



Umweltinnovationen und Beschäftigung

Andreas Reinstaller

Wissenschaftliche Assistenz:
Peter Reschenhofer, Anna Strauss-Kollin,
Fabian Unterlass

Mai 2021

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Umweltinnovationen und Beschäftigung

Andreas Reinstaller

Mai 2021

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Im Auftrag der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH

Begutachtung: Agnes Kügler

Wissenschaftliche Assistenz: Peter Reschenhofer, Anna Strauss-Kollin, Fabian Unterlass

Unternehmen kommen zunehmend unter Druck in ihren Aktivitäten auch Umwelt- und Klimaziele zu berücksichtigen. Damit gehen zusätzliche Belastungen, aber auch Marktchancen, einher. Umweltinnovationen unterscheiden sich von anderen Innovationen durch die Problematik doppelter Externalitäten. Dies erfordert den kombinierten Einsatz von umwelt- und innovationspolitischen Instrumenten, um die richtigen Anreize für derartige Innovationen zu setzen. In den vergangenen Jahrzehnten sind die Belastungen für Unternehmen aus Umweltregulierungen und -steuern und die Umweltausgaben des Unternehmenssektors gestiegen. Die Ausgaben für Umweltinnovationen haben sich hingegen nicht sehr dynamisch entwickelt. Diese gedämpfte Dynamik dürfte dazu beigetragen haben, dass in Österreich entwickelte Umwelttechnologien international an Bedeutung eingebüßt haben. Die wirtschaftliche Bedeutung des Umweltsektors ist aber dennoch gestiegen. Die Schätzungen in dieser Studie zeigen, dass die Entwicklung von Umwelttechnologien in Österreich mit positiven Beschäftigungseffekten auf Unternehmensebene einhergeht. Angesichts der Entwicklungen in Österreich und der internationalen Marktpotentiale sollte dieser Bereich verstärkte innovationspolitische Aufmerksamkeit erfahren.

2021/1/S/WIFO-Projektnummer: 1821

© 2021 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,
1030 Wien, Arsenal, Objekt 20 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 • <https://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 30 € • Kostenloser Download: <https://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/67154>

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Umweltinnovationen und Umweltpolitik: Der spezifische Charakter von Umwelttechnologien	3
3.	Die Entwicklung des Umweltsektors und der Umweltinnovationen in Österreich	5
3.1	Der umweltpolitische Rahmen	5
3.2	Forschung und Entwicklung in Umwelttechnologie	8
3.3	Die wirtschaftliche Entwicklung des Umweltsektors	15
3.4	Zusammenfassung	20
4.	Der Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Umweltinnovationen auf Unternehmensebene	20
5.	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	26
6.	Literaturverzeichnis	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stringenz der Umweltregulierungen im internationalen Vergleich	6
Abbildung 2: Die Entwicklung der Umweltschutzausgaben des Unternehmenssektors in Österreich	7
Abbildung 3: Umweltsteueraufkommen im internationalen Vergleich	7
Abbildung 4: F&E Ausgaben für Umweltschutz in Österreich	10
Abbildung 5: Förderung von F&E in Umweltinnovationen durch die FFG	12
Abbildung 6: Gesamtkosten der durch die FFG geförderten F&E in Umwelttechnologien nach Branchen und Veränderungen zwischen 2012 und 2020	13
Abbildung 7: Österreichische Patentanmeldungen bei Europäischen Patentamt im Bereich der Umwelttechnologien (Zählung nach österreichischen Erfindern)	13
Abbildung 8: Österreichische Patentanmeldungen bei Europäischen Patentamt im Bereich der Umwelttechnologien (Zählung nach österreichischen Erfindern), nach Branchen und Veränderungen zwischen 2000 und 2018	14
Abbildung 9: Technologische und kommerzielle Bedeutung österreichischer Patente im Bereich der Umwelttechnologien im internationalen Vergleich, PageRank gewichtete Zählungen der Anmeldungen österreichischer Erfinder beim EPA je Einwohner	15
Abbildung 10: Wertschöpfung des Umweltsektors, gesamt	16
Abbildung 11: Wertschöpfung des Umweltsektors nach ÖNACE Abteilungen	16
Abbildung 12: Umweltbezogene Exporte aus Österreich, gesamt	17
Abbildung 13: Umweltbezogenen Exporte aus Österreich, nach ÖNACE Abteilungen	17
Abbildung 14: Umweltbeschäftigte in Österreich, gesamt	18
Abbildung 15: Umweltbeschäftigte in Österreich, nach ÖNACE Abteilungen	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Dynamische Panelregressionen zum Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Innovation in Umwelttechnologien auf Unternehmensebene	23
Tabelle 2: Panelregressionen zum Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Innovation in Umwelttechnologien auf Unternehmensebene in Österreich	32

1. Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten wurden mit zunehmender Intensität globale Anstrengungen unternommen, um gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen zur Eindämmung des Klimawandels und zur nachhaltigen Nutzung der Umwelt herbeizuführen. So verpflichtet das 2015 geschlossene Übereinkommen von Paris alle Unterzeichnerstaaten, ihre Treibhausgasemissionen im kommenden Jahrhundert mit dem Ziel einzudämmen, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur zu bremsen (vgl. UNFCCC, 2015). Wie unterschiedliche Berichte des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (vgl. IPCC, 2014) zeigen, wären bei einem angenommenen durchschnittlichem globalem BIP-Wachstum von 2,5 Prozent pro Jahr eine Reduktionen der Kohlenstoffintensität des globalen BIP in der Größenordnung von 60 Prozent notwendig, damit der globale Temperaturanstieg auf 1,5 – 2°C relativ zur vorindustriellen Zeit begrenzt werden kann.¹

Angesichts dieser Herausforderungen hat sich die Europäische Union im Rahmen des sog. europäischen Grünen Deals auf einen klima- und energiepolitischen Rahmen bis 2030 geeinigt, der die Verringerung der Treibhausgasemissionen auf mindestens 55% des Stands von 1990 vorsieht und das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 verfolgt.² In einem Aktionsplan wurden unterschiedliche Aktivitätsfelder zur Umsetzung dieser Ziele identifiziert. Diese umfassen u.a. die Einführung umweltfreundlicherer Formen des privaten und öffentlichen Verkehrs, die Dekarbonisierung des Energiesektors, die Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden sowie Investitionen in neue, umweltfreundliche Technologien und die Unterstützung der Industrie bei Innovationen. In Folge des Ausbruchs der COVID-19-Pandemie wurde durch die Europäische Kommission die Aufbau- und Resilienzfazilität ins Leben gerufen, deren Ziel es ist, die Mitgliedstaaten in der Bewältigung der Folgen der Krise zu unterstützen und deren Wettbewerbsfähigkeit im Rahmen einer Strategie für nachhaltiges Wachstum zu stärken (vgl. Europäische Kommission, 2020). Die Mitgliedsstaaten haben dementsprechend Ende April 2021 ihre nationalen Aufbaupläne vorgelegt, in denen Investitionsvorhaben für eine nachhaltige Entwicklung im Sinne des genannten Aktionsplans eine wichtige Rolle spielen. Im österreichischen Aufbauplan sind rund 100 Mio.€ für Maßnahmen zur Ökologisierung der österreichischen Industrie vorgesehen.

Unternehmen kommen zunehmend unter Druck in ihren Aktivitäten auch Umwelt- und Klimazielen zu berücksichtigen. Damit gehen zusätzliche Belastungen aber auch Marktchancen einher.

Mit diesen Entwicklungen geraten Unternehmen zunehmend unter Druck, neben ihren traditionellen finanziellen Zielen auch spezifische Umweltziele zu erreichen. Die Dekarbonisierung erfordert jedoch einen neuen Mix von Technologien, die in vielen Fällen noch nicht zur Verfügung stehen. Reine Investitionsförderungen, Umweltsteuern oder Anreizmechanismen reichen also

¹ <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>

² https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de, abgerufen am 27.04.2021

nicht aus, um das Ziel einer nachhaltigen Transformation bei gleichzeitiger Wahrung und Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen. Daher haben Forschung und Entwicklung und andere Innovationsaktivitäten in Umwelttechnologien auch stetig an Bedeutung gewonnen. Sie leisten einen wichtigen Beitrag, damit die gesetzten Umweltziele auch erreicht werden können.

Der Prozess der ökologischen Transformation der Wirtschaft ist damit für Unternehmen gleichzeitig eine Herausforderung und eine Chance. Strengere Umweltregulierungen und -auflagen sowie höhere Umweltsteuern bedeuten eine zusätzliche kostenmäßige Belastung, wenngleich sie darauf abzielen, die negativen Folgen wirtschaftlicher Aktivität auf die Umwelt in die Kostenstruktur der Unternehmen und damit in die Preise ihrer Produkte und Dienstleistungen zu internalisieren. Damit beeinträchtigen umweltpolitische Maßnahmen die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, sofern es keine globalen Koordinationsmechanismen gibt, die nationale Unterschiede in derartigen Maßnahmen ausgleichen. Andererseits besteht in der Entwicklung von Umwelttechnologien auch eine Chance nicht nur die Quellen dieser Zusatzkosten zu beseitigen, sondern durch marktfähige, neue Technologien auch neue Märkte zu entwickeln und zu erschließen. Dieses Spannungsfeld spiegelt sich auch in der Entwicklung der Umweltbeschäftigung, sog. „grüne Jobs“, wider. Die Ökologisierung der Wirtschaft erfordert Arbeitskräfte, die einerseits in der Entwicklung und Produktion von Technologien beteiligt sind, die zur Vermeidung und Behebung von Umweltschäden verwendet werden. Andererseits handelt es sich auch um Tätigkeiten, die die Beseitigung und Vermeidung von negativen Umwelteffekten in der Erzeugung von Produkten und Dienstleistungen zum Inhalt haben. Veränderungen in der Umweltbeschäftigung können daher entweder eine Veränderung der strukturellen Zusammensetzung der Arbeitskräfte, eine Ausweitung der Beschäftigung insgesamt oder eine Kombination dieser beiden Effekte widerspiegeln.

