting technologies** waar 2026 van de 2563 patenten op naam van Philips staan. Philips heeft dan ook bijgedragen aan zowel de ontwikkeling van de spaarlamp als de ontwikkeling van de led lamp waar Philips momenteel marktleider is.

5. Eco-innovatie en bedrijfsprestaties

Eco-innovatie en banengroei in Nederland

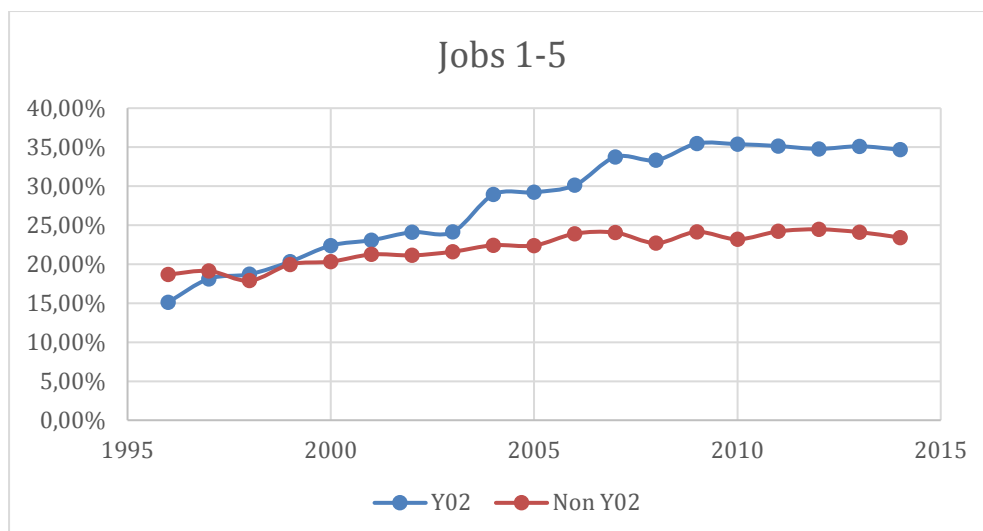
Voor de bedrijven die teruggevonden konden worden in de Lisa database brengen we het aantal fulltime banen in kaart in de periode 1996-2014. We vergelijken deze banen met de banen van de overige bedrijven in dezelfde postcode. In deze periode nam het totaal aantal eco-patenten van de bedrijven in ons sample toe van ongeveer 5.000 tot meer dan 17.000. Het aantal fulltime banen van deze bedrijven is in beide groepen licht afgenomen (Figuur 5.1).



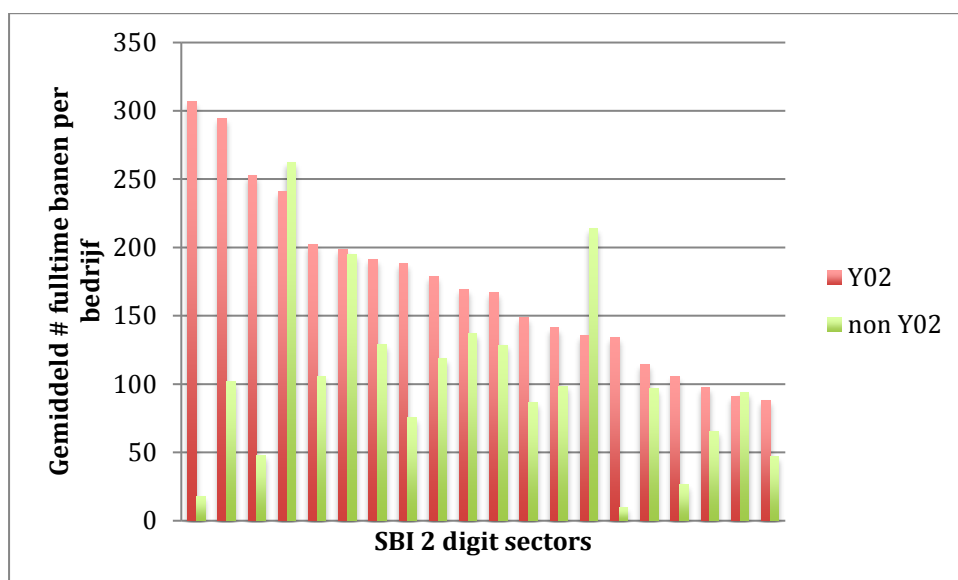
Figuur 5.1 Fulltime banen in bedrijven met en zonder Y02 patenten in Nederland op basis van Lisa database

Figuur 5.1 laat ten eerste zien dat het aantal fulltime banen in zowel in het eco-innovatie als in het niet eco-innovatie sample is afgenomen. Daarnaast was het gemiddelde aantal banen in het eco-patentensample initieel hoger maar het aantal banen is geconvergeerd in beide samples. Het aantal banen in eco-innoverende bedrijven daalt iets harder.

Wanneer we in meer detail naar de banenverdeling kijken dan zien we dat de verschillen vooral optreden bij kleine bedrijven met 1 tot 5 werknemers, de grootste groep in het eco-patenten sample (Figuur 5.2). Deze groep is juist gegroeid over de tijd. Deze figuur suggereert danwel een relatief hoog aandeel van nieuwe toetreders op het gebied van eco-innovatie, danwel een hardere krimp bij de eco-innoverende bedrijven.



Figuur 5.2: Fulltime banen in bedrijven met en zonder Y02 patenten in Nederland op basis van Lisa database voor bedrijven met 1-5 fulltime banen.



Figuur 5.3 Gemiddeld aantal banen per bedrijf per sector (2 digit SBI code)

	B	Std. Error
(Constant)	-,028	,093
Banen 2010	-,001**	,000
NrApplications	,001**	,001
Nr_Y02_Applications	,003	,007
Sector dummies	YES	

Afhankelijke Variabele: banengroei 2010-2014

Tabel 5.4 Regressieanalyse relatie eco-patenten en banengroei

Figuur 5.3 laat zien dat de verdeling van banen over bedrijven in het algemeen verschilt voor verschillende sectoren en voor eco-patenten en niet eco-patenten. De sectoren met het hoogste gemiddeld aantal banen per bedrijf voor de eco-innoverende bedrijven zijn: Verhuur van en handel in onroerend goed (306 fulltime banen), Vervaardiging van computers en van elektronische en optische apparatuur (294 fulltime banen) en Opslag en dienstverlening voor vervoer (252 fulltime banen). Deze sectoren corresponderen niet 1 op 1 met de patentklassen waar Nederland in gespecialiseerd is (zie tabel 4.2), met uitzondering van de vervaardiging van elektronische en optische apparatuur, waar *energy efficient lighting* onder valt.

Als we het effect van eco-innovatie op banengroei toetsen dan vinden we geen significant effect (zie Tabel 5.4). De regressies in Tabel 5.4 zijn een eerste multivariate statistische test om te toetsen of eco-innovatie geassocieerd wordt met een zogenaamde groeipremie voor bedrijven. De volgende sectie behandelt deze vraag in meer detail en vergelijkt Nederland ook met Europa. Het model in Tabel 5.4 neemt banengroei in de afgelopen 5 jaar als afhankelijke variabele. Voor de Nederlandse context veranderen werkgelegenheidsvariabelen doorgaans langzamer dan de financiële kengetallen van bedrijven. Als onafhankelijke variabelen nemen we eerdere banen omvang om voor bedrijfsgrootte te controleren, de omvang van de totale patentportfolio als indicator voor de kennisbasis, en eco-patenten als indicator voor eco-innovatie activiteiten. Deze eerste uitkomsten laten zien dat patenten in het algemeen positief gerelateerd zijn aan banengroei maar we vinden geen significant effect voor eco-innovatie.

