

Claudia Kettner-Marx, Daniela Kletzan-Slamanig

Österreich 2025 – Umweltinnovationen in Österreich

Performance und Erfolgsfaktoren

Österreich 2025 – Umweltinnovationen in Österreich. Performance und Erfolgsfaktoren

Mit der Diffusion des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung in Politik und Gesellschaft wurde zunehmend erkannt, dass die derzeitigen Produktions- und Konsummuster nur eingeschränkt zukunftsfähig sind. Auf internationaler Ebene werden Strategien für ein ökologisch nachhaltiges Wachstum diskutiert ("OECD Green Growth Strategy", Strategie "Europa 2020"). Dabei wird die Relevanz von Umweltinnovationen, d. h. der Entwicklung von umwelt- und ressourcenschonenden Technologien, hervorgehoben. Wie die Ex-post-Analyse der Performance der österreichischen Unternehmen im Bereich Umweltinnovationen auf Basis der OECD-Patentdatenbanken zeigt, verlor die Entwicklung des Forschungsoutputs (gemessen an der Zahl der Patente) in der jüngeren Vergangenheit in Österreich an Dynamik, eine deutliche Spezialisierung auf Umwelttechnologien ist nicht mehr festzustellen. Der Vergleich mit dem Politikumfeld in erfolgreichen Ländern und die Ergebnisse einer Expertenbefragung machen Erfolgsfaktoren für eine nachhaltige Unterstützung von Umweltinnovationen sichtbar. Dazu zählen, etwa stabile Rahmenbedingungen mit ambitionierten umwelt- und energiepolitischen Zielen, die zentrale Nachfragetreiber für Umwelttechnologien sind und damit auch entsprechende Innovationsaktivitäten auslösen.

Austria 2025 – Environmental Innovations in Austria. Performance and Success Factors

Over the past decades, the concept of sustainable development has been largely internalised by politics and society and it has been increasingly recognised that current production and consumption patterns may not be viable for the future. At the international level, strategies for environmentally sustainable growth are discussed ("OECD Green Growth Strategy", "Europe 2020 Strategy"), highlighting the relevance of environmental innovations, i.e., the development of environmental and resource-saving technologies, for sustainable development. As is shown by an ex-post analysis of the environmental innovation performance of Austrian businesses based on OECD patent data, the dynamics of the research output (measured in patents) has decreased in Austria in recent years and a pronounced specialisation in environmental technologies in the innovation system can no longer be observed. A comparison with the policy framework in the EU's innovation leader countries as well as the findings of an expert survey provide guidance for a successful support of environmental innovations. A stable environmental and energy policy framework with ambitious goals is essential since it increases demand for environmental technologies and thus triggers innovation activities.

Kontakt:

Mag. Claudia Kettner-Marx, MSc: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, Claudia.Kettner-Marx@wifo.ac.at

Mag. Daniela Kletzan-Slamanig: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, Daniela.Kletzan-Slamanig@wifo.ac.at

JEL-Codes: O31, O52, Q55 • **Keywords:** Umweltinnovationen, Patentdatenanalyse, Patentindikatoren, Fragebogenerhebung

Dieser Beitrag fasst die Ergebnisse eines Teilprojektes des WIFO-Forschungsprogrammes "Österreich 2025" zusammen: Claudia Kettner-Marx, Daniela Kletzan-Slamanig, Österreich 2025 – Umweltinnovationen in Österreich. Performance und Erfolgsfaktoren (Juni 2016, 42 Seiten, 40 €, Download 32 €: <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58860>).

Das Forschungsprogramm "Österreich 2025" wird von Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Oesterreichischer Nationalbank, Klima- und Energiefonds, Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz und Hannes Androsch Stiftung bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften finanziell unterstützt. Einzelne Projekte finanziert durch die Bundesarbeitskammer, das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, die Landwirtschaftskammer Österreich und die Wirtschaftskammer Österreich werden ebenfalls im Rahmen des Forschungsprogramms abgewickelt.

Begutachtung: Andreas Reinstaller, Bernhard Dachs • **Wissenschaftliche Assistenz:** Katharina Köberl (Katharina.Koeberl@wifo.ac.at)

1. Motivation

Mit der Diffusion des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung in Politik und Gesellschaft wurde zunehmend erkannt, dass die derzeitigen Produktions- und Konsummuster nur eingeschränkt zukunftsfähig sind. Insbesondere die negativen ökologischen Effekte der Zunahme von Ressourcenverbrauch und Emissionen, die den anthropogenen Klimawandel vorantreiben, erfordern eine Umgestaltung der Wirtschaftsstrukturen und eine weitgehende Dekarbonisierung im Laufe der nächsten

Jahrzehnte. Auf internationaler Ebene werden Strategien für ein ökologisch nachhaltiges Wachstum diskutiert (z. B. Green Growth Strategy, OECD, 2011A; Strategie "Europa 2020", Europäische Kommission, 2010). Dabei wird die Relevanz von Umweltinnovationen, d. h. die Entwicklung von umwelt- und ressourcenschonenden Technologien, hervorgehoben. Der Bedarf an Technologieentwicklung und -transfer wurde auch im Übereinkommen im Rahmen der Klimakonferenz COP 21 (UNFCCC, 2015) betont. Weitreichende bzw. radikale Innovationen werden u. a. als Voraussetzung dafür angesehen, um technologische Lock-in-Effekte zu durchbrechen, die Systemänderung hin zu einer weitgehend kohlenstofffreien Wirtschaft zu erreichen und somit den Klimawandel begrenzen zu können (Unruh, 2000, 2002, Geels – Elzen – Green, 2004, Smith, 2009, Arundel – Kanerva – Kemp, 2011).

Aufgrund des rasanten Wirtschaftswachstums in den Schwellenländern und damit einhergehender ökologischer Herausforderungen werden für die Umwelttechnikindustrie weltweit hohe Wachstumschancen prognostiziert (z. B. Roland Berger Strategy Consultants, 2014). Wie die WIFO-Studien zur Umwelttechnik seit Mitte der 1990er-Jahre belegen¹⁾, gewinnt diese Branche in Österreich kontinuierlich an wirtschaftlicher Bedeutung. Als Wachstumsbranche zeichnet sie sich zudem durch hohe Innovationsneigung, starke Exportorientierung sowie eine kontinuierlich zunehmende Internationalisierung aus. Eine zentrale Voraussetzung für die Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit in diesem Technologiebereich, der sich einerseits im Qualitätswettbewerb behaupten muss und andererseits ständig ändernden Rahmenbedingungen und Anforderungen gegenübersteht, sind Forschung, Entwicklung und Innovationen.