Die Ökologisierung der Wirtschaft bewirkt damit einen Strukturwandel im Unternehmenssektor. Sie schafft neue Wachstums- und Beschäftigungsmöglichkeiten für Unternehmen, die umweltfreundliche Technologien und Verfahren entwickeln und anbieten. Andererseits sinkt durch zusätzliche regulatorische und steuerliche Belastung die Wertschöpfung in Unternehmen, die sich nicht oder nicht schnell genug anpassen können. Inwieweit umwelt- und klimapolitische Eingriffe daher eher Chance denn Belastung für den Unternehmenssektor sind und damit stärker zur Schaffung denn zur Zerstörung von Arbeitsplätzen beitragen, hängt von der technologischen Anpassungs- und Innovationsfähigkeit der betroffenen Unternehmen ab. Unterschiedliche Untersuchungen deuten darauf hin, dass negativen Effekte umwelt- und klimapolitischer Maßnahmen durch die Forschung und Entwicklung umweltfreundlicher Verfahren und Innovationen in betroffenen Unternehmen größtenteils kompensiert werden können.

Die vorliegende Studie wird zunächst diese Zusammenhänge und die Besonderheit der Entwicklung von Umwelttechnologien vertiefend diskutieren. Im folgenden Abschnitt wird die Entwicklung des Umweltsektors und die technologische Entwicklungstätigkeit in Umwelttechnologien in Österreich dargestellt. In weiterer Folge wird ein Versuch unternommen, den Zusammenhang zwischen Umweltinnovationen und Beschäftigung auf Unternehmensebene quantitativ zu untersuchen. Die Ergebnisse deuten auf einen positiven Effekt von Umweltinnovationen

auf die Beschäftigung auf Unternehmensebene in Österreich hin. Die Studie schließt mit wirtschaftspolitischen Schlussfolgerungen und Empfehlungen auf der Grundlage der gewonnenen Evidenz.

2. Umweltinnovationen und Umweltpolitik: Der spezifische Charakter von Umwelttechnologien

Die Entwicklung von Umwelttechnologien ist durch sogenannte doppelte Externalitäten geprägt. Einerseits besteht, wie bei allen technologischen Innovationen, das Problem der Wissensexternalitäten. Unternehmen haben einen geringeren Anreiz in technologische Entwicklungen zu investieren, wenn diese durch Mitbewerber leicht nachgeahmt werden können. Dieses Marktversagen ist die wichtigste Begründung für die Existenz der unternehmerischen Forschungsförderung und des Patentschutzes.³ Die Anreize, in die Entwicklung von Umwelttechnologien zu investieren, sind aber auch durch den Umstand bestimmt, dass sie letztendlich dazu beitragen eine Umweltexternalität zu beseitigen. Das bedeutet, dass derartige Innovationen zur Vermeidung von Umweltkosten beitragen, die durch die wirtschaftliche Aktivität von Unternehmen entstehen und von diesen aber auf die Gesellschaft übergewälzt werden. Sofern also nicht spezifische öffentliche Maßnahmen alle Unternehmen gleichermaßen dazu zwingen, diese Kosten zu tragen, stellen sich jene Unternehmen, die dies durch entsprechende kostspielige technologische Innovationen tun, gegenüber ihren Mitbewerbern schlechter (vgl. Del Río et al., 2016). Dies senkt nochmals den Anreiz in derartige Technologien zu investieren.

Aufgrund dieser doppelten Externalität bei der Entwicklung von Umwelttechnologien wird in der Literatur argumentiert, dass klassische Forschungsförderungsinstrumente mit Umweltregulierungen und -steuern kombiniert werden müssen, um entsprechende Anreize zu setzen (vgl. Rennings, 2000; Rennings und Zwick, 2002; Brunnermeier und Cohen, 2003;). Daneben spielen Konsumenten eine wichtige Rolle: sie setzen Anreize zur Entwicklung und Einführung umweltfreundlicher Technologien und der zunehmende gesellschaftliche Druck fördert zudem Regulierungen, die umweltschädliches Verhalten der Unternehmen unterbinden (vgl. z.B. Reinstaller 2005, 2008; Del Río 2009, Bammens und Hünermund 2021). Es besteht also ein komplementärer Charakter zwischen Umwelt- und Technologiepolitik. Während die Umweltpolitik auf die gesellschaftlichen Herausforderungen der Umweltzerstörung und des Klimawandels reagiert und darauf hinwirkt schädliches (wirtschaftliches) Verhalten zu unterbinden, federn unterschiedliche technologie- und forschungspolitische Instrumentarien die negativen wirtschaftlichen Folgen dieser gesellschaftlichen Entwicklung ab.

³ Dechezleprêtre et al. (2014) vergleichen im Bereich der Transport- und Stromerzeugungstechnologien, Umwelttechnologien, die zwar zur Reduktion von Kohlenstoffemissionen beitragen, aber nach wie vor auf fossile Brennstoffe aufbauen (sog. graue Technologien), mit Umwelttechnologien, die vollkommen auf fossile Brennstoffe verzichten (grüne Technologien). Dabei kommen sie zu dem Schluss, dass die Wissensspillovers der grünen Technologien wesentlich größer sind, als jene grauer Technologien. Dies würde darauf hindeuten, dass im Bereich grüner Technologien auch die Problematik der Wissensexternalitäten relativ zu herkömmlichen Technologien ausgeprägter ist. In diesem Fall sollte F&E in kohlenstofffreien Technologien, wie Elektro- und Wasserstoffautos oder Technologien für erneuerbare Energien, unabhängig von umweltpolitischen Überlegungen stärker gefördert werden als F&E-Aktivitäten in Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz.

Die kombinierte Wirkung dieser unterschiedlichen wirtschafts-, umwelt- und gesellschaftspolitischen Instrumente führt zur Veränderung der relativen Preise umweltfreundlicher und umweltschädlicher Technologien und induziert Innovation (vgl. Hicks 1932; David 1975; Rosenberg 1976; Acemoglu, 2002; Popp, 2002; Acemoglu et al. 2012; Veugelers, 2012). Umwelt- oder klimaschädliche Technologien werden durch Umweltregulierungen und -steuern verteuert, während umweltfreundliche, kohlenstoffarme Technologien durch spezifische Forschungsförderungen, bei einer gleichzeitig steigenden Zahlungsbereitschaft der Kunden, verbilligt werden. Gewinnorientierte Unternehmen haben damit einen Anreiz auf die dadurch entstehende Nachfrage nach Umwelttechnologien zu reagieren und verstärken ihre Innovationstätigkeiten in diesem Bereich. Dermaßen verschiebt sich die Struktur der F&E Tätigkeiten hin zu umwelt- und klimafreundlicheren Technologien (vgl. Hottenrott und Rexhäuser 2015, Popp und Newell 2012, Aghion et al. 2016). Diese Überlegungen unterstreichen die Bedeutung einer koordinierten Vorgehensweise zwischen diesen unterschiedlichen Politikbereichen zur Erreichung umwelt- und klimapolitischer Ziele.

Umweltinnovationen unterscheiden sich von anderen Innovationen durch die Problematik der doppelten Externalität. Dies erfordert den kombinierten Einsatz von umwelt- und innovationspolitischen Instrumenten, um die richtigen Anreize für derartige Innovationen zu setzen.

Ob derartige Veränderung der Anreizstrukturen auch zur Schaffung neuer Arbeitsplätze oder einer Steigerung der Unternehmensperformance führen, ist in der Forschung umstritten.⁴ Einige Autoren argumentieren, dass verstärkte Umweltvorschriften zu höheren Kosten führen und keinen Anstieg der Beschäftigung festgestellt werden kann (vgl. Horbach und Rennings 2013). Rennings et al. (2004) zeigen sogar, dass der Effekt der Entwicklung und Einführung umweltfreundlicher Technologien auf die Beschäftigung negativ ist. Porter und van der Linde (1995) vertreten hingegen die gegenteilige Ansicht. Sie argumentieren, dass Umweltvorschriften den Unternehmen neue Marktmöglichkeiten bieten und diese somit expandieren können, was mit einem Anstieg der Beschäftigung einhergehen sollte.