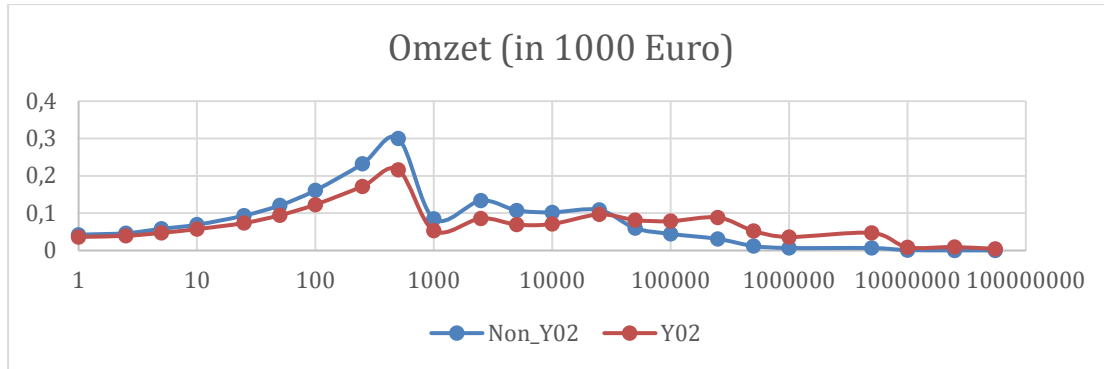
In de volgende secties onderzoeken we deze effecten in meer detail door ook modellen te schatten die gebruik maken van omzetgroei in plaats van banengroei. Met omzetgroei als afhankelijke variabele kunnen we ook toetsen of bedrijven voordeel hebben van eco-innovatie door een toename van de verkoop van nieuwe producten en diensten. Vaak vindt banengroei pas plaats nadat de inkomsten van het bedrijf zijn gegroeid. Omdat we ook recente patentactiviteit meenemen verwachten we dat effecten op omzetgroei eerder zichtbaar zijn dan effecten op banengroei.

De relatie tussen eco-innovatie en omzetgroei

Omdat de Lisa data slechts voor Nederlandse bedrijfsvestigingen beschikbaar is herhalen we de analyse met omzetgroei als afhankelijke variabele. In de regressieanalyse onderzoeken we of bedrijven met eco-patenten een hogere omzetgroei kennen dan bedrijven zonder eco-patenten. De focus ligt hierbij op bedrijven die patenteren en we selecteren dan ook Europese bedrijven met tenminste 1 patent. Omdat we verwachten dat eco-patenten vaker voorkomen in bepaalde sectoren, moeten we zorgvuldigheid betrachten bij het meten van het effect van eco-patenting. Meer specifiek verwachten we met name eco-patenten aan te treffen in die sectoren waarvoor de cleantech opties beschreven in de Y02 klasse relevant zijn.

Om de bedrijfsprestaties van eco-innoverende bedrijven goed te kunnen vergelijken met andere bedrijven construeren we een benchmark sample via matched sampling (Heckman et al., 1997). Dit benchmark sample bevat bedrijven die zoveel mogelijk op de eco-innoverende bedrijven lijken, maar zelf geen eco-patenten hebben. Het benchmark (matched) sample is geselecteerd door die 4-digit NACE Rev 2 sectoren te identificeren met tenminste 40 bedrijven met Y02 patenten. Dit leidt tot een lijst van 299 sectoren waarvoor eco-innovatie relevant is. Voor deze sectoren selecteren we die bedrijven met tenminste 1 patent maar zonder Y02 patenten.

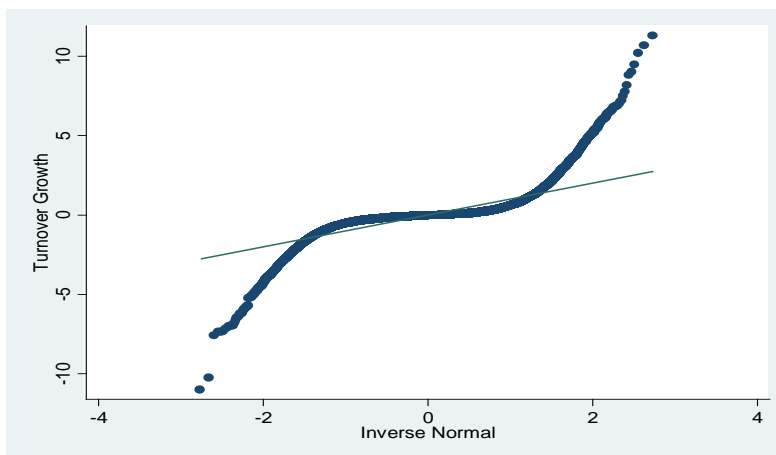
Figuur 5.5 geeft een overzicht van de verschillen tussen het eco-patent sample en de benchmark. De figuur laat zien dat het sample redelijk overeenkomt met het eco-patent sample met betrekking tot de omzet van de bedrijven.



Figuur 5.5 Sample en benchmark, omzetdistributie.

We onderzoeken de relatie tussen eco-patenten en bedrijfsprestaties door middel van regressieanalyses met omzetgroei als de afhankelijke variabele. Volgens Gibrat's Law is de jaarlijkse groei onafhankelijk van bedrijfsgrootte in voorgaande jaren (Evans, 1987; Sutton, 1997; Coad, 2009). Dit gebruiken we als een baseline hypothese om te toetsen of er andere factoren in het spel zijn die zorgen dat sommige bedrijven meer dan proportioneel groeien. Gebruikmakend van dit model kunnen we ook andere factoren testen, zoals de effecten van de totale technologische kennisbasis en de kennisbasis in eco-innovatievelden op basis van de gegevens in ORBIS (Coad en Rao, 2008; Bottazzi et al., 2011).

De groeivoeten van bedrijven zijn scheef verdeeld (Bottazzi en Secchi, 2006), dit is ook het geval voor de bedrijven in deze studie (zie Figuur 5.6), waar de groeivoeten zijn uitgezet tegen een normaalverdeling. Dit is zo ook met logaritmische groeivoeten, die de verdelingen al minder scheef trekken (Bottazzi et al, 2011). Deze verdeling maakt het toepassen van een standaard regressie model op basis van OLS minder geschikt omdat de assumptie dat de afhankelijke variabele normaal verdeeld moet zijn niet valide is. We maken daarom gebruik van quantile regression en least absolute deviation (LAD) om het model te schatten (Bottazzi et al., 2011). LAD schattingen minimaliseren de absolute afstand tot de mediaan in plaats van het bij OLS gebruikte kwadraat van de afstand tot het gemiddelde. Quantile regressies maken het daarnaast mogelijk om te onderzoeken hoe de geschatte coëfficiënten verschillen tussen de verschillende kwantielen van de verdeling. Quantile regressies worden steeds meer toegepast in studies naar de relatie tussen innovatie en bedrijfsprestaties (Coad en Rao, 2008; Montresor en Vezzani, 2015).



Figuur 5.6: Verdeling van groeivoet vergeleken met normaalverdeling.

Afhankelijke variabele: $GROWTH_{it} = \ln(\text{Turnover}_{it}) - \ln(\text{Turnover}_{i,t-1})$

De logaritmische specificatie is de gebruikelijke manier om groeivoeten van bedrijven te meten (Evans, 1987; Audretsch and Dohse, 2007; Coad, 2009). In lijn met de literatuur over groei van bedrijven ziet onze model er zo uit:

$$\text{GROWTH}_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Ln}(\text{Turnover})_{i,t-1} + \mathbf{x}_{i,t-1}'\gamma + \mathbf{z}_{i,t-1}'\delta + \varepsilon_{it}$$

waar de omzet (turnover) in het vorige jaar controleert voor het effect van grootte en voor de bekende autocorrelatie in groeivoeten.

- $\mathbf{x}_{i,t-1}$ staat voor alle onafhankelijke variabelen van theoretische belang, in ons geval de variabele die de kennisbasis beschrijft.
- $\mathbf{z}_{i,t-1}$ staat voor alle controle variabelen

Aangezien we een cross-sectorale analyse uitvoeren staat t vast op het laatst beschikbare jaar (2014, 2015 of 2016).