2. Literaturüberblick

Umweltrelevante Innovationen stehen schon lange im Mittelpunkt des Interesses der Politik. So verabschiedete die EU 2004 den "Environmental Technologies Action Plan" (ETAP) und 2011 den "Eco-Innovation Action Plan" (COM/2011/0899 final); daraus entstanden Aktivitäten wie die Zusammenstellung von Indikatoren für das EU-weite Eco-Innovation Scoreboard²⁾ zur Erhebung der Performance der EU-Länder im Bereich der Ökoinnovationen. Auch die OECD legt seit Jahren einen Fokus auf diese Thematik³⁾.

Die ökonomische Literatur befasste sich in den letzten Jahren vermehrt mit der Entwicklung von Ansätzen zur Messung von Ökoinnovationen (Popp, 2005, Arundel – Kemp – Machiba, 2009, Oltra – Kemp – De Vries, 2010), wobei die Verwendung von Patentdaten als Maßgröße für den Forschungsoutput im Vordergrund stand. Patente spiegeln die Innovationsperformance von Unternehmen bzw. Volkswirtschaften wider und sind ein zentraler Outputindikator für die Messung von Innovationen. Die Nutzung von Patentdaten für die Analyse der Technologieentwicklung bietet zahlreiche Vorteile (z. B. Popp, 2006, Hašič – Migotto, 2015): Daten zu Patentanmeldung sind gut verfügbar; sie sind quantitativ, disaggregierbar, d. h. sie weisen einen hohen Grad an Detailliertheit auf, und die entsprechenden Technologien können anhand der Informationen aus den Patentanträgen einfach identifiziert werden. Daher eignen sie sich besonders für die Identifikation spezifischer Umweltinnovationen, die sich aufgrund ihrer sektorübergreifenden Natur anhand anderer statistischer Datenquellen (ÖNACE, Außenhandelsstatistiken) nicht oder nur eingeschränkt identifizieren lassen.

Dennoch unterliegen Patentdaten auch einigen Einschränkungen: Zunächst sind nicht alle Erfindungen patentierbar bzw. werden nicht alle patentierbaren Technologieentwicklungen patentiert, da einige Erfinder und Erfinderinnen ihre Erfindungen geheimhalten statt Informationen im Zuge des Patentierungsverfahrens preiszuge-

¹⁾ Köppl – Pichl, 1995, Köppl, 2000, 2005, Kletzan-Slamanig – Köppl, 2009, Köppl – Kletzan-Slamanig – Köberl, 2013.

²⁾ <http://www.eco-innovation.eu>.

³⁾ "OECD Green Growth Strategy" und "OECD Green Growth Indicators".

ben. Auch variiert die Patentierungsneigung beträchtlich zwischen einzelnen Sektoren und Ländern bzw. auch über die Zeit. Darüber hinaus wird die Qualität bzw. das wirtschaftliche Potential der Technologieentwicklung nicht durch einfache Patentdaten erfasst; hier bieten aber Patentindikatoren Abhilfe (z. B. die zitationsgewichtete Zahl der Patentanmeldungen; *Unterlass – Hranyai – Janger, 2014*).

3. Methodischer Zugang

Die vorliegende Studie basiert auf internationalen Patentdaten der OECD⁴). Die Zahl der Patentanmeldungen⁵) bildet die Innovationstätigkeit im Umweltbereich zeitnah ab. Zur Identifikation der umweltrelevanten Patente wird die *Classification of Environment-Related Technologies* der OECD (ENV-TECH) herangezogen. Auf dieser Basis werden verschiedene Patentindikatoren berechnet und die Entwicklung der Umweltinnovationen in Österreich im Zeitraum 1990/2010 sowie die Performance im internationalen Vergleich analysiert. Für die Jahre nach 2010 sind die Daten (insbesondere zu Patentzitationen) noch zu unvollständig, um darauf Analysen aufzubauen.

Die folgenden drei Indikatoren erfassen quantitative und qualitative Aspekte von Patentanmeldungen im Bereich der Umwelttechnologien (eine detaillierte Beschreibung findet sich in *Unterlass – Hranyai – Reinstaller, 2013*).

- *Zahl der Patentanmeldungen*: Diese Kennzahl gibt Einblick in die Forschungsaktivitäten eines Landes, eines Unternehmens oder einer Branche. Sie kann grundsätzlich sowohl nach Erfinder bzw. Erfinderin als auch nach Anmelder bzw. Anmelderin ausgewiesen werden. Während die Zahl der Patentanmeldungen nach Erfinder bzw. Erfinderin ein Maß für die Innovationstätigkeit bzw. die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes ist, spiegeln die Patentanmeldungen nach Anmelder bzw. Anmelderin die Kontrolle über geistiges Eigentum wider. Der Fokus der vorliegenden Studie liegt auf der Innovationstätigkeit im Bereich der Umwelttechnologien und damit auf den Patentanmeldungen nach Erfinder bzw. Erfinderin.
- *Zitationsgewichtete Zahl der Patentanmeldungen*: Patentzitationen liefern über die Menge der Patentanmeldungen hinaus Informationen zur Qualität der Patente. Je öfter ein Patent zitiert wird, desto stärker ist seine Wirkung auf andere Patente einzuschätzen. Patentzitationen können daher als Maß für die technologische Bedeutung von Patenten herangezogen werden. Durch Gewichtung der Zahl der Patentanmeldungen mit der Zahl der Zitationen erhalten Patente, die häufiger zitiert werden, höheres technologisches und kommerzielles Gewicht. Patentzitationen treten tendenziell stark verzögert auf, wodurch Patentanmeldungen der letztverfügbaren Jahre nur sehr wenige Zitationen aufweisen bzw. die Indikatoren, die auf Zitationszählungen basieren, für aktuelle Jahre nach unten verzerrt sind. Bis zum Jahr 2010 können die Indikatoren berechnet werden.
- *Relativer Spezialisierungsindex (Revealed Technological Advantage, RTA)*: Der RTA setzt die Bedeutung der Patentaktivität in einem Technologiefeld in Bezug zur gesamten erfinderischen Tätigkeit eines Landes, und gibt damit Auskunft über den Grad der Spezialisierung eines Landes in einem bestimmten Technologiefeld. Der Index hat den Wert 0, wenn das Land in dem jeweiligen Technologiefeld keine Patente aufweist, und den Wert 1, wenn der Anteil des Landes an den Patenten des betrachteten Technologiefeldes genau dem Anteil des Landes im Durchschnitt aller Technologiefelder entspricht; in diesem Fall weist das Land keine Spezialisierung auf. Werte über 1 spiegeln eine Spezialisierung im betrachteten

⁴) Die OECD-Datenbank umfasst vorwiegend Informationen des Europäischen Patentamtes (EPA).

⁵) Die Zahl der Patentanmeldungen liefert zeitnahe Informationen zu Innovationsaktivitäten im Gegensatz zur Zahl der bewilligten Patente, da der Patentierungsprozess durchschnittlich fünf Jahre dauert (*Saragossi – Pottelsberghe de la Potterie, 2003*).