Diese sog. Porterhypothese wird von einer Reihe von Arbeiten gestützt. Costa-Campi et al. (2014) zeigen in einer Untersuchung der Auswirkung von Umweltnormen im Energiesektor, dass diese tatsächlich zu mehr F&E und Innovationstätigkeit führen. Rexhäuser und Rammer (2014) belegen in einer Analyse für deutsche Unternehmen, dass regulierungsbedingte Innovationen, die Ressourceneffizienz eines Unternehmens in Bezug auf den Material- oder Energieverbrauch verbessern, einen positiven Einfluss auf die Rentabilität haben. Lanoie et al. (2011) kommen

⁴ Die Frage stellt sich aber generell für technologische Innovationen und nicht nur für Umwelttechnologien: Technologische Innovation geht mit einem Prozess kreativer Zerstörung einher, in der neue Arbeitsplätze und Unternehmen geschaffen aber auch Unternehmen aus dem Markt gedrängt und Arbeitsplätze zerstört werden. Die durch Innovationen hervorgerufene Externalitäten dominieren aber diesen „Business Stealing“-Effekt (vgl. Arrow 1962), sodass Innovation und unternehmerische F&E in Summe mit positiven Beschäftigungseffekten einhergehen (vgl. van Reenen 1997, Bogliaccino et al. 2012, Bloom et al. 2013). Bei Umweltinnovationen ist aber noch der Kosteneffekt zur Beseitigung von Umwelt- und Klimaschäden zu berücksichtigen.

ebenfalls zu dem Ergebnis, dass regulierungsinduzierte, kohlenstoffarme Innovationen die Unternehmensleistung verbessern, wenn auch nicht genug um die Kosten für die Einhaltung von Klimaschutzvorschriften auszugleichen.

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die Wechselwirkungen zwischen Umweltpolitik, Forschung und des Umweltsektors in den vergangenen Jahren zusammengefasst. Danach wird der Zusammenhang zwischen der Entwicklung von Umwelttechnologien und Beschäftigung auf Unternehmensebene untersucht.

3. Die Entwicklung des Umweltsektors und der Umweltinnovationen in Österreich

Dieser Abschnitt bietet einen kurzen Überblick über die Entwicklung des Umweltsektors⁵ in Österreich in der jüngeren Vergangenheit. Es werden zunächst die umweltpolitischen Rahmenbedingungen skizziert, in weiterer Folge werden die Entwicklung der Innovationstätigkeit auf dem Gebiet der Umwelttechnologien sowie die wirtschaftliche Bedeutung des Umweltsektors besprochen. Dies soll eine Einschätzung des Umfeldes in Österreich für die Entstehung von Umweltinnovationen ermöglichen. Wie im vorangegangenen Abschnitt kurz skizziert wurde, tragen unterschiedliche Maßnahmen, die das Gefüge der relativen Preise von umwelt- oder klimaschädlichen sowie umwelt- oder klimafreundlichen wirtschaftlichen Aktivitäten verändern, zur Fokussierung von Innovationstätigkeiten bei. Umweltregulierungen und damit verbundene Umweltschutzausgaben sowie Umweltsteuern verteuern diese. Öffentliche Förderungen für die Nutzung oder Entwicklung von Umwelttechnologien umwelt- oder klimafreundliche Aktivitäten verbilligen sie hingegen. Die ausgewählten Indikatoren sollen einen Blick aus der Vogelperspektive auf unterschiedliche relevante Entwicklungen dieser Beziehung ermöglichen. Auf Grundlage der verfügbaren Daten können diese Zusammenhänge jedoch nicht im Detail untersucht werden.

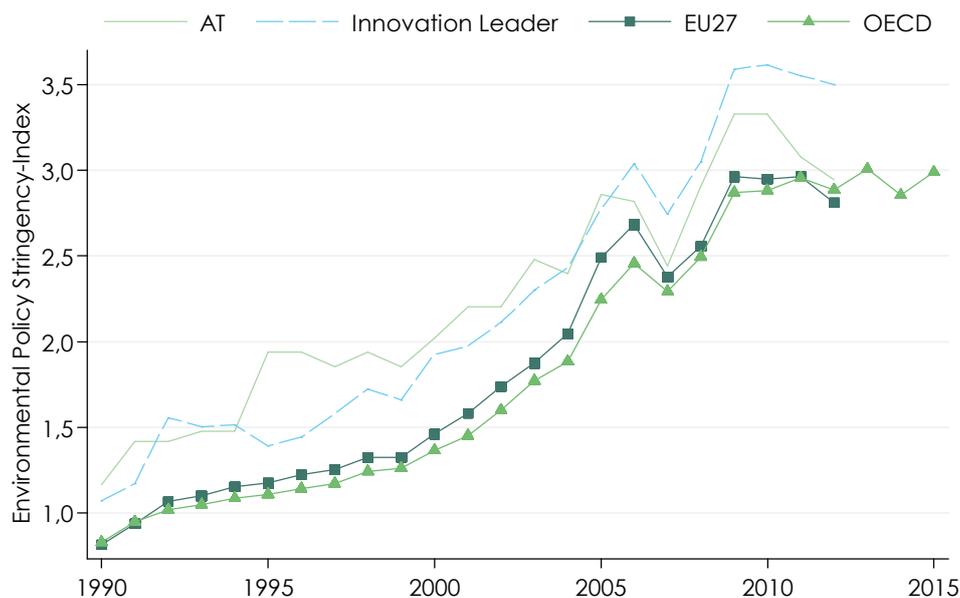
3.1 Der umweltpolitische Rahmen

Die aktuellsten Daten der OECD zur Strenge der umweltpolitischen Regulierungen zeigen, dass sich der umweltpolitische Rahmen, in dem sich österreichische Unternehmen bewegen, zwischen 1990 und 2015 stetig verschärft hat (Abbildung 1). Der Trend hat sich 2010 abgeflacht, doch verharrt die Strenge der umweltpolitischen Regulierungen auf dem dreifachen Indexwert des Ausgangsjahres 1990. Diese Entwicklung ist Ausdruck der steigenden internationalen Bedeutung umweltpolitischer Themen. Für Österreich endet die Zeitreihe zwar im Jahr 2012, es ist dennoch interessant zu beobachten, dass die Umweltregulierungen in den 1990er Jahren in

⁵ Die Statistik Austria definiert den Umweltsektor (EGSS = Environmental Goods and Services Sector) folgendermaßen: „Der Bereich Umweltorientierte Produktion und Dienstleistung umfasst zum einen die Gesamtheit der Tätigkeiten zur Messung, Vermeidung, Verringerung, Beschränkung oder Behebung von Umweltschäden. Darin eingeschlossen sind umweltschonende bzw. weniger umweltschädliche Technologien, Verfahren und Produkte, die die Umweltrisiken verringern und die Umweltverschmutzung auf ein Mindestmaß beschränken.“ Vgl.: https://pic.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/umwelt/umweltorientierte_production_und_dienstleistung/index.html; abgerufen am 27. April 2021.

Österreich wesentlich strenger als in anderen Referenzländergruppen waren. Im Zuge der Wirtschafts- und Finanzkrise 2008-2009 wurde die Regulierungen teilweise gelockert. Wenngleich sie in den folgenden Jahren wieder verschärft wurden, so haben sie sich in weiterer Folge unter dem durchschnittlichen Indexwert der Innovationleader⁶ entwickelt. Für die letzten Jahre sind leider keine Aussagen möglich.

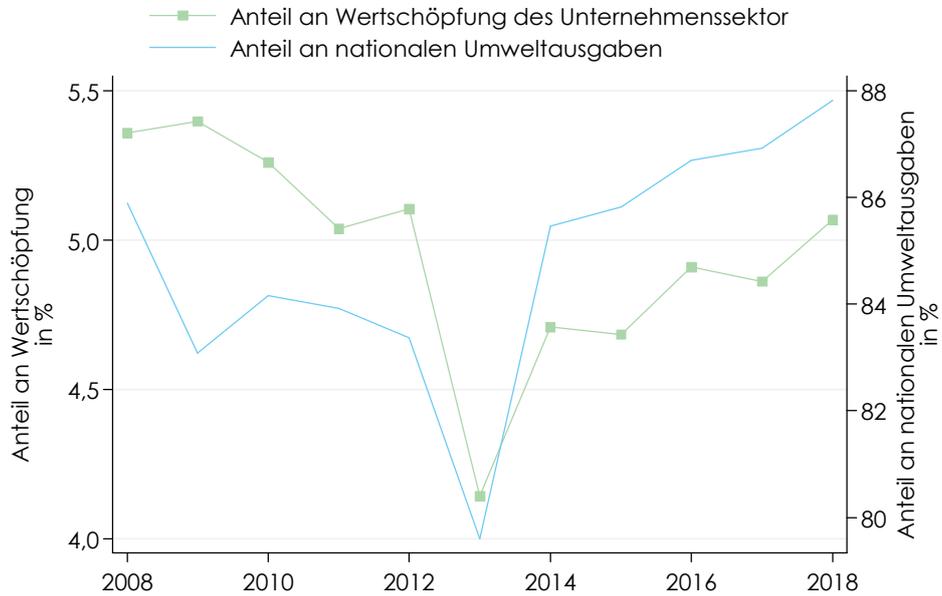
Abbildung 1: **Stringenz der Umweltregulierungen im internationalen Vergleich**



Q: OECD Daten: Environmental Policy Stringency Index (Edition 2019), vgl. Botta -- Kozluk, T. (2014). WIFO-Darstellung.