Onafhankelijke variabelen:

Het aantal patenten van een bedrijf gebruiken we als proxy voor de technologische kennis van een bedrijf. Volgens de theorie beschreven in Sectie 2 verwachten we hier een positieve relatie met groei omdat technologische kennis nodig is voor de introductie van nieuwe producten en diensten. Er is inmiddels vrij stevig empirisch bewijs vanuit de literatuur dat innovatie gemeten met patenten een positieve relatie met groei van bedrijven heeft (Coad, 2009).

- Patenten_{it}: Aantal patenten van bedrijf i^3

Om de rol van eco-patenten te onderzoeken formuleren we 2 variabelen:

- Ecodummy_{it}: dummy die aangeeft of het bedrijf i Y02 patenten heeft
- Ecopatent Intensiteit_{it} = Aantal Y02 patenten van bedrijf i / Aantal overige patenten van bedrijf i

Controls:

We selecteren bedrijven waarvoor informatie beschikbaar is voor een jaar vanaf 2014, dit is 65% van het sample (voor 50% van de bedrijven is 2014 het laatst beschikbare jaar). We nemen alle observaties mee maar voegen dummies toe voor de jaren 2015 en 2016 om te controleren voor een verschil in turnover growth tussen de jaren. We komen daarbij op een sample van 107.845 bedrijven (zie tabel 5.7 voor een beschrijving van de data). Uit dit sample selecteren we de bedrijven waarvoor alle data beschikbaar is.

Er zijn grote verschillen in patentenaantallen tussen landen en sectoren. Omdat dummy variabelen voor landen en sectoren slechts corrigeren voor de verschillen in de gemiddelde groeifactoren, nemen we landelijke en sectorale gemiddelde van de belangrijkste variabelen mee in het model. Op deze manier kunnen we effecten op bedrijfsniveau beter onderscheiden van landelijke of sectorale effecten. Voor de Nederlandse bedrijven in het sample observeren we een gemiddelde van 122 patenten per bedrijf en een ecopatent intensity van 5,24%, met 10,3% van de bedrijven die minstens een eco-patent bezitten.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Turnover growth	53735	-.0083276	.6636021	-10.99333	11.29819
Ln Turnover Year t-1	56320	8.054128	2.732257	0	19.15841
Number of patents	107843	79.60943	2367.441	1	418017
Sectoral average patents	107845	79.6121	146.5607	1.888889	2232.619
National average patents	107845	79.60963	49.30232	1	370.8286
Ecodummy	107845	.1184941	.3231938	0	1
Sectoral average Ecodummy	107845	.1184941	.1193571	.0376079	1
National average Ecodummy	107845	.1184941	.035358	0	.8857143
ecopatentintensity	107843	.0474151	.1849509	0	1
Sectoral average ecopatent intensity	107845	.0474172	.0446152	.0007716	1

³ laatst beschikbare jaar

National average ecopatent intensity	107845	.0474153	.0170367	0	.6424237
dummy2015	107845	.1484538	.3555509	0	1
dummy2016	107845	.0804395	.2719737	0	1

Tabel 5.7 Beschrijving van de dataset

Uitgaande van de variabelen zoals hierboven beschreven formuleren en toetsen we drie modellen.

Model 1

$$GROWTH_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Ln}(\text{Turnover})_{i,t-1} + \beta_2 \text{Patents}_{i,t} + \beta_3 \text{Eco-dummy}_{it} + \mathbf{z}_{i,t-1}' \boldsymbol{\delta} + \varepsilon_{it}$$

Dit is het baseline model waar we onderzoeken of eco-patenten een positieve relatie met omzetgroei hebben. Het model test op een lineaire relatie tussen eco-patenten en omzetgroei, waarbij we controleren voor de andere factoren, zoals hierboven uitgelegd. De resultaten laten zien dat waar patenten in het algemeen slechts positief gerelateerd zijn aan omzetgroei via nationale en sectorale effecten, er voor eco-patenten ook een significant positief effect op bedrijfsniveau is. Ook valt op dat omzet in het vorige jaar een sterk negatieve relatie met omzetgroei heeft; bedrijven met hoge omzetgroei hebben een lagere groeiverwachting in het volgende jaar.

Model 2

$$GROWTH_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Ln}(\text{Turnover})_{i,t-1} + \beta_2 \text{Patents}_{i,t} + \beta_3 \text{Eco-dummy}_{it} + \beta_4 \text{Patents}_{i,t} * \text{Eco-dummy}_{it} + \mathbf{z}_{i,t-1}' \boldsymbol{\delta} + \varepsilon_{it}$$

Dit model volgt de studie van Colombelli et al. (2015) en voegt een interactie-effect tussen het totaal aantal patenten en de eco-patenting dummy variabele toe. Hun idee is om te toetsen of eco-patenting een comparative advantage toevoegt voor bedrijven die al veel patenteren. Hiermee toetsen we of eco-patenting een moderator is voor de relatie tussen patenten en omzetgroei. In dit model zijn zowel patenten als eco-patenten positief gerelateerd aan omzetgroei, maar het interactieeffect is (significant) negatief. Eco-patenten zwakken dus het positieve algemene effect van patenten op omzetgroei af voor bedrijven die al patenteren.

Model 3

$$GROWTH_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Ln}(\text{Turnover})_{i,t-1} + \beta_2 \text{Patents}_{i,t} + \beta_3 \text{Eco-patent intensiteit}_{it} + \mathbf{z}_{i,t-1}' \boldsymbol{\delta} + \varepsilon_{it}$$

Dit model maakt gebruik van het aantal eco-patenten en voegt een maat voor eco-patent intensiteit toe. Bedrijven met een hoge eco-patenting intensiteit concentreren hun activiteiten in de Y02 klassen. Het model laat hier geen significante relatie op bedrijfsniveau zien, maar wel op sectoral en minder sterk, op nationaal niveau. De modeluitkomsten laten dus wel een algemeen positief effect van eco-patenting op omzetgroei zien, maar geen effect van een specialisatie in eco-innovatie op omzetgroei.

Tabel 5.8 geeft de uitkomsten van de regressieanalyses in tabelvorm weer.

VARIABLES	(1) Model 1	(2) Model 2	(3) Model 3
Ln Turnover Year t-1	-0.0107*** (0.000276)	-0.0111*** (0.000259)	-0.00995*** (0.000268)
Number of patents	1.89e-07 (2.13e-07)	0.000116*** (2.62e-05)	3.72e-07* (2.09e-07)
Sectoral average patents	1.34e-05*** (4.51e-06)	1.19e-05*** (4.19e-06)	2.11e-05*** (4.31e-06)
National average patents	4.64e-05** (1.99e-05)	4.41e-05** (1.85e-05)	0.000115*** (1.44e-05)
Ecodummy	0.0153*** (0.00231)	0.0169*** (0.00216)	
Sectoral average Ecodummy	0.0813*** (0.0108)	0.0818*** (0.00999)	
National average Ecodummy	0.178***	0.177***	