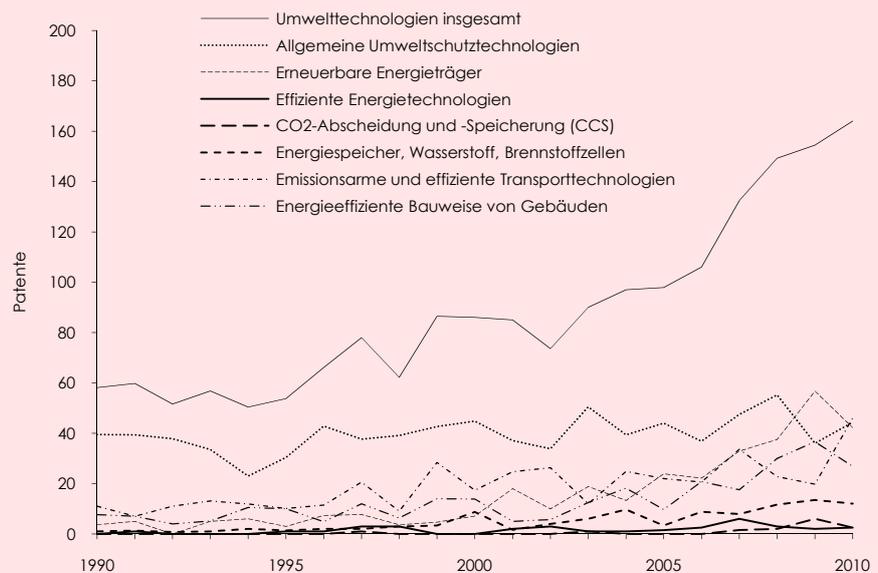
Technologiefeld wider. Länder mit einer großen Zahl an Patenten weisen tendenziell eine geringere Spezialisierung auf.

4. Entwicklung der Umweltpatentaktivitäten in Österreich über die Zeit

Die Zahl der Umweltpatentanmeldungen hat in Österreich steigende Tendenz. 1990 wurden von österreichischen Erfindern und Erfinderrinnen insgesamt 58 Umweltpatente angemeldet, 2010 bereits 164 (Abbildung 1). Insgesamt erhöhte sich die Zahl der Patentanmeldungen in Österreich im selben Zeitraum von 640 auf 1.744, nur etwas schwächer als die Zahl der Umweltpatente. Anfangs überwogen "allgemeine Umweltschutztechnologien"⁶⁾, insbesondere seit 2005 gewannen aber die Bereiche "erneuerbare Energieträger", "emissionsarme und energieeffiziente Transporttechnologien"⁷⁾ sowie "energieeffiziente Bauweise von Gebäuden"⁸⁾ an Bedeutung. 2010 entfielen 29% der Patentanmeldungen österreichischer Erfinder und Erfinderrinnen auf emissionsarme und energieeffiziente Transporttechnologien (1990: 11%), 28% auf allgemeine Umweltschutztechnologien (1990: 69%) und 26% auf erneuerbare Energieträger (1990: 12%). Dagegen sind die Technologiebereiche "effiziente Energietechnologien", "CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS)" und auch "Energiespeicher, Wasserstoff und Brennstoffzellen" von geringer Bedeutung und weisen mit Ausnahme der Energiespeicher auch keine nennenswerte Dynamik auf.

Abbildung 1: Zahl der Patentanmeldungen in Österreich

Nach Erfindern bzw. Erfinderrinnen



Q: OECD (2015A, 2015B), OECD Classification of Environment-Related Technologies, WIFO-Berechnungen.

Diese Verschiebung weist auf Änderungen der Rahmenbedingungen bzw. der umweltpolitischen Ziele hin. War zu Beginn der Untersuchungsperiode noch die Lösung "klassischer" Umweltprobleme wie Luft- und Wasserverschmutzung durch End-of-Pipe-Technologien im Vordergrund gestanden, so gewannen im Laufe der Zeit Themen wie Klimawandel und Umstieg auf erneuerbare Energieträger an Gewicht, die auch verstärkt Lösungen über integrierte Technologien erfordern. Die geringere Dynamik der Patentanmeldungen im Bereich der allgemeinen Umweltschutztechnologien

⁶⁾ Luft- und Wasserreinhaltung, Abfallmanagement, Bodensanierung, Umweltmonitoring.

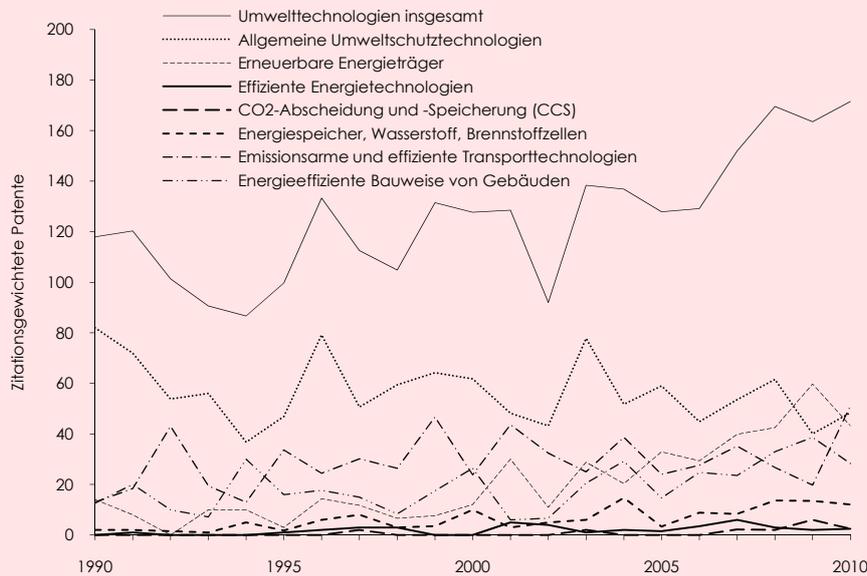
⁷⁾ Effiziente Verbrennungsmotoren, Hybrid- und Elektroantriebe, Leichtbauweise.

⁸⁾ Dämmung, Beleuchtung, Heizsysteme.

gien weist auch darauf hin, dass diese Bereiche bereits einen gewissen Technologiereifegrad⁹⁾ erreicht haben (Hašič – Migotto, 2015).

Die zitationsgewichtete Zahl der Umweltpatentanmeldungen österreichischer Erfinder und Erfinderrinnen stieg im Zeitraum 1990 bis 2010 von 118 auf 172 (Abbildung 2); wie erwähnt werden Patente allgemein erst mit relativ großer Verzögerung zitiert.

Abbildung 2: Zitationsgewichtete Zahl der Patentanmeldungen in Österreich
Nach Erfindern bzw. Erfinderrinnen



Q: OECD (2015A, 2015B), OECD Classification of Environment-Related Technologies, WIFO-Berechnungen.