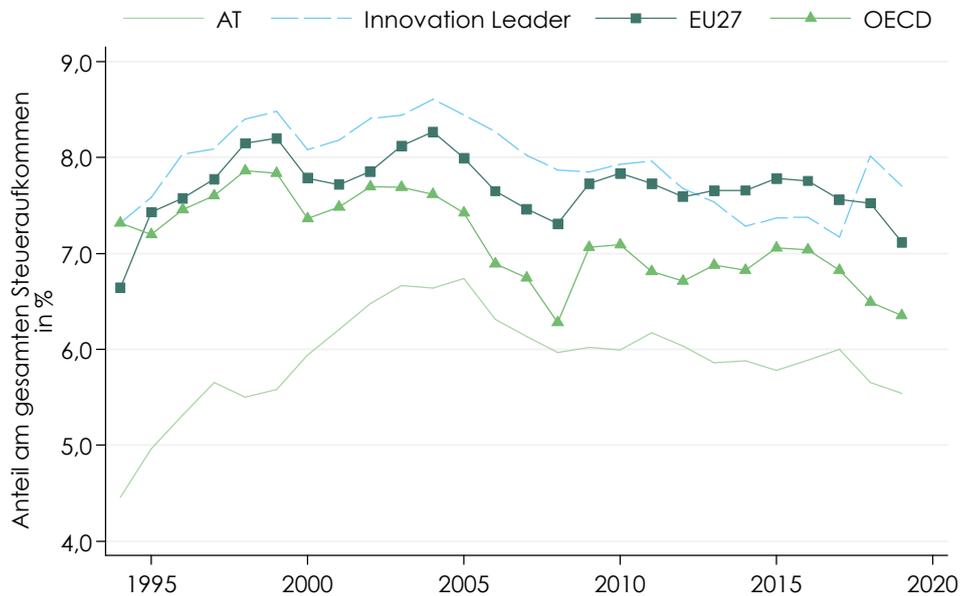
⁶ Die Gruppe der Innovationleader umfasst Finnland, Schweden, Dänemark und die Niederlande.

Abbildung 2: **Die Entwicklung der Umweltschutzausgaben des Unternehmenssektors in Österreich**



Q: STAT AT; WIFO-Darstellung.

Abbildung 3: **Umweltsteueraufkommen im internationalen Vergleich**



Q: OECD Daten: Environmentally related tax revenue (PINE Database). WIFO-Darstellung.

Die Entwicklung der Umweltschutzausgaben zwischen 2008 und 2018 deuten darauf hin, dass die Umweltschutzausgaben des Unternehmenssektors stetig angestiegen sind (vgl. Abbildung 2). Auch der Anteil des Unternehmenssektors an den gesamten Umweltschutzausgaben hat zugenommen. Sie haben sich jedoch relativ zur Entwicklung der Wertschöpfung des Unternehmenssektors unterproportional entwickelt.⁷

Dem internationalen Trend folgend sind in Österreich die Belastungen für Unternehmen aus Umweltregulierungen und -steuern gestiegen, was mit steigenden Umweltausgaben des Unternehmenssektors einhergegangen ist.

Das Umweltsteueraufkommen, als Energie-, Transport-, Umweltverschmutzungs- und Ressourcensteuern, ist anteilmäßig am Gesamtaufkommen zwischen 1995 und 2005 gestiegen und hat in weiterer Folge wieder abgenommen (Abbildung 3). Der Anteil von Umweltsteuern am gesamten Steueraufkommen ist relativ zur OECD, den EU27 oder den Innovationleadern unterdurchschnittlich. Von der österreichischen Steuerstruktur gehen daher in Österreich vergleichsweise geringe Impulse zur Vermeidung umweltschädlichen Verhaltens und der Entwicklung von Umwelttechnologien aus. Dennoch ist der beobachtete Anstieg der Bedeutung von Umweltsteuern ebenfalls Ausdruck der steigenden Bedeutung des Umwelt- und Klimaschutzes in der Fiskalpolitik. Die Daten legen den Schluss nahe, dass vor allem zwischen 1990 und 2005 durch Umweltregulierungen und Umweltsteuern der Kostendruck für Unternehmen und damit die Anreize gestiegen sind, in der Entwicklung von Umwelttechnologien aktiv zu werden. Diese Entwicklung hat sich parallel auch in den OECD- und EU-Ländern und damit in wichtigen Exportmärkten österreichischer Unternehmen vollzogen, sodass ein Markt für Umwelttechnologien entstanden ist.

3.2 Forschung und Entwicklung in Umwelttechnologie

In der offiziellen Statistik werden F&E Ausgaben nicht nach sozioökonomischen Zielen erhoben. Da es keine genau abgegrenzte „Umweltindustrie“ gibt, bzw. die statistische Definition des „Umweltsektors“ diesen als Querschnittsaktivität über alle Branchen hinweg definiert, ist es auch nicht möglich, diese auf der Grundlage der ÖNACE Abteilungen, denen die Unternehmen zugeordnet sind, abzugrenzen. Es ist daher nur schwer möglich, ein akkurates Bild darüber zu gewinnen, wie sich die F&E im Bereich der Umwelttechnologien entwickelt hat.

Die einzige statistische Datenquelle in der F&E Daten entstehungsseitig über die Zeit nach sozioökonomischen Zielen ausgewiesen werden, sind die staatlichen F&E Mittelzuweisungen (GBOARD) zum Ziel des Umweltschutzes. Diese Daten würden darauf hindeuten, dass Umwelt-

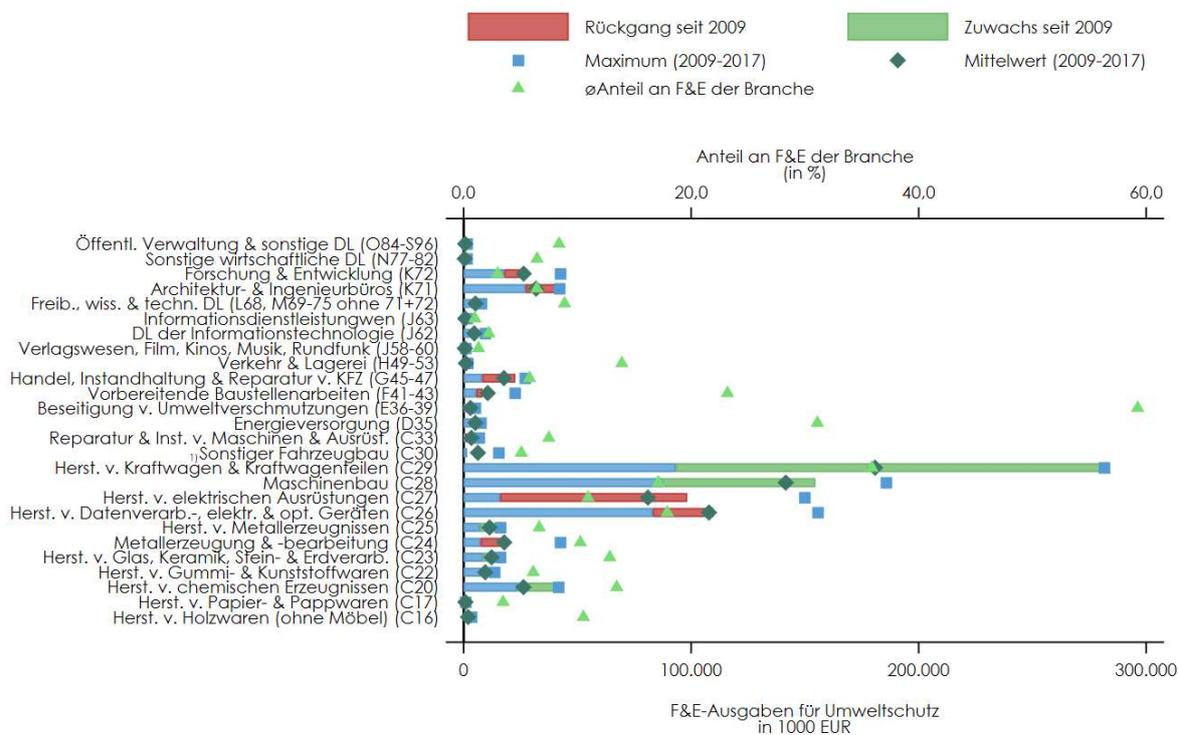
⁷ Da sich die Umweltausgaben in einem Land primär aus Aufwendungen für Abfallwirtschaft, Gewässerschutz, Luftreinhaltung und Klimaschutz, dem Schutz des Bodens und des Grundwassers, Lärm- und Erschütterungsschutz, Schutz der biologischen Vielfalt zusammensetzt und diese vor allem durch gesetzliche Bestimmungen geregelt sind, ermöglicht deren Betrachtung eine Einschätzung umweltbezogene finanzielle Belastung aufgrund von Umweltregulierungen. Die Umweltausgaben des Unternehmenssektors können aber auch finanzielle Belastungen aufgrund freiwilliger Investitionen enthalten.

ziele explizit keine große Priorität in den Mittelzuweisungen genießen. In absoluten Werten bewegen sich die entsprechenden Mittel seit 2014 in auf einer Größenordnung von ca. 20 Mio.€ pro Jahr bei gesamten Mittelzuweisungen von über 2,8 Mrd.€ im Jahr 2017. Diese Zahl ist aber irreführend, denn die Finanzierung von Forschung, die für die Erreichung der für Umwelt- und Klimaschutzziele relevant ist, findet auch in anderen Zuweisungskategorien, wie etwa der Förderung der Forschung im Bereich der industriellen Produktion, oder im Bereich der Grundlagenforschung über die Mittelzuweisungen zu Universitäten statt.