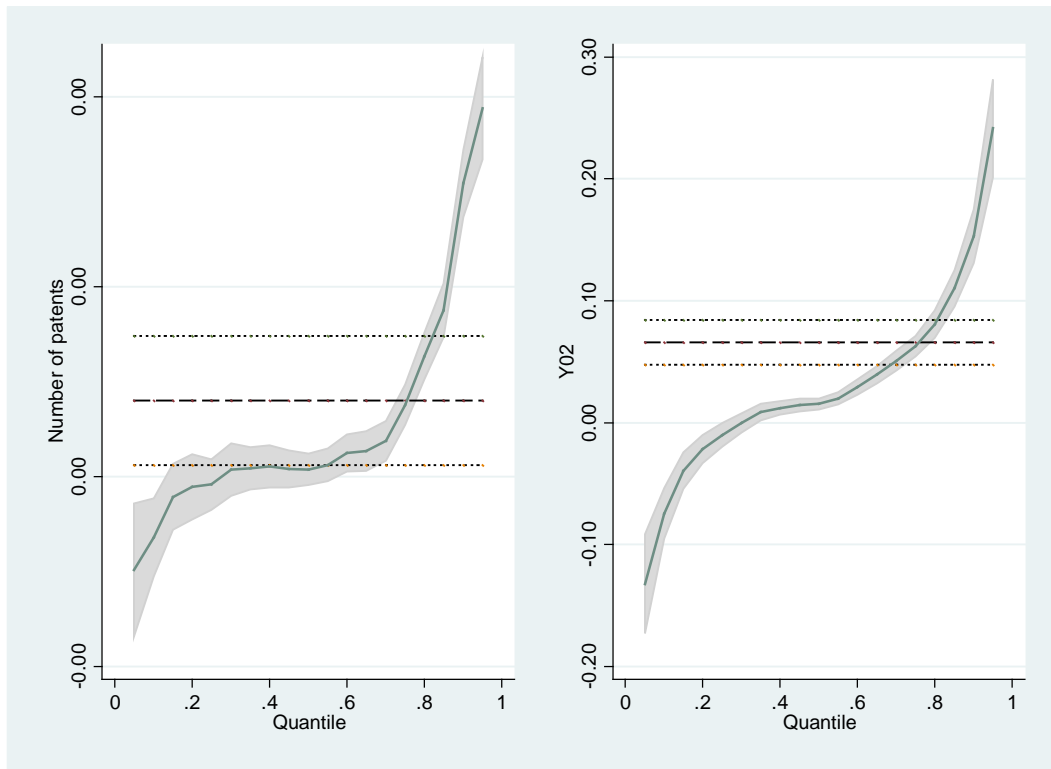
	(0.0305)	(0.0283)	
Patents*Ecodummy		-0.000116***	
		(2.62e-05)	
dummy2015	-0.0168***	-0.0165***	-0.0178***
	(0.00219)	(0.00203)	(0.00218)
dummy2016	0.0190	0.00873	0.0170
	(0.0445)	(0.0413)	(0.0441)
ecopatentintensity			0.00462
			(0.00433)
Sectoral average ecopatent intensity			0.169***
			(0.0193)
National average ecopatent intensity			0.156***
			(0.0596)
Constant	0.0338***	0.0363***	0.0384***
	(0.00336)	(0.00312)	(0.00323)
Observations	53,735	53,735	53,735

Tabel 5.8: De relatie tussen eco-patenting en omzetgroei. (LAD estimations on the whole sample, Standard errors in parentheses)

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Samenvattend vinden we dus een positief effect op bedrijfsniveau van eco-innovatie op omzetgroei voor Europese bedrijven. We vinden echter geen positief effect van een specialisatie in eco-innovatie. Een eerdere studie van Colombelli et al. (2015) in een aantal landen laat op basis van quantile regressies zien dat de effecten van eco-innovatie groter zijn voor snelgroeiende bedrijven. Hieronder herhalen we deze analyse voor ons sample van Europese bedrijven.

De figuren hieronder geven de resultaten van de quantile regressies weer en laten zien hoe de geschatte coëfficiënten veranderen wanneer andere kwantielen dan de mediaan worden gebruikt. Figuur 5.9 en 5.10 laten zien hoe de geschatte coëfficiënten veranderen voor verschillende niveaus van omzetgroei. De figuren geven ook de OLS schattingen weer. De figuren laten zien dat voor de theoretisch relevante variabelen in de verschillende modellen het effect groter is voor de snelgroeiende bedrijven. Het interactie-effect daarentegen is kleiner (en negatief) voor de snelle groeiers en groter (en positief) voor de minder snel groeiende bedrijven. Deze resultaten suggereren dat eco-patenten gewone patenten verdringen bij de snelgroeiende bedrijven terwijl eco-patenten meer complementair aan andere patenten zijn bij de overige bedrijven.



Figuur 5.9: Geschatte coëfficiënten voor verschillende niveaus van omzetgroei (Model 1, hele sample)

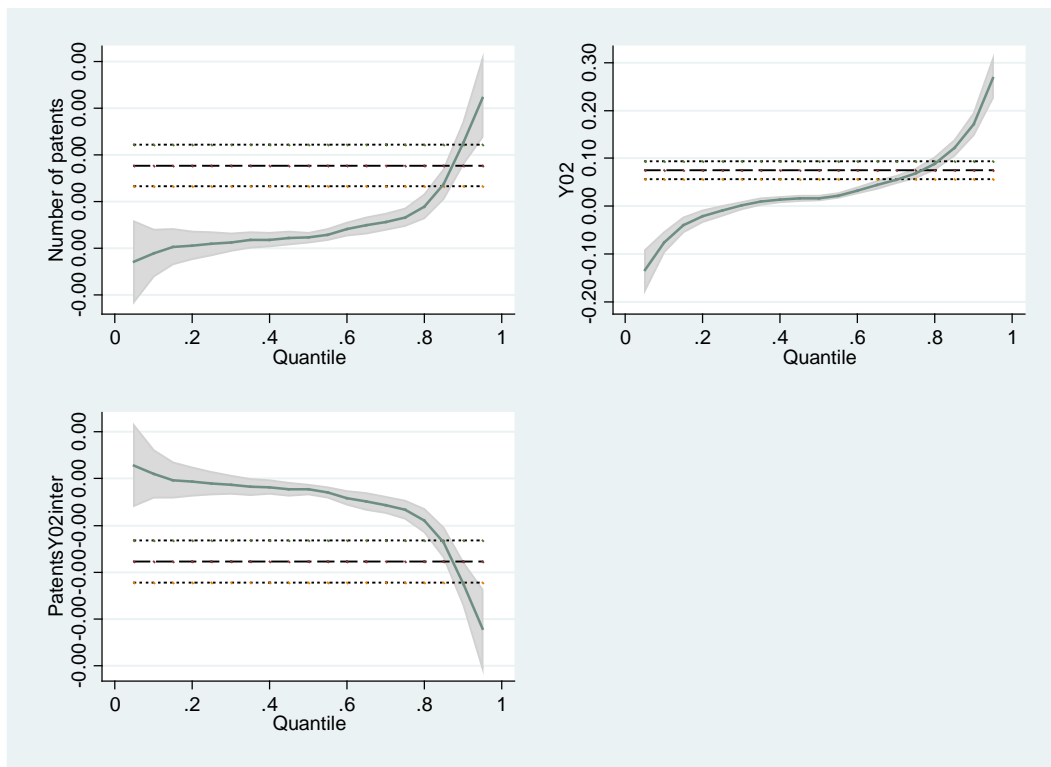


Figure 5.10: Geschatte coëfficiënten voor verschillende niveaus van omzetgroei (Model 2, hele sample)

Wat betreft verschillen tussen landen zien we dat de nationale gemiddelden van de eco-dummy significant zijn. Dit betekent dat de kans dat patenterende bedrijven ook eco-patenten hebben in belangrijke mate verschilt tussen landen. We zien dan ook dat bedrijven in landen waar

bovengemiddeld veel eco-patenten zijn ook een hogere omzetgroet laten zien. Wanneer we voor deze land effecten controleren kunnen we de effecten op bedrijfsniveau en op sector niveau analyseren, dit doen we voor Nederland.