5. Österreichische Umweltinnovationen im internationalen Vergleich

Wie der Vergleich mit den führenden Innovatoren in Europa (Deutschland, Dänemark, Finnland und Schweden) zeigt, gelang es Österreich nicht, seine zu Beginn der 1990er-Jahre starke Position im Bereich von Umweltpatenten zu halten. Hatte es 1990 mit 0,3 Umweltpatentanmeldungen je Mrd. € BIP noch nach Deutschland (0,4 je Mrd. € BIP) den 2. Rang unter den fünf Ländern eingenommen, so fiel es bis 2010 auf den 5. Rang zurück. Die Zahl der Umweltpatentanmeldungen lag 2010 bei 0,5 je Mrd. € BIP (Abbildung 3), nachdem sie bis 2010 auf dem Niveau von 1990 stagniert hatte. Die Zahl der Umweltpatentanmeldungen österreichischer Erfinder und Erfinderrinnen übertraf damit auch 2010 den Durchschnitt der EU 28 deutlich. Ein ähnliches Bild ergibt sich anhand der zitationsgewichteten Zahl der Patentanmeldungen.

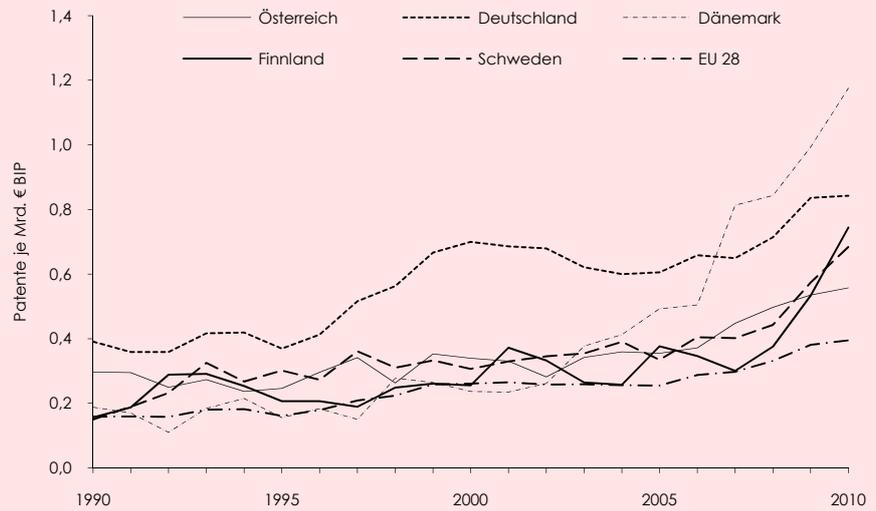
Informationen über die Spezialisierung einzelner Länder im Bereich von Umweltpatenten liefert der Relative Spezialisierungsindex RTA. Diese Kennzahl bildet die Bedeutung der Patentaktivität in einem Technologiefeld in Bezug zur gesamten erfinderischen Tätigkeit eines Landes ab. Sie hat den Wert 0, wenn das Land in dem jeweiligen Technologiefeld keine Patente aufweist, und den Wert 1, wenn der Anteil des Landes an den Patenten dieses Technologiefeldes genau dem Anteil des Landes im Durchschnitt aller Technologiefelder entspricht. Werte über 1 geben demnach eine Spezialisierung in diesem Technologiefeld an.

1990 lag für Österreich eine deutliche Spezialisierung im Bereich der Umweltechnologien vor (Abbildung 4); Österreichs Anteil an allen Patenten war etwa doppelt so

⁹⁾ Technologiediffusion verläuft häufig S-förmig (z. B. Popp, 2005): Je weiter eine Technologie diffundiert ist und durch Learning by Doing verbessert wurde, als desto reifer wird sie bezeichnet; zugleich sinken dadurch die Möglichkeiten für signifikante technologische Verbesserungen (Popp – Hafner – Johnstone, 2011).

hoch wie für den Durchschnitt aller Technologiekategorien. Zwischen 1990 und 2010 nahm die relative Bedeutung von Umweltpatenten in Österreich jedoch kontinuierlich ab, im Jahr 2010 betrug der RTA für Umwelttechnologien in Österreich nur mehr 1,3 und lag damit nur mehr knapp über dem Durchschnitt der EU 28 (1,1). Dieser Verlust an Dynamik und Spezialisierung auf Umwelttechnologien wird auch von anderen Analysen auf Basis von Patentdaten bestätigt (z. B. Haščič – Migotto, 2015).

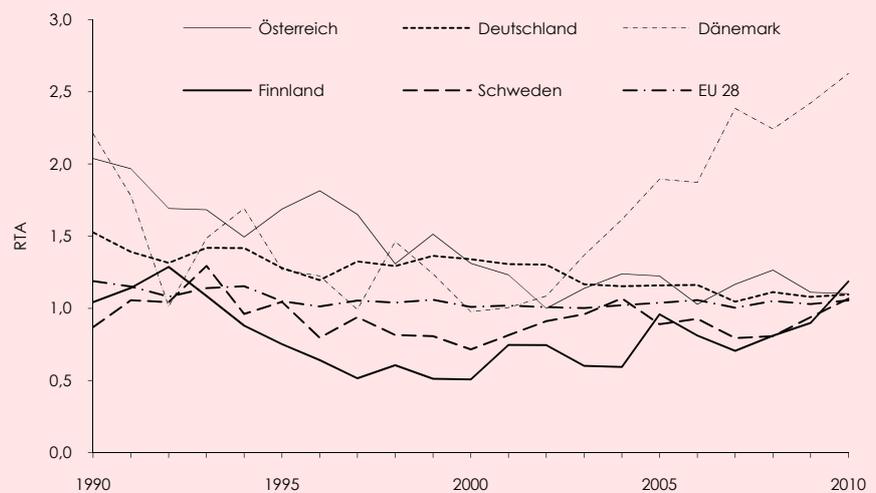
Abbildung 3: Zahl der Patentanmeldungen in Relation zur Wirtschaftsleistung
Nach Erfindern bzw. Erfinderinnen



Q: OECD (2015A, 2015B), OECD Classification of Environment-Related Technologies, Eurostat, WIFO-Berechnungen.

Mit Ausnahme von Dänemark weisen jedoch auch die führenden Innovatoren in Europa keine explizite Spezialisierung auf Umwelttechnologien (mehr) auf. Die seit 2000 zunehmende Fokussierung auf Umweltinnovationen in Dänemark schlug sich 2010 in einem RTA von 3,9 nieder.

Abbildung 4: Relativer Spezialisierungsindex (RTA) im Bereich von Umwelttechnologien



Q: OECD (2015A), OECD Classification of Environment-Related Technologies, WIFO-Berechnungen. RTA: Bedeutung der Patentaktivität in einem Technologiefeld in Relation zur gesamten erfinderischen Tätigkeit eines Landes.