Verwendungsseitig werden in der F&E Erhebung der Statistik Austria die F&E Ausgaben auch nach sozio-ökonomischen Zielen dargestellt (vgl. Schiefer 2011, 2013, 2015, 2017; Statistik Austria 2019). Während die F&E Ausgaben für Umweltschutz zwischen 2009 und 2011 gestiegen sind, so waren sie zwischen 2011 und 2017 insgesamt rückläufig. Im Jahr 2009 wurden rund 11,7 Prozent der F&E Ausgaben in Österreich dem Umweltschutz zugerechnet. Dieser Anteil ist 2011 auf rund 13,5 Prozent gestiegen und in weiterer Folge 2015 auf 7,8 Prozent gesunken. 2017 war ein leichter Anstieg um 1,3 Prozentpunkte auf knapp 9,1 Prozent zu beobachten. Diese Dynamik wird in hohem Maße von den F&E Ausgaben des Unternehmenssektors getragen. So betrug der Anteil der F&E Ausgaben für Umweltschutz in der Sachgütererzeugung 2009 rund 14 Prozent und ist im Jahr 2011 auf 17,5 Prozent gestiegen. In den folgenden Jahren war der Anteil dann rückläufig und ist 2015 auf 11 Prozent gesunken. Im Jahr 2017 ist der Anteil dann wieder auf 12,3% gestiegen. Dies deutet darauf hin, dass nach einer Dekade rückläufiger F&E Ausgaben für Umweltschutz deren Bedeutung am aktuellen Rand wieder zugenommen hat.

Abbildung 4 zeigt, dass vor allem in der KFZ Industrie der Anteil der F&E Ausgaben für Umweltschutz stetig gestiegen ist. Im Jahr 2009 wurden rund 25 Prozent dieser Ausgabenkategorie zugeordnet. Dieser Anteil ist stetig gestiegen und hat 2017 rund 42 Prozent erreicht. Eine große Bedeutung wurde F&E Ausgaben für den Umweltschutz auch in der IKT Industrie und dort vor allem dem Bau von elektronischen Bauelementen und Leiterplatten beigemessen. 2009 betrug der Anteil der F&E Ausgaben für Umweltschutz rund 37 Prozent und ist 2011 bis auf 40 Prozent angestiegen. Ab der F&E Erhebung 2015 ist deren Anteil aber auf knapp 1,5 Prozent gesunken. Eine konstant wichtige Rolle spielen F&E Ausgaben für Umweltschutz auch im Maschinenbau. Hier schwankt der Anteil über die unterschiedlichen Erhebungen hinweg zwischen 14 und 20 Prozent. Im Jahr 2017 wurden 14,4 Prozent dieser Ausgabenkategorie zugerechnet. Außerhalb der Sachgütererzeugung kommen naturgemäß in der Energieversorgungsbranche und in der Abwasser- und Abfallentsorgung F&E Ausgaben für Umweltschutz eine hohe Bedeutung zu.

Abbildung 4: F&E Ausgaben für Umweltschutz in Österreich



Q: Statistik Austria F&E Erhebung, Schiefer (2011, 2013, 2015). WIFO-Darstellung. 1) erst ab 2011 verfügbar.

Die Ausgaben für Umweltinnovationen des Unternehmenssektors waren in Österreich in den 2010er Jahren rückläufig. Im gleichen Zeitraum haben österreichische Erfindungen im Bereich der Umwelttechnologie in Umfang und Qualität international an Boden verloren.

Die Förderdaten der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) (Abbildung 5) zeigen, dass seit 2012 jährlich zwischen 20 und etwas unter 30 Prozent der durch die FFG geförderten Gesamtkosten für F&E Projekte im Unternehmenssektor der Entwicklung von Umwelttechnologien zugeordnet werden können. Die Gesamtkosten dieser F&E Vorhaben bewegen sich hier in einer Bandbreite von 230 bis 300 Mio.€ pro Jahr. Seit 2017 ist hier auch ein leichter Aufwärtstrend zu beobachten. Stellt man diese Summen in Relation zur den F&E Ausgaben des Unternehmenssektors, so sind diese im betrachteten Zeitraum von knapp unter 6 Mrd.€ auf ca. 8 Mrd. € um ca. 30 % angestiegen. Dies würde darauf hindeuten, dass sich die F&E Ausgaben im Unternehmenssektor dynamischer entwickelt haben, als die durch die FFG geförderten Gesamtkosten für F&E Vorhaben im Bereich der Umwelttechnologien. Wenngleich keine Proportionalität unterstellt werden kann und im Prinzip derartige Forschungsvorhaben auch durch die steuerliche F&E Förderung gestützt werden könnten, so entsteht doch der Eindruck, dass die unternehmerische Forschung in diesem Bereich im Vergleich zu den 1990er und 2000er Jahren an Dynamik eingebüßt hat, wenngleich sich ein Aufwärtstrend eingestellt hat. Dies wurde bereits von Kettner-Marx und Kletzan-Slamanig (2016) oder von Bittschi und Sellner (2020) festgestellt und die Evidenz in dieser Studie bestätigt diesen Befund.

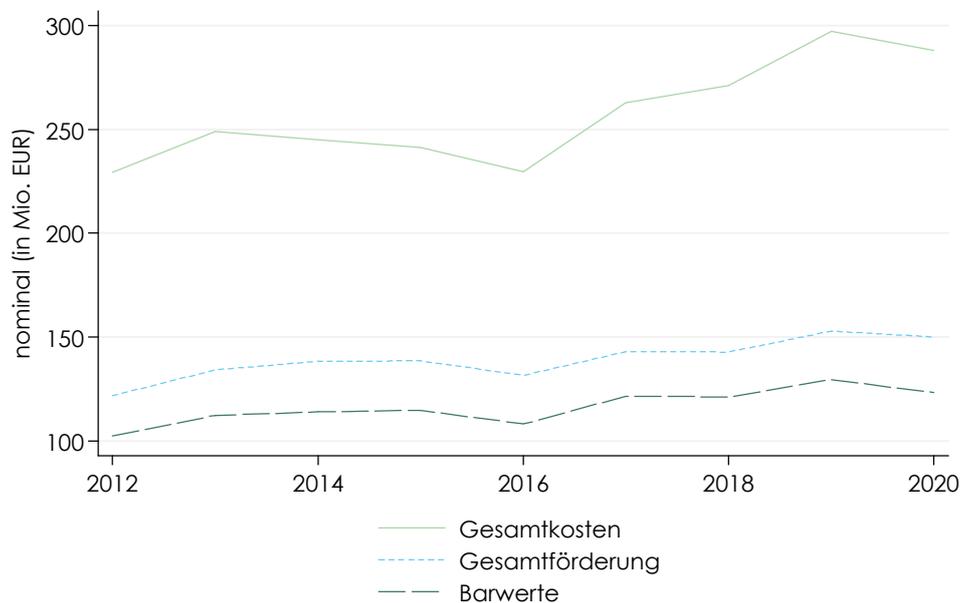
Ein etwas differenzierteres Bild ergibt sich, wenn man die Förderdaten der FFG nach Branchen aufschlüsselt (Abbildung 6). Es zeigt sich, dass die geförderten Gesamtkosten in einigen Branchen teilweise starke Zuwächse erfahren haben. Dies war vor allem in der KFZ-Industrie (C29), dem Maschinenbau (C28), der elektrotechnischen Industrie (C27) und der IKT Branche (C26) zu beobachten. Dies deutet darauf hin, dass, wenngleich im Rahmen der gesamten F&E Tätigkeiten Umwelttechnologien eine eher nachgeordnete Rolle zukommt, deren Bedeutung doch zu steigen scheint. Dieser „schleichende“ Anstieg der Bedeutung von Umwelttechnologien im österreichischen Unternehmenssektor findet auch in der Dynamik der Patentanmeldungen im Bereich der Umwelttechnologien ihren Niederschlag (vgl. Abbildung 7).

Der Anteil von Patentanmeldungen österreichischer Erfinder beim Europäischen Patentamt im Bereich Umwelttechnologien ist seit 2000 von ca. 9,5 auf etwas über 11 Prozent angestiegen.⁸ Die Aufschlüsselung dieser Anmeldungen nach ÖNACE Hauptabteilungen zeigt eine starke Ähnlichkeit zu den FFG Förderdaten, was die Niveaus und die Zuwächse nach Branchen anbelangt.

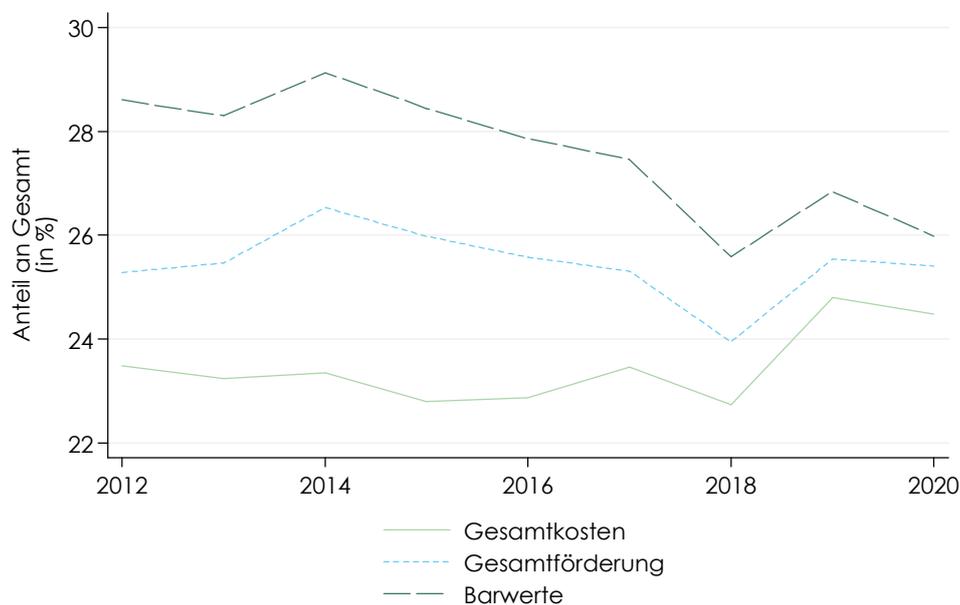
⁸ Da Patentanmeldungen aufgrund der unterschiedlichen Fristenläufe nur mit einer großen zeitlichen Verzögerung in die Patentdatenbank aufgenommen werden können, fallen die Zählungen zum aktuellen Rand hin immer deutlich ab. Das sollte jedoch nicht als Rückgang der Patentaktivität interpretiert werden. Aussagekräftiger ist hier der ausgewiesene Anteil. Da im Prinzip alle Patente gleichermaßen von den Verzögerungen betroffen sind, bildet dieser gut die strukturelle Zusammensetzung der Patentanmeldungen ab.