De positie van Nederland

We herhalen de analyse voor Nederlandse bedrijven (sample N=534, zie tabellen 5.11 en 5.12). Wat betreft patenten in het algemeen vinden we een positief sector effect maar het effect op bedrijfsniveau is negatief of niet significant. Ook hier laat het model, zowel in model 2 als 3, een positief effect van eco-patenten op omzetgroei zien. In model 3 gaat het om een positief effect van de intensiteit van eco-patenten als deel van het totaal aantal patenten. Voor Nederlandse bedrijven lijkt een specialisatie in eco-patenten een goede strategie ondanks de afwezigheid van sector effecten.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Turnover growth	534	-0.0168123	0.6174931	-7.080.994	546.315
Ln Turnover Year t-1	612	10.72276	224.737	0	17.79092
Number of patents	5880	122.1954	4.788.414	1	346311
Sectoral average patents	5881	65.19969	1.177.842	2.6	2232.619
Ecodummy	5881	0.1035538	0.3047068	0	1
Sectoral average Ecodummy	5881	0.1057264	0.0723702	0.0376079	0.9189189
Ecopatentintensity	5880	0.0523971	0.2002589	0	1
Sectoral average ecopatent intensity	5881	0.0467378	0.0308649	0.0007716	0.3689656
dummy2015	5881	0.0877402	0.2829407	0	1
dummy2016	5881	0.0103724	0.101324	0	1

Tabel 5.11 Beschrijving van het sample van Nederlandse bedrijven.

VARIABLES	(1) Model 1	(2) Model 2	(3) Model 3
Ln Turnover Year t-1	-0.0110*** (0.00275)	-0.0110*** (0.00290)	-0.00893*** (0.00268)
Number of patents	-4.23e-07*** (1.35e-07)	-2.60e-05 (0.000340)	-3.49e-07*** (1.35e-07)
Sectoral average patents	7.10e-05*** (2.72e-05)	7.15e-05** (2.95e-05)	7.76e-05*** (2.65e-05)
Ecodummy	0.0400*** (0.0154)	0.0400** (0.0166)	
Sectoral average Ecodummy	0.108 (0.102)	0.109 (0.107)	
Patents*Ecodummy		2.56e-05 (0.000340)	
dummy2015	-0.00986 (0.0186)	-0.00989 (0.0196)	-0.00807 (0.0189)
ecopatentintensity			0.116*** (0.0378)
Sectoral average ecopatent intensity			0.140 (0.234)
Constant	0.0796*** (0.0300)	0.0795** (0.0316)	0.0648** (0.0303)
Observations	534	534	534

Tabel 5.12 Resultaten voor Nederlandse bedrijven. LAD estimations voor het Nederlandse sample, Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Als laatste geeft Tabel 5.13 de belangrijkste geschatte coëfficiënten voor een aantal andere Europese landen ten op zichte van Nederland. De vergelijking laat zien dat het effect verschilt tussen landen. De meeste grote economieën laten een positief effect van eco-innovatie op omzetgroei zien al is het effect niet in alle gevallen even sterk. Daarnaast zien we een positief effect van een eco-innovatie specialisatie in sommige landen (Nederland, Italië), maar een negatief effect in Zweden. Ondanks dat Nederland een kleine economie is lijken Nederlandse bedrijven toch relatief te profiteren van eco-innovatie.

		Model 2		Model 3	N
		Eco-dummy	Interactie Patenten*Ecodummy	Eco-patent intensiteit	
Nederland	coeff	0.0399839***	0,000256	0.1161025***	534
	s.e.	0.0154162	0,0003398	0.037824	
Duitsland	coeff	0.0045034*	-0.0000498**	0.0080934	8083
	s.e.	0.0025673	0.0000219	0.0060248	
Verenigd Koninkrijk	coeff	0.0155549*	-0.0001382**	-0.0139961	4640
	s.e.	0.0082786	0.0000701	0.00226929	
Italië	coeff	0.355975***	-0.0003341**	0.0254677**	9747
	s.e.	0.0062268	0.0001398	0.010843	
Zweden	coeff	0.0136255	-0.0001684	-0.0459082**	3777
	s.e.	0.0140006	0.0002053	0.0224942	
Denmarken	coeff	0.0174401	0,0001479	0.00055545	385
	s.e.	0.0243359	0,0003373	0.05082	

Tabel 5.13 de belangrijkste geschatte coëfficiënten voor een aantal andere Europese landen

Robustness checks

Ter controle herhalen we de analyse voor bedrijven in de maakindustrie om te toetsen of eco-patenten een ander effect hebben in sectoren waar inventies meer direct bijdragen aan nieuwe productieprocessen. Om bedrijven in de maakindustrie te identificeren maken we gebruik van de C klasse van de NACE (rev 2) classificatie. Binnen dit sample zien we 11% eco-innoverende bedrijven (tabel 5.11).

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Turnover growth	25992	-.0191946	.5243401	-10.22976	9.481817
Ln Turnover Year t-1	26829	8.750672	2.326085	0	19.15841
Number of patents	43253	126.6167	3622.864	1	418017
Sectoral average patents	43253	126.6167	203.9338	6.714286	2232.619
National average patents	43253	77.99682	51.02933	1	370.8286
Ecodummy	43253	.1057268	.3074911	0	1
Sectoral average Ecodummy	43253	.1057268	.0497523	.0540273	.3153153
National average Ecodummy	43253	.1171035	.0331305	0	.8857143
Ecopatentintensity	43253	.0330754	.1484818	0	1
Sectoral average ecopatent intensity	43253	.0330754	.0149935	.0089791	.0811667
National average ecopatent intensity	43253	.0457631	.0128857	0	.6424237
dummy2015	43253	.1436663	.3507551	0	1
dummy2016	43253	.0655908	.2475683	0	1

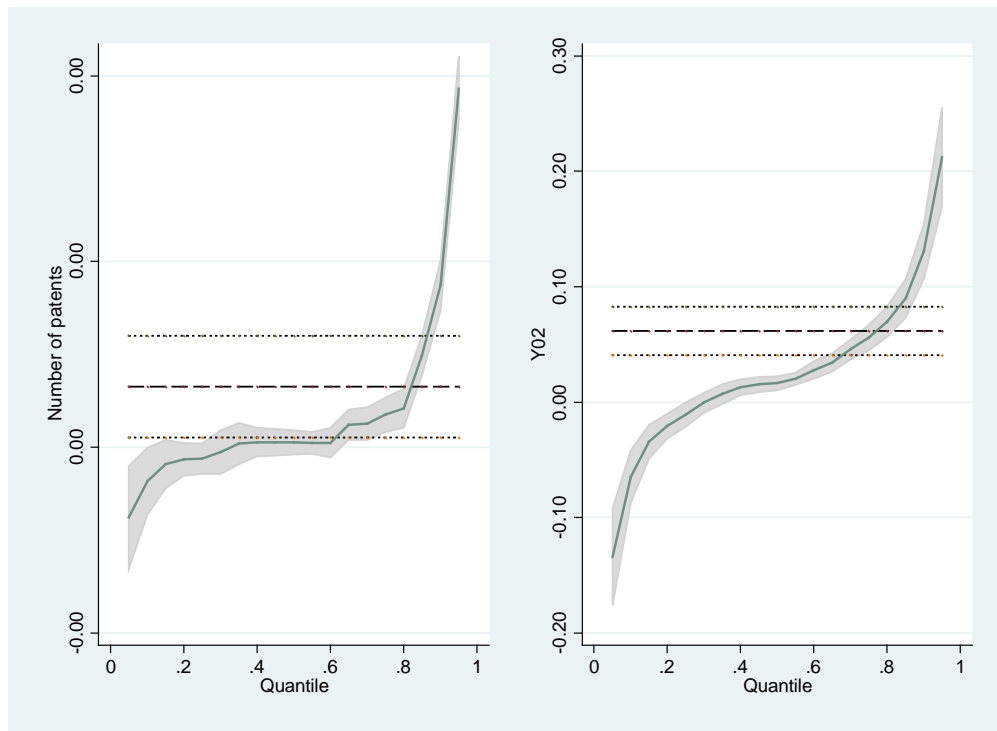
Tabel 5.14 Resultaten voor de maakindustrie. Descriptive statistics

De resultaten voor de maakindustrie zijn vergelijkbaar met de modeluitkomsten voor het volledige sample, hoewel er kleine verschillen zijn in de sterkte van de significantie van effecten op bedrijfs-, sector-, en landelijk niveau. De duidelijkste verschillen zien we in model 3, waar eco-patent intensiteit niet meer een landelijk significant effect toont en een iets zwakker sectoraal effect.