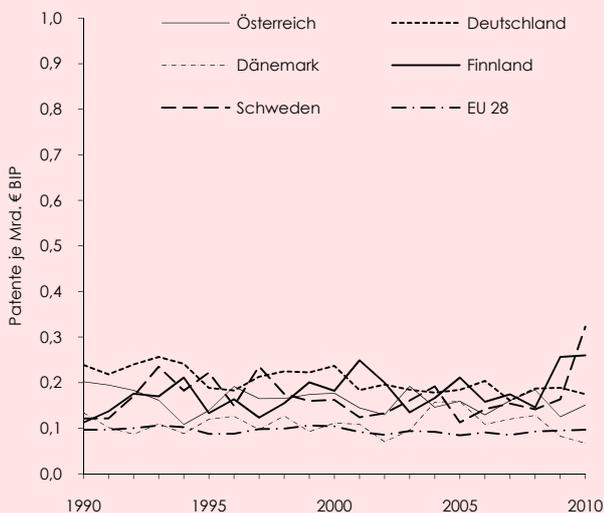
5.1 Ergebnisse nach Technologiekategorien

In allen betrachteten Ländern hatten allgemeine Umweltschutztechnologien – gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen nach Erfindern bzw. Erfinderinnen je Mrd. € BIP – zu Beginn der Untersuchungsperiode die größte Bedeutung (Abbildung 5). Vor allem ab 2005 gewannen die erneuerbaren Energieträger jedoch an Gewicht, mittlerweile übersteigt die Zahl der Patentanmeldungen mit Ausnahme von Schweden jene der allgemeinen Umweltschutztechnologien. In Dänemark war die Zahl der Patentanmeldungen im Bereich "erneuerbare Energieträger" 2010 mit rund 1 Patent je Mrd. € BIP mehr als viermal so hoch wie in Deutschland und mehr als fünfmal so hoch wie in Österreich. In Deutschland und Schweden nehmen seit Mitte der 1990er-Jahre zudem die Patentanmeldungen im Bereich der emissionsarmen und energieeffizienten Transporttechnologien kräftig zu. Auch die Zahl der Patentanmeldungen im Bereich der energieeffizienten Bauweise von Gebäuden steigt seit 1990 in allen betrachteten Ländern stetig, ist jedoch nach wie vor niedrig.

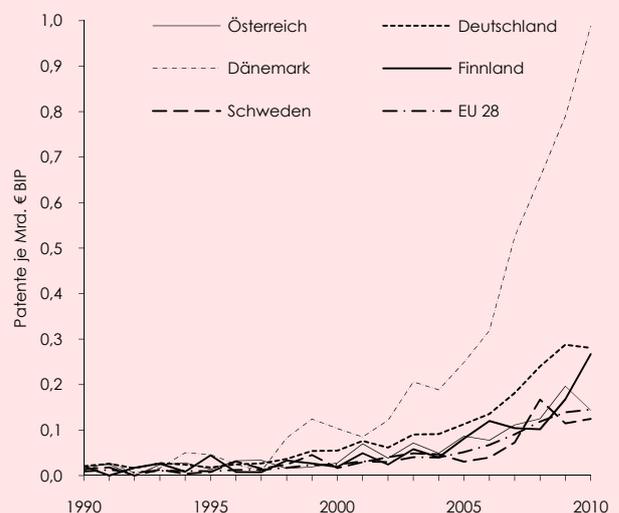
Abbildung 5: Zahl der Patentanmeldungen nach Technologiekategorie in Relation zur Wirtschaftsleistung