Abbildung 5: **Förderung von F&E in Umweltinnovationen durch die FFG**

Gesamtkosten und Förderung für Umweltinnovationen (nominell)

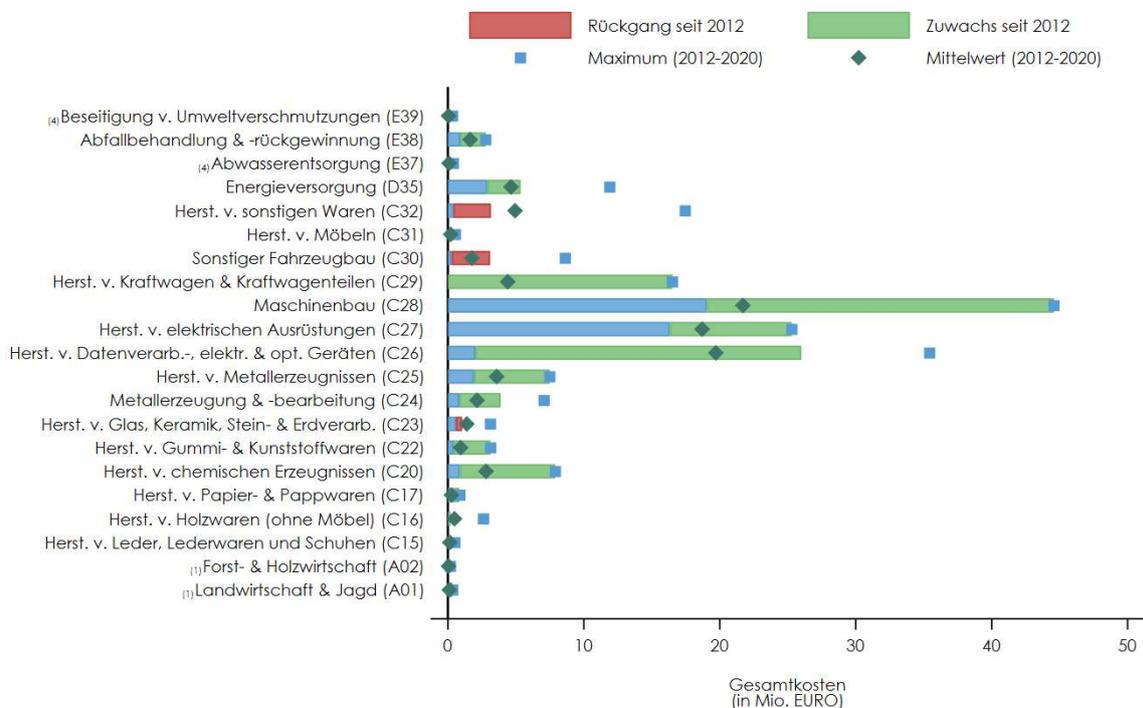


Anteile der F&E Förderungen für Umweltinnovationen an FFG gesamt



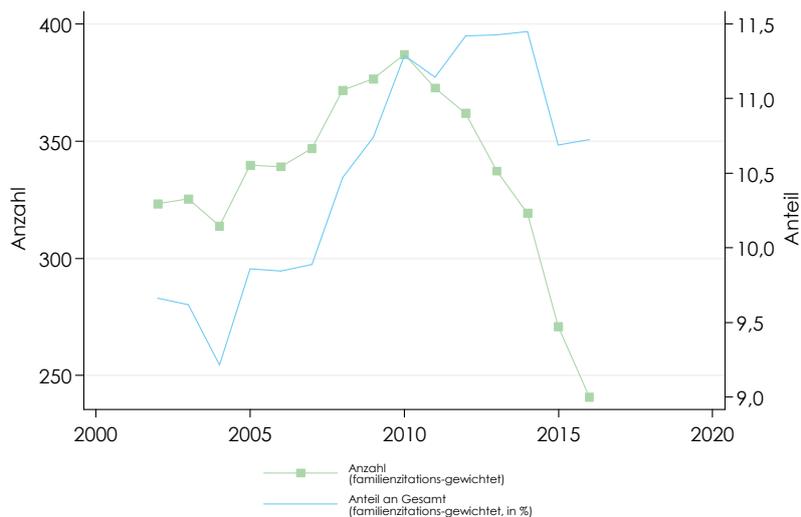
Q: FFG Förderdatenbank. WIFO-Darstellung. -) Die Anteile beziehen sich auf die durch die gesamten durch die FFG geförderten F&E Projektkosten, sowie auf die gesamten Förderungen und Förderbarwerte der FFG in jedem Jahr. Gewogene dreijährige Durchschnitte.

Abbildung 6: **Gesamtkosten der durch die FFG geförderten F&E in Umweltechnologien nach Branchen und Veränderungen zwischen 2012 und 2020**



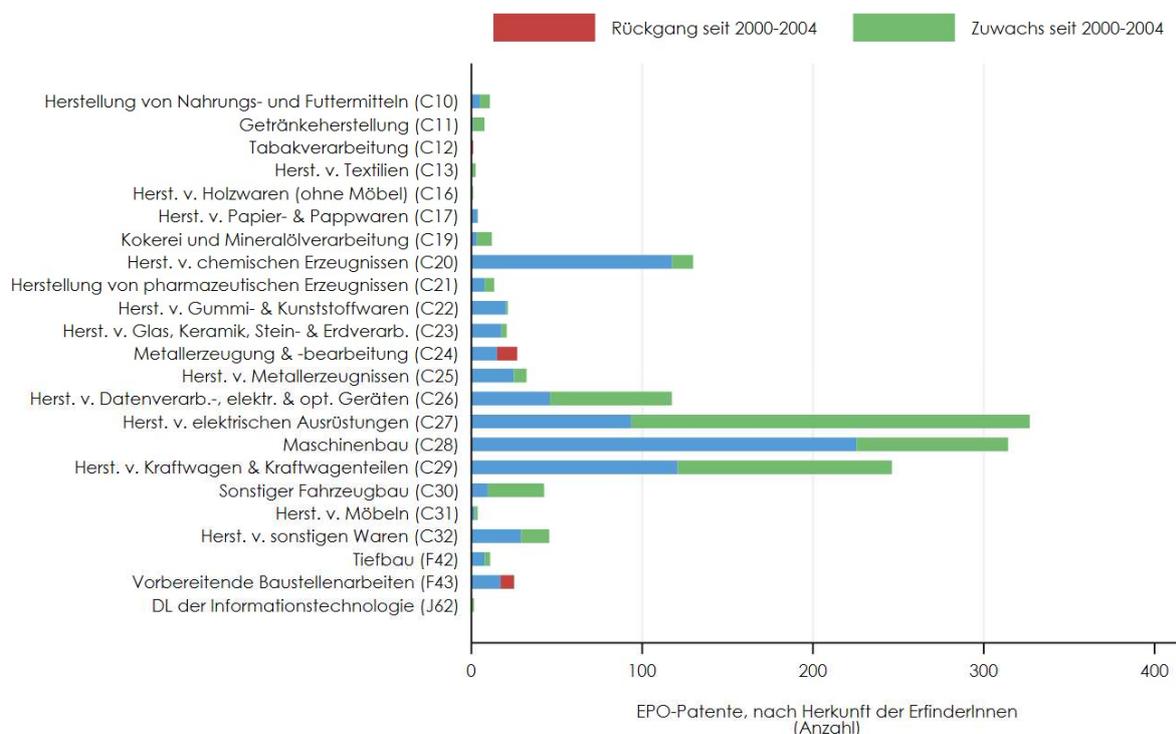
Q: FFG Förderdatenbank. WIFO-Darstellung.

Abbildung 7: **Österreichische Patentanmeldungen bei Europäischen Patentamt im Bereich der Umweltechnologien (Zählung nach österreichischen Erfindern)**



Q: EPA Patstat. WIFO-Darstellung.