VARIABLES	(1) Model 1	(2) Model 2	(3) Model 3
Ln Turnover Year t-1	-0.0108*** (0.000418)	-0.0111*** (0.000438)	-0.00984*** (0.000399)
Number of patents	1.51e-07 (1.60e-07)	6.98e-05** (3.32e-05)	2.59e-07 (1.90e-07)
Sectoral average patents	1.75e-05*** (4.49e-06)	1.78e-05*** (4.62e-06)	2.14e-05*** (4.12e-06)
National average patents	0.000133*** (2.57e-05)	0.000135*** (2.64e-05)	0.000195*** (1.85e-05)
Ecodummy	0.0166*** (0.00297)	0.0187*** (0.00309)	
Sectoral average Ecodummy	0.0480** (0.0193)	0.0497** (0.0198)	
National average Ecodummy	0.138*** (0.0388)	0.130*** (0.0398)	
Patents*Ecodummy		-6.96e-05** (3.32e-05)	
dummy2015	-0.0112*** (0.00288)	-0.0108*** (0.00295)	-0.0104*** (0.00284)
dummy2016	0.0183 (0.0449)	0.0123 (0.0461)	0.0140 (0.0442)
ecopatentintensity			0.00960 (0.00649)
Sectoral average ecopatent intensity			0.128** (0.0586)
National average ecopatent intensity			0.0805 (0.0766)
Constant	0.0332*** (0.00478)	0.0365*** (0.00493)	0.0345*** (0.00464)
Observations	25,992	25,992	25,992

Tabel 5.15 Resultaten voor de maakindustrie. LAD estimations on the manufacturing sample, Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1



Figuur 5.16. Quantile regressions maakindustrie

Als laatste check herhalen we de analyse zonder de omzet van de vorige periode mee te nemen. Hiermee laten we autocorrelaties in de groeivoeten buiten beschouwing maar kunnen we checken of andere effecten een rol spelen. In deze modellen verdwijnt het eerder gevonden effect van eco-patenting.

VARIABLES	(1) Model 1	(2) Model 2	(3) Model 3
Number of patents	-2.72e-07 (2.53e-07)	-5.44e-05 (3.31e-05)	-3.02e-07 (2.51e-07)
Sectoral average patents	-1.39e-05** (5.45e-06)	-1.34e-05** (5.33e-06)	-8.13e-06 (5.08e-06)
National average patents	7.90e-05*** (2.42e-05)	8.20e-05*** (2.38e-05)	8.71e-05*** (1.70e-05)
Ecodummy	0.00114 (0.00279)	0.000692 (0.00274)	
Sectoral average Ecodummy	0.0477*** (0.0131)	0.0480*** (0.0128)	
National average Ecodummy	-0.0308 (0.0370)	-0.0328 (0.0363)	
PatentsY02inter dummy2015		5.41e-05 (3.31e-05)	
	-0.0211*** (0.00267)	-0.0212*** (0.00262)	-0.0203*** (0.00260)
dummy2016	-0.00230 (0.0543)	0.000630 (0.0531)	-0.00162 (0.0527)
ecopatentintensity			0.00829 (0.00517)
Sectoral average ecopatent intensity			0.145*** (0.0231)
National average ecopatent intensity			-0.367*** (0.0710)
Constant	-0.0271*** (0.00354)	-0.0267*** (0.00347)	-0.0166*** (0.00323)
Observations	53,735	53,735	53,735

Figuur 5.17. Controle - robustnesscheck

6. Conclusies

Deze studie onderzoekt de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties voor Nederlandse bedrijven. De resultaten laten zien dat Nederlandse eco-innovatiepatenten de wereldwijde trend volgen en sterk in aantal zijn toegenomen. Wanneer we kijken naar de kwaliteit van de Nederlandse eco-innovatie kennisbasis zien we dat Nederlandse bedrijven vooral succesvolle, veel geciteerde patenten op de gebieden Carbon Capture and Storage, Energy Efficient lighting en afvalwerking (incl afvalwater) hebben. Op deze gebieden is in Nederland een sterke gerelateerde kennisbasis aanwezig. Op het kennisgebied waar Nederland de meest duidelijke specialisatie heeft, energy efficient lighting, gaat dit ook samen met een leidende positie voor Philips op de LED markt. Voor de overige kennisgebieden is de link tussen eerder opgebouwde kennis, bedrijfsprestaties en individuele Nederlandse bedrijven minder evident, temeer omdat de patentportfolios van bedrijven vaak divers zijn en het lastig is patentklassen 1 op 1 aan sectoren toe te wijzen.

Wanneer we de relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties onderzoeken door middel van regressieanalyse vinden een positieve relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties voor het hele sample van Europese bedrijven. De resultaten laten zien dat waar patenten in het algemeen slechts positief gerelateerd zijn aan omzetgroei via nationale en sectorale effecten, er voor eco-patenten ook een significant positief effect op bedrijfsniveau is. Omdat gecorrigeerd is voor de kennisbasis en voor verschillen tussen landen, lijken hier mechanismen aan de vraagkant ook een rol te spelen. Specialisatie in eco-innovatie heeft echter geen positief effect op omzetgroei voor ons sample van Europese bedrijven. Het positieve effect van eco-innovatie is groter voor snelgroeende bedrijven. De oorzaak van dit verschil kunnen we op basis van het huidige onderzoek niet verklaren. Een mogelijke verklaring is dat eco-patenten en gewone patenten elkaar verdringen voor de snelgroeende bedrijven terwijl ze een meer complementaire rol hebben in andere bedrijven.

Als we specifiek naar Nederland kijken dan zien we de positieve relatie tussen eco-innovatie en omzetgroei ook terug voor de Nederlandse bedrijven. Daarnaast vinden we voor Nederland een positief effect van specialisatie in eco-innovatie. Deze resultaten zijn echter wat lastig te interpreteren omdat het effect van algemene patenten niet eenduidig is en ook sectorale effecten van eco-patenten niet zichtbaar waren.

Samenvattend zien we dus dat Nederland een sterke kennispositie heeft op een aantal eco-innovatievelden. Dat we in de getoetste modellen een relatie tussen eco-innovatie en bedrijfsprestaties gemeten als omzetgroei vonden, maar niet wanneer we keken naar banengroei. Daarnaast vonden we voor Nederlandse bedrijven, in tegenstelling tot in het gehele Europese sample ook een positief effect van specialisatie in eco-innovatie op omzetgroei.

Deze patronen bieden perspectief voor een aantal eco-innovatievelden waarin Nederland als wel een sterke kennisbasis heeft maar die nog geen commerciële toepassing kennen. Met name in het domein CO₂ afvang en opslag heeft Nederland een relatief sterke kennisbasis. Deze specialistische kennis zou op termijn omgezet moeten kunnen worden in voordelen voor de betrokken bedrijven. Meer algemeen suggereren de resultaten voor Nederland dat voordelen en kansen voor Nederlandse bedrijven zijn te vinden in eco-innovatiedomeinen met een sterke, gespecialiseerde kennisbasis.

Vervolgonderzoek

De volgende stap in het onderzoek is om de patentportfolios van de bedrijven verder te analyseren. Dit is momenteel lastig omdat ORBIS maar 1 patent uit elke familie weergeeft. Een complete matching van bedrijven en patenten is dan ook zeer tijdsintensief maar ook noodzakelijk om te analyseren waar een RCA in eco-kennis wel leidt tot omzetgroei en waar niet. Daarnaast is een beter begrip van de rol van de huidige kennisbasis van het bedrijf ook belangrijk. Onze huidige resultaten suggereren dat eco-patenten soms complementair zijn aan de rest van de kennisbasis en soms ook een verdringend effect hebben. Dit willen we verder onderzoeken.