Nach Erfindern bzw. Erfinderinnen

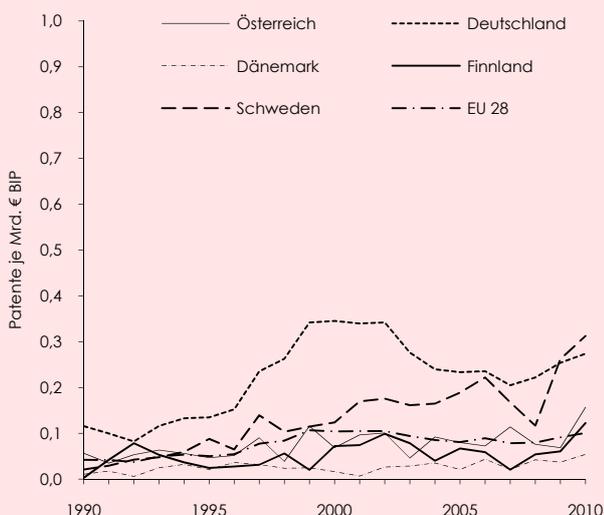
Allgemeine Umweltschutztechnologien



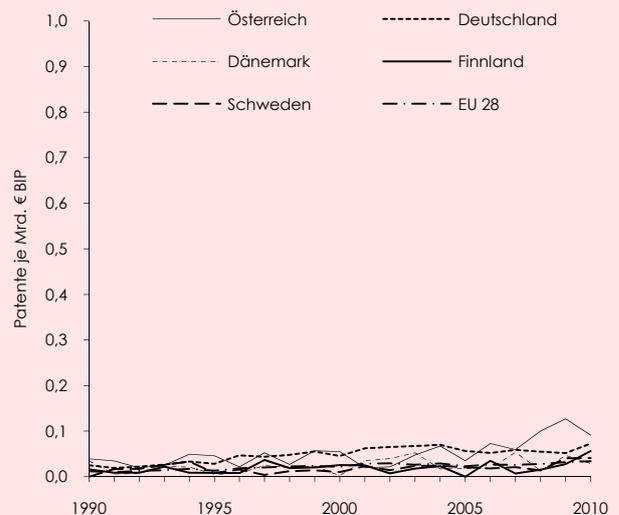
Erneuerbare Energieträger



Emissionsarme und energieeffiziente Transporttechnologien



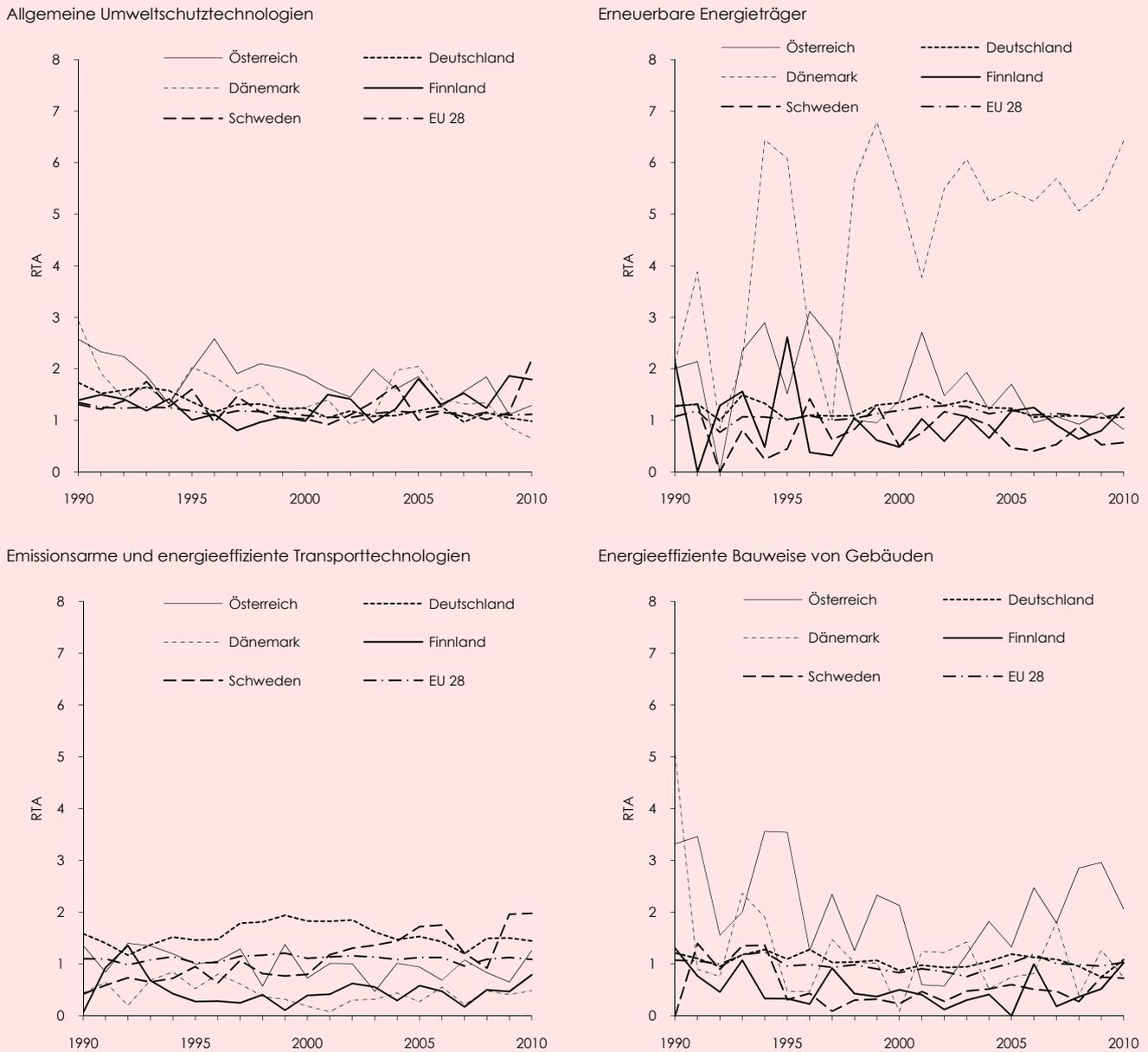
Energieeffiziente Bauweise von Gebäuden



Q: OECD (2015A, 2015B), OECD Classification of Environment-Related Technologies, Eurostat, WIFO-Berechnungen.

Unter den fünf führenden Innovatoren in Europa wies Österreich im Jahr 2010 die höchste Zahl der Patentanmeldungen (nach Erfindern bzw. Erfinderinnen) je Mrd. € BIP im Bereich energieeffiziente Bauweise von Gebäuden auf. In Bezug auf emissionsarme und energieeffiziente Transporttechnologien nahm Österreich nach Deutschland und Schweden den 3. Rang ein, bezüglich der erneuerbaren Energieträger und der allgemeinen Umweltschutztechnologien den 4. Rang – im Bereich der erneuerbaren Energieträger entsprach die Kennzahl in Österreich dem Durchschnitt der EU 28.

Abbildung 6: Relativer Spezialisierungsindex (RTA) nach Technologiekatgorie



Q: OECD (2015A), OECD Classification of Environment-Related Technologies, WIFO-Berechnungen. RTA: Bedeutung der Patentaktivität in einem Technologiefeld in Relation zur gesamten erfinderischen Tätigkeit eines Landes.

Die Spezialisierung auf allgemeine Umweltschutztechnologien verringerte sich mit Ausnahme von Finnland und Schweden in allen betrachteten Ländern zwischen 1990 und 2010 (Abbildung 6). In Österreich zeigte der RTA auch 2010 noch mit über 1 eine überdurchschnittliche Patentaktivität in diesem Technologiebereich an. Die Spezialisierung auf erneuerbare Energieträger war in Österreich, Finnland, Schweden und Deutschland seit 1990 ebenfalls rückläufig, während sie in Dänemark deutlich ausgebaut wurde. Der RTA lag 2010 in diesem Bereich neben Dänemark auch in

Finnland (1,1) und Deutschland (1,2) sowie für die EU 28 insgesamt über 1. Im Bereich der emissionsarmen und energieeffizienten Transporttechnologien zeigt sich in der Periode 1990 bis 2010 eine Spezialisierung in Schweden (RTA 2,0), Deutschland (1,4) und Österreich (1,3). Nur in Österreich zeigten die Patentanmeldungen zuletzt eine signifikante Spezialisierung auf energieeffiziente Bauweise von Gebäuden (2,1), während der RTA in den anderen untersuchten Ländern durchwegs gering war.

6. Begünstigende Faktoren und Barrieren für Umweltinnovationen in Österreich

Um im Rahmen des Forschungsprogrammes "Österreich 2025" eine mittel- bis langfristige Strategie zur Stärkung umweltrelevanter Innovationen in Österreich entwerfen zu können, führte das WIFO ergänzend zur Patentanalyse eine Expertenbefragung durch. Zu dieser Onlinebefragung wurden 55 Experten und Expertinnen aus den Bereichen Forschung, öffentliche Verwaltung und Interessenvertretungen eingeladen; 35 Personen beteiligten sich an der Umfrage. Für diese Erhebung der Einschätzung von begünstigenden Faktoren und Barrieren für Umweltinnovationen in Österreich wurde eine Liste von in der Literatur häufig genannten Barrieren und begünstigenden Faktoren zusammengestellt, deren Relevanz die Teilnehmer und Teilnehmerinnen bewerten sollten. Zusätzlich sollten sie die drei wichtigsten Erfolgsfaktoren für Umweltinnovationen nennen, die in Österreich zu stärken wären, sowie die drei wichtigsten Barrieren, die abzubauen wären, um die Performance österreichischer Unternehmen in diesem Bereich zu verbessern.