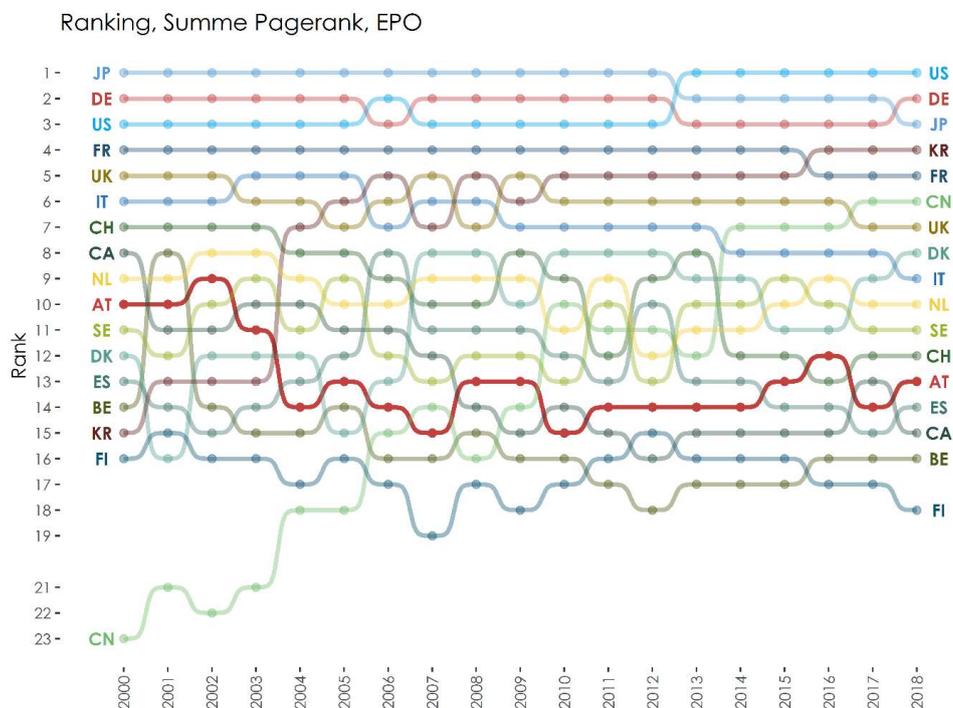
Abbildung 8: **Österreichische Patentanmeldungen bei Europäischen Patentamt im Bereich der Umwelttechnologien (Zählung nach österreichischen Erfindern), nach Branchen und Veränderungen zwischen 2000 und 2018**



Q: EPA Patstat. WIFO-Darstellung.

Da es sein könnte, dass sich die Patentanmeldungen und die Forschungsausgaben zwar wenig dynamisch entwickeln, es sich aber bei den entsprechenden Erfindungen möglicherweise um Spitzentechnologien handelt, bildet Abbildung 9 ein Ranking ab, in das durch den PageRank Algorithmus gewonnene Zitationsgewichte in die Zählung eingehen und damit Patente, die höhere direkte und indirekte Zitationen auf sich ziehen, hochskalieren. Da Patentzitationen auch mit dem technologischen und kommerziellen Wert von Erfindungen korrelieren (vgl. Reinstaller und Reschenhofer 2017) bildet dieses Ranking damit die Bedeutung österreichischer Umwelttechnologien im internationalen Vergleich ab. Die Ergebnisse zeigen, dass österreichische Umwelttechnologien seit der Jahrtausendwende an Bedeutung verloren haben. Rangierte Österreich im Jahr 2000 noch auf dem 10. Rang, so ist es seitdem zurückgefallen, während China und Südkorea als Länder mit bedeutenden Entwicklungen im Bereich der Umwelttechnologie rasch an Bedeutung gewonnen haben.

Abbildung 9: **Technologische und kommerzielle Bedeutung österreichischer Patente im Bereich der Umwelttechnologien im internationalen Vergleich, PageRank gewichtete Zählungen der Anmeldungen österreichischer Erfinder beim EPA je Einwohner**



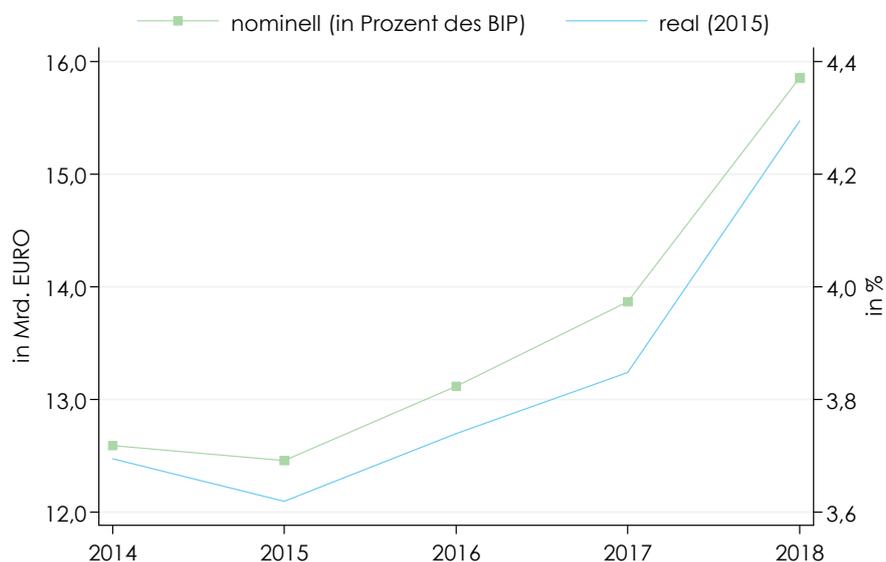
Q: EPA Patstat. WIFO-Berechnung und Darstellung.

Die Analyse bestätigt also frühere Arbeiten und deutet darauf hin, dass sich österreichische F&E Aktivitäten was die Qualität der Erfindungen anbelangt im internationalen Vergleich verhalten weiterentwickelt haben. Österreichische Umwelttechnologien haben damit, gegenüber anderen Ländern, an Boden verloren. Diese Entwicklung könnte mittelfristig die technologische Wettbewerbsfähigkeit des österreichischen Unternehmenssektor im Bereich der Umwelttechnologien beeinträchtigen.

3.3 Die wirtschaftliche Entwicklung des Umweltsektors

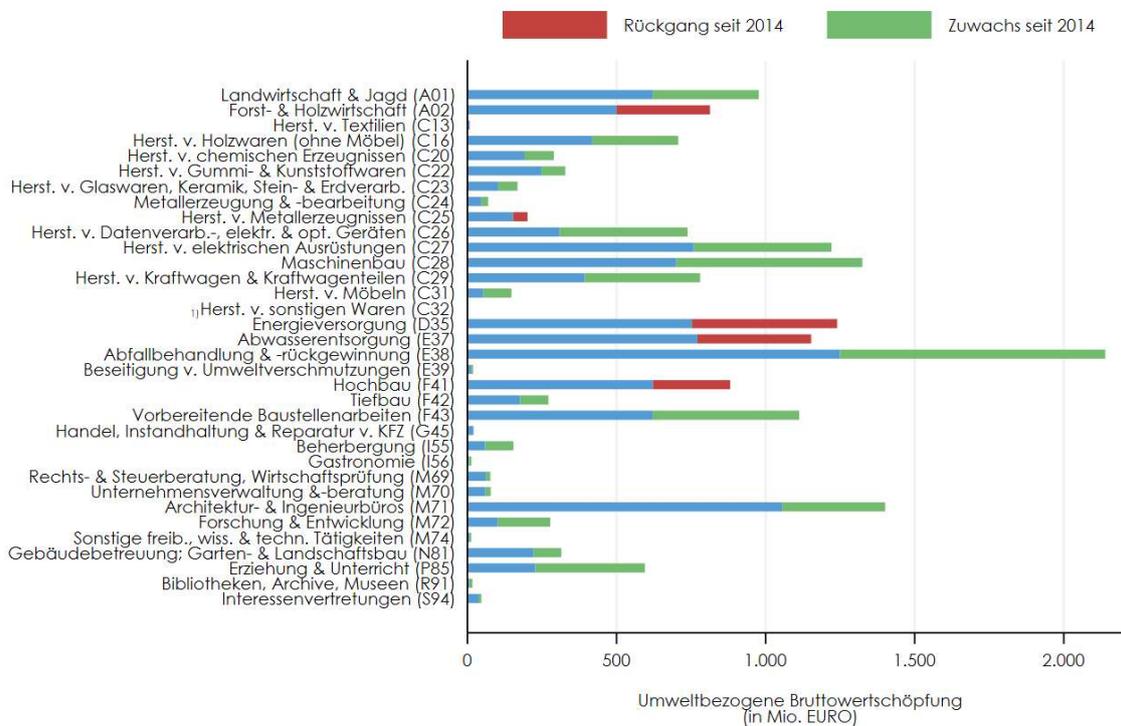
Die Entwicklung des Umweltsektors in Österreich kann auf der Grundlage spezifischer Auswertungen der Statistik Austria für den Zeitraum 2014-2018 nachvollzogen werden. Die umweltbezogene Wertschöpfung ist in diesem Zeitraum nominell von ca. 12,5 Mrd.€ auf knapp 16 Mrd. € angestiegen. Bezogen auf die Entwicklung des realen Bruttoinlandproduktes entspricht dies einem Anstiegs des Wertschöpfungsanteils von 3,6 auf 4,2 Prozent (+0,6 Prozentpunkt) bzw. von 3,7 auf 4,3 Prozent in der nominellen Rechnung (Abbildung 10).