Een andere belangrijke stap is een verdere analyse van de rol van eco-patenten in de verschillende sectoren. We verwachten dat eco-patenten niet alleen meer voorkomen in bepaalde sectoren maar ook meer direct toepasbaar zijn in nieuwe producten en processen. Met andere woorden, we verwachten dat de weg van patent naar omzetgroei langer is in sommige sectoren. Hiervoor moeten we een meer gedetailleerde link tussen patentklassen, sectoren, bedrijven en technologieën maken. Dit is niet triviaal

daar bedrijven vaak in meerdere sectoren actief zijn en ook sector classificaties zoals gegeven in Lisa niet altijd consistent zijn.

Referenties

- Acemoglu, D., P. Aghion, L. Bursztyn, D. Hemous, 2009. The Environment and Directed Technical Change. *American Economic Review*, 102(1):131-66.
- Aghion P, Veugelers R, Serre C (2009) Cold start for the green innovation machine. Bruegel Policy Contribution, 2009/12, Bruegel, Brussels
- Aragon-Correa, J. A., & Sharma, S. (2003). A contingent resource-based view of proactive corporate environmental strategy. *Academy of Management Review*, 28(1), 71-88.
- Audretsch, D. B., & Dohse, D. (2007). Location: A neglected determinant of firm growth. *Review of World Economics*, 143(1), 79-107.
- Barbieri, N., Ghisetti, C., Gilli, M., Marin, G., & Nicolli, F. (2015). A Survey of the Literature on Environmental Innovation Based on Main Path Analysis. *SEEDS Working Papers*, (07-15).
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- Beise, M., Rennings, K. (2005) Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics* 52(1):5-17
- Berchicci, L., King, A. (2007). 11 postcards from the edge: a review of the business and environment literature. *The Academy of Management Annals*, 1(1), 513-547.
- Berge, M. Van en A. Weterings. Relatedness in eco-technological development in European regions. PEEG working paper
- Berrone, P., Fosfuri, A., Gelabert, L. and Gomez-Mejia, L. R. (2013). Necessity as the mother of 'green' inventions: Institutional pressures and environmental innovations. *Strategic Management Journal*, 34(8), 891-909.
- Bottazzi, G., & Secchi, A. (2006). Explaining the distribution of firm growth rates. *The RAND Journal of Economics*, 37(2), 235-256.
- Bottazzi, G., Coad, A., Jacoby, N., & Secchi, A. (2011). Corporate growth and industrial dynamics: Evidence from French manufacturing. *Applied Economics*, 43(1), 103-116.
- Calel, R., Dechezlepretre, A. (2012). Environmental policy and directed technological change: evidence from the European carbon market. *Review of Economics and Statistics*, doi:10.1162/REST_a_00470
- Carrión-Flores, C.E., Innes, R. (2010). Environmental innovation and environmental performance. *Journal of Environmental Economics and Management* 59, 27-42.
- Carrión-Flores, C.E., Innes, R., Sam, A.G. (2013). Do voluntary pollution reduction programs (VPRs) spur or deter environmental innovation? Evidence from 33/50. *Journal of Environmental Economics and Management* 66(3), 444-459.
- Coad, A., Rao, R. (2008), Innovation and firm growth in high-tech sectors: A quantile regression approach. *Research policy*, 37(4), 633-648.
- Colombelli, Kraft and Quatraro. Eco-Innovation and Firm Growth: Do Green Gazelles Run Faster? Microeconomic Evidence from a Sample of European Firms. <http://www.gredeg.cnrs.fr/working-papers/GREDEG-WP-2015-12.pdf> 2015
- COP21 "Adoption of the Paris agreement—Proposal by the President—Draft decision - /CP.21" (PDF). UNFCCC. 2015-12-12. Archived from the original on 2015-12-12. Retrieved 2015-12-12.
- Costantini, V., Crespi, F. (2008). Environmental regulation and the export dynamics of energy technologies. *Ecological Economics* 66, 447-460
- Costantini, V., Crespi, F., Martini, C., Pennacchio, L. (2015). Demand-pull and technology-push public support for eco-innovation: The case of the biofuels sector. *Research Policy*, 44, 577-595.
- Dechezleprêtre, A., Glachant, M. (2014). Does foreign environmental policy influence domestic innovation? Evidence from the wind industry. *Environmental and Resource Economics*, 58(3), 391-413.
- Dechezleprêtre, A., Martin, R., Mohnen, M. (2014). Knowledge spillovers from clean and dirty technologies, Working paper
- Demirel, P., Kesidou, E. (2011). Stimulating different types of eco-innovation in the UK: Government policies and firm motivations. *Ecological Economics*, 70(8), 1546-1557.

- EC, 2012. Connecting Smart and Sustainable growth through Smart Specialisation. S3 Smart specialisation platform.
- Franceschini, S. and F. Alkemade. Non-disruptive regime changes – the case of competing energy efficient lighting trajectories. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, forthcoming.
- Gagliardi, L., Marin, G., Miriello, C. (2016). The greener the better? Job creation effects of environmentally-friendly technological change. *Industrial and Corporate Change*, doi: 10.1093/icc/dtv054.
- Ghisetti, C., Rennings, K. (2014). Environmental innovations and profitability: How does it pay to be green? An empirical analysis on the German Innovation survey. *Journal of Cleaner Production* 75, 106-117.
- Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. *Academy of Management Review*, 20(4), 986-1014.
- Heckman, J. J., Ichimura, H., & Todd, P. E. (1997). Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme. *The Review of Economic Studies*, 64(4), 605-654.
- Horbach, J. (2008). Determinants of environmental innovation: New evidence from German panel data sources. *Research Policy* 37, 163–173.
- Horbach, J., Rammer, C., Rennings, K. (2012). Determinants of eco-innovations by type of environmental impact —The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78, 112-122.
- Horbach, J., Rennings, K. (2013). Environmental innovation and employment dynamics in different technology fields—an analysis based on the German Community Innovation Survey 2009. *Journal of Cleaner Production*, 57, 158-165.
- Horváthová, E. (2010). Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis. *Ecological Economics*, 70(1), 52-59.
- Jaffé, A. B., Palmer, K. (1997). Environmental regulation and innovation: a panel data study. *Review of economics and statistics*, 79(4), 610-619.
- Kesidou, E., Demirel, P. (2012). On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 41(5), 862-870.
- Kemp, R., Olsthoorn, X., Oosterhuis, F., and Verbruggen, H. (1992). Supply and demand factors of cleaner technologies: some empirical evidence. *Environmental and Resource Economics*, 2(6), 615-634.
- Lanoie, P., J. Laurent-Lucchetti, N. Johnstone, and S. Ambec, 2011. “Environmental policy, innovation and performance: New insights on the Porter hypothesis”. *Journal of Economics and Management Strategy*, 20(3):803-842.
- Marin, G. (2014). Do eco-innovations harm productivity growth through crowding out? Results of an extended CDM model for Italy. *Research Policy*, 43(2), 301-317.
- Montresor, S. and Vezzani, A. (2015). The production function of top R&D investors: Accounting for size and sector heterogeneity with quantile estimations. *Research Policy*, 44(2), 381-393.
- Noci G, Verganti R (1999), Managing ‘green’ product innovation in small firms. *R&D Management*, 29(1):3–15
- Palmer, K., Oates, W. E., Portney, P. R. (1995). Tightening environmental standards: The benefit-cost or the no-cost paradigm?. *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 119-132.
- Pfeffer, J., Salancik, G. R. (2003). *The external control of organizations: A resource dependence perspective*. Stanford University Press.
- Popp, D. (2005). Lessons from patents: using patents to measure technological change in environmental models. *Ecological Economics*, 54(2), 209-226.
- Popp, D. (2006). International innovation and diffusion of air pollution control technologies: the effects of NOX and SO2 regulation in the US, Japan and Germany. *Journal of Environmental Economics and Management* 51, 46–71.
- Porter, M. E. 1991. America’s Green Strategy. *Scientific American* 264(4)
- Porter, M.E., van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment–competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives* 9, 97–118.
- Rehfeld, K., Rennings R., Ziegler, A. (2007). Integrated Product Policy and Environmental Product Innovations: An Empirical Analysis. *Ecological Economics* 61, 91-100.
- Rennings K., (2000), Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics, *Ecological Economics*, 32, 319-332.
- Rondinelli, D., Vastag, G. (2000). Panacea, common sense, or just a label?: The value of ISO 14001 environmental management systems. *European Management Journal*, 18(5), 499-510.
- Scott WR. 1995. *Institutions and Organizations*. Sage: Thousand Oak, CA.