Nach Einschätzung der Experten und Expertinnen zählt eine ambitionierte und stabile umwelt- und energierelevante Gesetzgebung in der EU zu den wichtigsten Treibern von Umweltinnovationen. Große Bedeutung wurde auch einer ambitionierten und stabilen umwelt- und energierelevanten Gesetzgebung in Österreich sowie der Forschung und Entwicklung beigemessen (Übersicht 1). Die Einschätzung stimmt mit der umfassenden Literatur zur Rolle regulativer Instrumente für Umweltinnovationen überein (z. B. Porter, 1991, Porter – van der Linde, 1995, Johnstone – Haščič – Popp, 2010, Johnstone – Haščič – Kalamova, 2010, Lanoie et al., 2011). Als weniger relevant für die Förderung von Umweltinnovationen wurden hingegen Patente und Gebrauchsmuster zum Schutz der Innovationen, die Forschungsförderung sowie das Umweltbewusstsein der Öffentlichkeit eingestuft.

Übersicht 1: Experteneinschätzung von Faktoren, die Umweltinnovationen in Österreich begünstigen

	Eignung zur Stärkung der Innovationsfähigkeit ¹⁾	(Weitere) Forcierung nötig ²⁾
Ambitionierte und stabile umwelt- und energierelevante Gesetzgebung in der EU	3,7	0,7
Nachfrageentwicklung	3,6	0,5
Ambitionierte und stabile umwelt- und energierelevante Gesetzgebung in Österreich	3,5	0,5
Forschung und Entwicklung in den Unternehmen	3,5	0,3
Forschung und Entwicklung in Kooperation mit Universitäten, Fachhochschulen usw.	3,5	0,5
Forschungsförderung	3,2	0,4
Umweltbewusstsein der Öffentlichkeit	3,0	0,2
Patente und Gebrauchsmuster zum Schutz der Innovationen	2,7	0,1

Q: WIFO-Berechnungen. – 1) 4... sehr gut geeignet, 3... gut geeignet, 2... weniger geeignet, 1... nicht geeignet. – 2) Anteil der Befragten, die diesen Faktor als einen der wichtigsten bezeichnen.

Zu den größten Barrieren für Umweltinnovation zählen laut den Experten und Expertinnen häufige Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen, länderspezifische Produktstandards und Genehmigungsverfahren sowie die Marktbeherrschung durch Anbieter konventioneller Technologien vor den hohen Innovationskosten und einem höheren wirtschaftlichen Risiko als in anderen Branchen (Übersicht 2). Der Zugang zu Förderungen, ein hoher Aufwand der Patentierung eigener Innovationen oder hohe Kosten der Lizenzierung fremder Patente und Gebrauchsmuster werden

hingegen nicht als wichtige Barrieren für Innovationen im Umwelttechnologiebereich eingeschätzt.

Übersicht 2: Experteneinschätzung von Barrieren für Umweltinnovationen in Österreich

	Ausmaß des Hindernisses ¹⁾	(Weiterer) Abbau nötig ²⁾
Häufige Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen	2,9	0,6
Länderspezifische Produktstandards und Genehmigungsverfahren	2,9	0,5
Marktbeherrschung durch Anbieter konventioneller Technologien	2,9	0,4
Hohe Innovationskosten	2,7	0,2
Höheres wirtschaftliches Risiko als in anderen Branchen	2,7	0,2
Mangel an geeignetem Fachpersonal	2,4	0,4
Mangel an Information über Marktverhältnisse	2,3	0,1
Hoher Aufwand der Patentierung eigener Innovationen	2,3	0,0
Hohe Kosten der Lizenzierung fremder Patente und Gebrauchsmuster	2,3	0,1
Mangelnde Kundenakzeptanz	2,3	0,1
Marktbeherrschung durch etablierte Umwelttechnikunternehmen	2,2	0,1
Schwieriger Zugang zu Förderungen	2,1	0,1

Q: WIFO-Berechnungen. – 1) 4 ... sehr großes Hindernis, 3 ... großes Hindernis, 2 ... geringfügiges Hindernis, 1 ... kein Hindernis. – 2) Anteil der Befragten, die den Abbau dieses Hindernisses als wichtig bezeichnen.

7. Politikempfehlungen

Umweltinnovationen sind aus verschiedenen Gesichtspunkten ein unerlässlicher Teil einer zukunftsfähigen Entwicklung, wie sie etwa die OECD im Rahmen ihrer "Green Growth Strategie" entwirft (OECD, 2011A). Dabei geht es darum, die Umweltressourcen zu schonen und gleichzeitig Wachstum und Beschäftigung zu fördern und den Wohlstand zu sichern.

In Österreich leistet das kontinuierlich weiterentwickelte und erweiterte Angebot an Umwelttechnologien, wie die verfügbaren Daten zeigen, nicht nur einen wesentlichen Beitrag zur Lösung von Umweltproblemen, sondern auch zu Wachstum und Beschäftigung. Auch internationale Studien zu Marktentwicklung und -potentialen bestätigen die überdurchschnittliche Dynamik der Umwelttechnikbranche in Österreich in Bezug auf die Beschäftigungsentwicklung und auch die hohe Resilienz gegenüber den Auswirkungen der weltweiten Wirtschaftskrise (Köppel – Kletzan-Slamanig – Köberl, 2013).

Wie die Analyse der Patentindikatoren jedoch zeigt, büßte der Forschungsoutput (gemessen an der Zahl der Patente) in der jüngeren Vergangenheit an Dynamik ein, und die markante Spezialisierung des Innovationssystems auf Umwelttechnologien ging verloren. Zugleich nahmen etwa in Dänemark die Patenttätigkeit wie auch die Spezialisierung deutlich zu.

Der Vergleich mit dem Politikumfeld in erfolgreichen Ländern wie auch die Ergebnisse der Expertenbefragung des WIFO liefern Anhaltspunkte für eine erfolgreiche Unterstützung von Umweltinnovationen. Wesentliche Erfolgsfaktoren sind demnach einerseits stabile Rahmenbedingungen mit ambitionierten umwelt- und energiepolitischen Zielen, die zentrale Nachfragetreiber für Umwelttechnologien sind und damit auch entsprechende Innovationsaktivitäten auslösen. Ein ambitionierter und vor allem stabiler Regulierungsrahmen trägt wesentlich dazu bei, das wirtschaftliche Risiko solcher Projekte zu senken. Andererseits ist auch eine breite, ausreichend dotierte Forschungslandschaft von zentraler Bedeutung. Die stärkere Fokussierung von Forschungsprogrammen und -förderungen auf Umwelt-, Klima- und Energiethemen trägt dazu bei, zielgerichtete Forschung voranzutreiben, die auch in den erforderlichen radikalen Innovationen mündet. Die gute Performance der Umwelttechnikindustrie in Dänemark spiegelt eine erfolgreiche Verknüpfung von nachfrage- und angebotsseitigen Instrumenten zur Förderung von Ökoinnovationen, insbesondere von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie (Windkraft) wider (z. B. Lewis – Wiser, 2007, OECD, 2011B, Jamet, 2012).

Die Berechenbarkeit politischer Eingriffe spielt eine zentrale Rolle, um Innovationen anzureizen, weil sie das Investitionsrisiko verringert. Gleichzeitig muss jedoch die Flexibilität der Instrumente sichergestellt werden, um den Unternehmen und Institutionen die Forschung in einer großen Bandbreite an Technologien zu ermöglichen. Die Nachfrage nach Umwelttechnologien wird in erster Linie durch ambitionierte umweltpolitische Ziele angeregt, da Umwelttechnologien stärker als andere technologische Bereiche regulierungsgetrieben sind. Darüber hinaus kann ein wachsendes gesellschaftliches Umweltbewusstsein oder auch ein stärkerer Fokus der öffentlichen Hand bei Ausgabenentscheidungen (z. B. green public procurement) Umweltinnovationen begünstigen. Technology-Push-Instrumente spielen ergänzend eine wichtige Rolle. Hier gilt es, durch zielgerichtete Programme Forschungs- und Entwicklungsausgaben anzustoßen sowie Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu stärken.

8. Literaturhinweise

- Arundel, A., Kanerva, M., Kemp, R., Integrated Innovation Policy for an Integrated Problem: Addressing Climate Change, Resource Scarcity and Demographic Change to 2030, PRO INNO Europe: INNO-Grips II report, Europäische Kommission, Brüssel, 2011.
- Arundel, A., Kemp, R., Machiba, T., "Measuring Eco-Innovation: Existing methods for macro-level analysis", in Eco-Innovation in Industry: Enabling Green Growth, OECD, Paris, 2009, S. 147-179.
- Europäische Kommission, Mitteilung der Kommission, EUROPA 2020. Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum, KOM(2010) 2020, Brüssel, 2010.
- Europäische Kommission, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Innovation für eine nachhaltige Zukunft – Aktionsplan für Öko-Innovationen (Öko-Innovationsplan), KOM(2011) 899 endgültig, Brüssel, 2011.
- Geels, F. W., Elzen, B., Green, K., "General Introduction: System Innovation and Transitions to Sustainability", in Elzen, B., Geels, F. W., Green, K. (Hrsg.), System Innovation and the Transition to Sustainability. Theory, Evidence and Policy, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2004, S. 1-16.
- Haščič, I., Migotto, M., "Measuring environmental innovation using patent data", OECD Environment Working Papers, 2015, (89).
- Jameš, S., "Towards Green Growth in Denmark. Improving Energy and Climate Change Policies", OECD Economics Department Working Papers, 2012, (974).
- Jaumotte, F., Pain, N., "From Ideas to Development. The Determinants of R&D and Patenting", OECD Economics Department Working Papers, 2005, (457).
- Johnstone, N., Haščič, I., Kalamova, M., "Environmental Policy Design Characteristics and Technological Innovation: Evidence from Patent Data", OECD Environment Working Papers, 2010, (16).
- Johnstone, N., Haščič, I., Popp, D., "Renewable energy policies and technological innovation: Evidence based on patent counts", Environmental and Resource Economics, 2010, 45(1), S. 133-155.
- Kemp, R., Schot, J., Hoogma, R., "Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management", Technology Analysis & Strategic Management, 1998, 10(2), S. 175-198.
- Kletzan-Slamanič, D., Köppl, A., Österreichische Umwelttechnikindustrie. Entwicklung – Schwerpunkte – Innovationen, WIFO, Wien, 2009, <http://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/35119>.
- Köppl, A., Österreichische Umwelttechnikindustrie, WIFO, Wien, 2000, <http://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/13638>.
- Köppl, A., Österreichische Umwelttechnikindustrie. Branchenanalyse, WIFO, Wien, 2005, <http://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/25902>.
- Köppl, A., Kletzan-Slamanič, D., Köberl, K., Österreichische Umwelttechnikindustrie. Export und Wettbewerbsfähigkeit, WIFO, Wien, 2013, <http://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/46461>.
- Köppl, A., Pichl, C., Wachstumsmarkt Umwelttechnologien. Österreichisches Angebotsprofil, WIFO, Wien, 1995, <http://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/2800>.
- Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N., Ambec, S., "Environmental Policy, Innovation and Performance: New Insights on the Porter Hypothesis", Journal of Economics & Management Strategy, 2011, 20(3), S. 803-842.
- Lewis, J. I., Wiser, R. H., "Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms", Energy Policy, 2007, 35(3), S. 1844-1857.
- OECD (2011A), Towards Green Growth, Paris, 2011.
- OECD (2011B), Energy Policies of IEA Countries. Denmark 2011 Review, Paris, 2011.
- Oltra, V., Kemp, R., De Vries, F. P., "Patents as a measure for eco-innovation", International Journal of Environmental Technology and Management, 2010, 13(2), S. 130-148.
- Popp, D., "Lessons from patents: Using patents to measure technological change in environmental models", Ecological Economics, 2005, 54(2-3), S. 209-226.

- Popp, D., "International innovation and diffusion of air pollution control technologies: the effects of NO_x and SO₂ regulation in the US, Japan, and Germany", *Journal of Environmental Economics and Management*, 2006, 51 (1), S. 46-71.
- Popp, D., Hafner, T., Johnstone, N., "Environmental policy vs. public pressure: Innovation and diffusion of alternative bleaching technologies in the pulp industry", *Research Policy*, 2011, 40(9), S. 1253-1268.
- Popp, D., Newell, R., "Where does energy R&D come from? Examining crowding out from energy R&D", *Energy Economics*, 2012, 34, S. 980-991.
- Porter, M. E., "America's green strategy", *Scientific American*, 1991, 264(4), S. 168.
- Porter, M. E., van der Linde, C., "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4), S. 97-118.
- Roland Berger Strategy Consultants, *GreenTech made in Germany 4.0 – Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland*, Berlin, 2014.
- Saragossi, S., van Pottelsberghe de la Potterie, B., "What Patent Data Reveal about Universities: The Case of Belgium", *Journal of Technology Transfer*, 2003, 28, S. 47-51.
- Smith, K., "Climate change and radical energy innovation: The policy issues", *TIK Working Papers on Innovation Studies*, 2009, (20090101).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), *Conference of the Parties. Adoption of the Paris Agreement*, Paris, 2015.
- Unruh, C. G., "Understanding carbon lock-in", *Energy Policy*, 2000, 28(12), S. 817-830.
- Unruh, C. G., "Escaping carbon lock-in", *Energy Policy*, 2002, 30(4), S. 317-325.
- Unterlass, F., Hranyai, K., Janger, J., *Zur Anwendbarkeit von Patentindikatoren für die Untersuchung der thematischen Schwerpunktsetzung in der österreichischen FTI-Strategie. Studie des WIFO im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung*, Wien, 2014.
- Unterlass, F., Hranyai, K., Reinstaller, A., *Patentindikatoren zur Bewertung der erfinderischen Leistung in Österreich. Vorläufiger technischer Bericht, Studie des WIFO im Auftrag des Rates für Forschung und Technologie*, Wien, 2013.