- Soltmann, C., Stucki, T., Woerter, M. (2015). The Impact of Environmentally Friendly Innovations on Value Added. *Environmental and Resource Economics*, 62(3), 457-479.
- Sutton, J. (1997) Gibrat's legacy. *Journal of Economic Literature* 35, pp. 40-59.
- Wagner, M. (2007). On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms. *Research Policy*, 36(10), 1587-1602.

Appendix

List of 2digit Nace Rev 2 sectors covered in the analysis:

Nace 2 digit				
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	299	,3	,3	,3
1	146	,1	,1	,4
2	19	,0	,0	,5
3	6	,0	,0	,5
5	7	,0	,0	,5
6	28	,0	,0	,5
7	13	,0	,0	,5
8	92	,1	,1	,6
9	58	,1	,1	,7
10	277	,3	,3	,9
11	42	,0	,0	1,0
12	9	,0	,0	1,0
13	203	,2	,2	1,2
14	55	,1	,1	1,2
15	42	,0	,0	1,3
16	776	,8	,8	2,0
17	183	,2	,2	2,2
18	132	,1	,1	2,3
19	60	,1	,1	2,4
20	1802	1,8	1,8	4,1
21	285	,3	,3	4,4
22	3982	3,9	3,9	8,3
23	1140	1,1	1,1	9,4
24	525	,5	,5	9,9
25	8077	7,9	7,9	17,8
26	4851	4,7	4,7	22,5
27	3720	3,6	3,6	26,1
28	10820	10,5	10,5	36,7
29	1290	1,3	1,3	37,9
30	542	,5	,5	38,5
31	195	,2	,2	38,6
32	2317	2,3	2,3	40,9
33	996	1,0	1,0	41,9
35	620	,6	,6	42,5
36	44	,0	,0	42,5
37	28	,0	,0	42,5
38	387	,4	,4	42,9
39	32	,0	,0	43,0
41	1959	1,9	1,9	44,9
42	316	,3	,3	45,2
43	3554	3,5	3,5	48,6
45	304	,3	,3	48,9
46	10735	10,5	10,5	59,4
47	802	,8	,8	60,2

49	109	,1	,1	60,3
50	19	,0	,0	60,3
51	9	,0	,0	60,3
52	134	,1	,1	60,4
53	10	,0	,0	60,4
55	23	,0	,0	60,5
56	52	,1	,1	60,5
58	146	,1	,1	60,7
59	49	,0	,0	60,7
60	14	,0	,0	60,7
61	365	,4	,4	61,1
62	4729	4,6	4,6	65,7
63	84	,1	,1	65,8
64	4158	4,0	4,0	69,8
65	5	,0	,0	69,8
66	106	,1	,1	69,9
68	3818	3,7	3,7	73,6
69	690	,7	,7	74,3
70	5093	5,0	5,0	79,3
71	7516	7,3	7,3	86,6
72	6283	6,1	6,1	92,7
73	236	,2	,2	92,9
74	2446	2,4	2,4	95,3
75	10	,0	,0	95,3
77	721	,7	,7	96,0
78	43	,0	,0	96,1
79	14	,0	,0	96,1
80	52	,1	,1	96,1
81	110	,1	,1	96,2
82	2421	2,4	2,4	98,6
84	19	,0	,0	98,6
85	265	,3	,3	98,9
86	149	,1	,1	99,0
87	4	,0	,0	99,0
88	14	,0	,0	99,0
90	22	,0	,0	99,1
91	8	,0	,0	99,1
92	16	,0	,0	99,1
93	45	,0	,0	99,1
94	35	,0	,0	99,2
95	47	,0	,0	99,2
96	812	,8	,8	100,0
98	1	,0	,0	100,0
Total	102672	100,0	100,0	

Country ISO Code

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid AT	2347	2,3	2,3	2,3

BA	1	,0	,0	2,3
BE	2065	2,0	2,0	4,3
BG	189	,2	,2	4,5
BY	14	,0	,0	4,5
CH	6433	6,3	6,3	10,8
CY	2	,0	,0	10,8
CZ	3017	2,9	2,9	13,7
DE	24518	23,9	23,9	37,6
DK	2261	2,2	2,2	39,8
EE	107	,1	,1	39,9
ES	5963	5,8	5,8	45,7
FI	3121	3,0	3,0	48,7
FR	6186	6,0	6,0	54,8
GB	15681	15,3	15,3	70,0
GR	47	,0	,0	70,1
HR	87	,1	,1	70,2
HU	1258	1,2	1,2	71,4
IE	699	,7	,7	72,1
IS	50	,0	,0	72,1
IT	10515	10,2	10,2	82,4
LI	42	,0	,0	82,4
LT	81	,1	,1	82,5
LU	91	,1	,1	82,6
LV	112	,1	,1	82,7
MC	12	,0	,0	82,7
MD	7	,0	,0	82,7
MT	6	,0	,0	82,7
NL	5715	5,6	5,6	88,3
NO	1966	1,9	1,9	90,2
PL	1569	1,5	1,5	91,7
PT	536	,5	,5	92,2
RO	465	,5	,5	92,7
RS	43	,0	,0	92,7
RU	1357	1,3	1,3	94,0
SE	4667	4,5	4,5	98,6
SI	442	,4	,4	99,0
SK	381	,4	,4	99,4
TR	538	,5	,5	99,9

UA	81	,1	,1	100,0
Total	102672	100,0	100,0	

Country ISO Code

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid AT	2347	2,3	2,3	2,3
BA	1	,0	,0	2,3
BE	2065	2,0	2,0	4,3
BG	189	,2	,2	4,5
BY	14	,0	,0	4,5
CH	6433	6,3	6,3	10,8
CY	2	,0	,0	10,8
CZ	3017	2,9	2,9	13,7
DE	24518	23,9	23,9	37,6
DK	2261	2,2	2,2	39,8
EE	107	,1	,1	39,9
ES	5963	5,8	5,8	45,7
FI	3121	3,0	3,0	48,7
FR	6186	6,0	6,0	54,8
GB	15681	15,3	15,3	70,0
GR	47	,0	,0	70,1
HR	87	,1	,1	70,2
HU	1258	1,2	1,2	71,4
IE	699	,7	,7	72,1
IS	50	,0	,0	72,1
IT	10515	10,2	10,2	82,4
LI	42	,0	,0	82,4
LT	81	,1	,1	82,5
LU	91	,1	,1	82,6
LV	112	,1	,1	82,7
MC	12	,0	,0	82,7
MD	7	,0	,0	82,7
MT	6	,0	,0	82,7
NL	5715	5,6	5,6	88,3
NO	1966	1,9	1,9	90,2
PL	1569	1,5	1,5	91,7
PT	536	,5	,5	92,2
RO	465	,5	,5	92,7
RS	43	,0	,0	92,7
RU	1357	1,3	1,3	94,0
SE	4667	4,5	4,5	98,6
SI	442	,4	,4	99,0
SK	381	,4	,4	99,4
TR	538	,5	,5	99,9
UA	81	,1	,1	100,0
Total	102672	100,0	100,0	