Abbildung 10: **Wertschöpfung des Umweltsektors, gesamt**



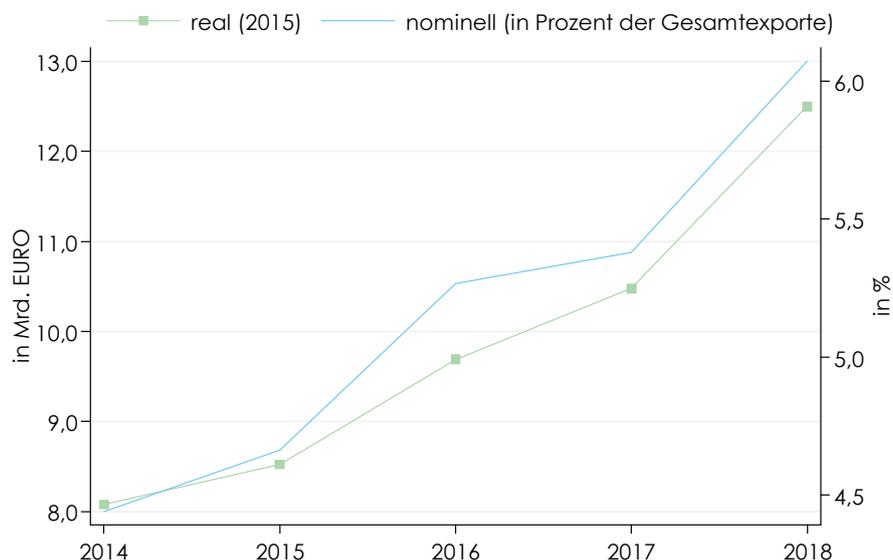
Q: STAT AT, Umweltwirtschaft 2008 bis 2018 nach Wirtschaftsabteilungen. WIFO-Darstellung.

Abbildung 11: **Wertschöpfung des Umweltsektors nach ÖNACE Abteilungen**



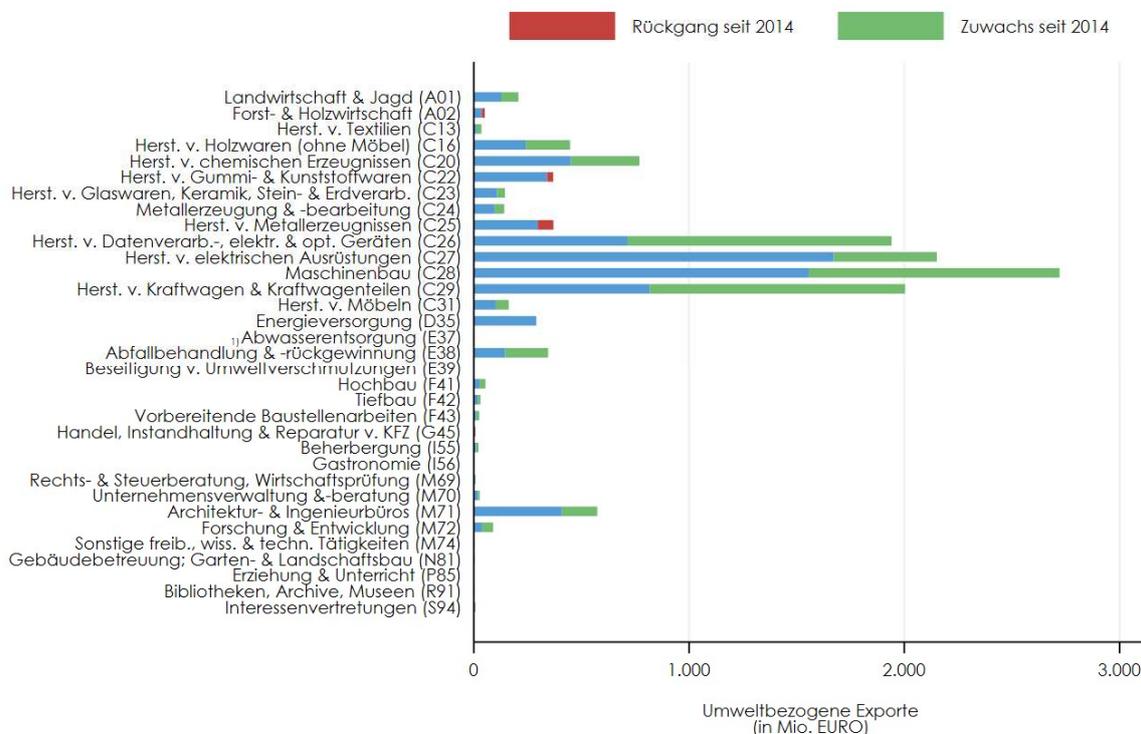
Q: STAT AT, Umweltwirtschaft 2008 bis 2018 nach Wirtschaftsabteilungen. WIFO-Darstellung. 1) nur bis 2017.

Abbildung 12: **Umweltbezogene Exporte aus Österreich, gesamt**



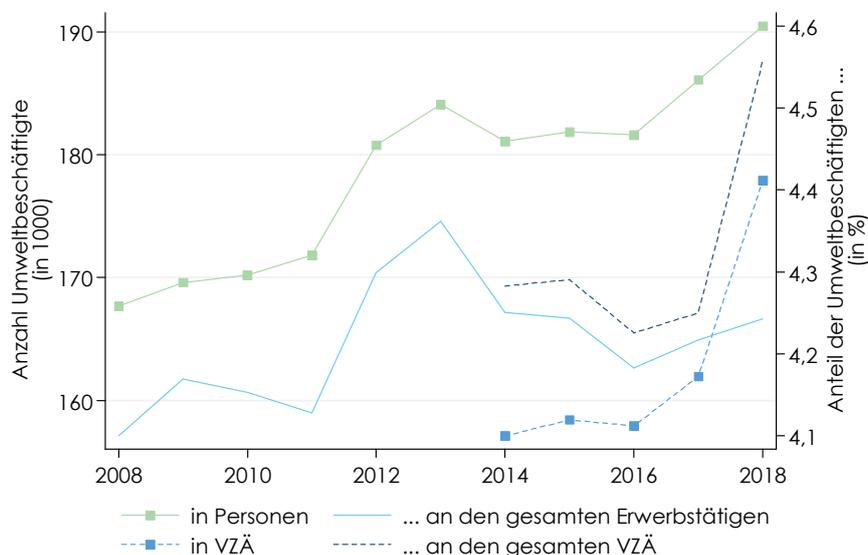
Q: STAT AT, Umweltwirtschaft 2008 bis 2018 nach Wirtschaftsabteilungen. WIFO-Darstellung.

Abbildung 13: **Umweltbezogenen Exporte aus Österreich, nach ÖNACE Abteilungen**



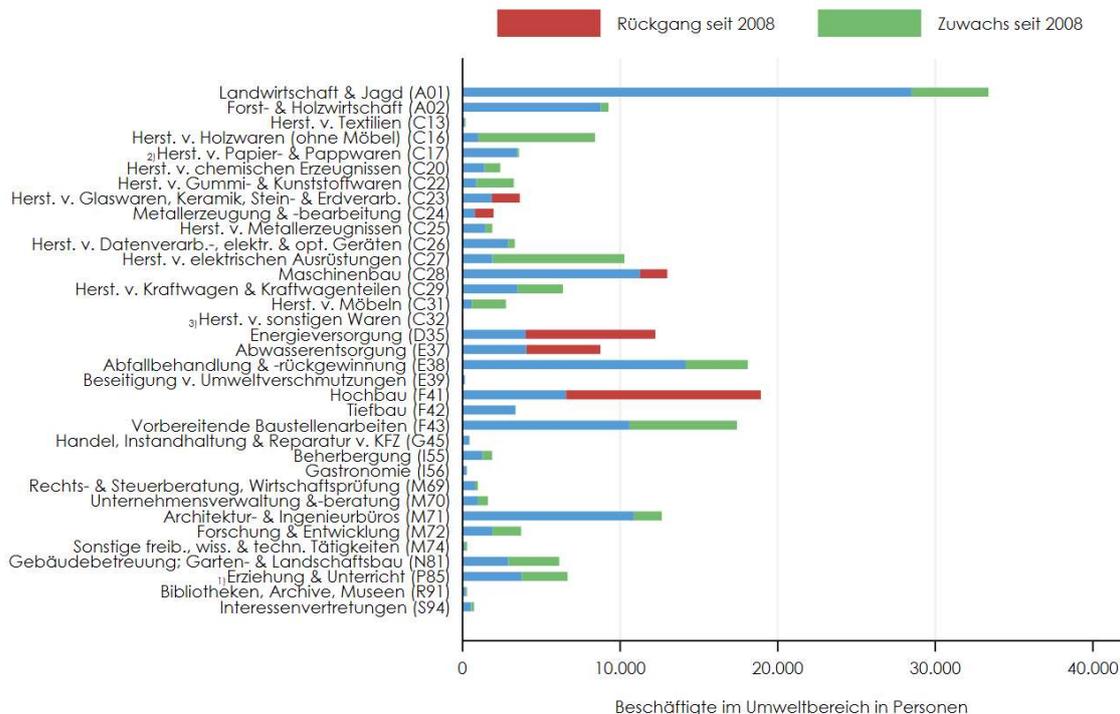
Q: STAT AT, Umweltwirtschaft 2008 bis 2018 nach Wirtschaftsabteilungen. WIFO-Darstellung. 1) nur bis 2015.

Abbildung 14: Umweltbeschäftigte in Österreich, gesamt



Q: STAT AT, Umweltwirtschaft 2008 bis 2018 nach Wirtschaftsabteilungen. WIFO-Darstellung.

Abbildung 15: Umweltbeschäftigte in Österreich, nach ÖNACE Abteilungen



Q: STAT AT, Umweltwirtschaft 2008 bis 2018 nach Wirtschaftsabteilungen. WIFO-Darstellung. 1) erst ab 2014, 2) nur bis 2013, 3) nur bis 2017.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Umweltsektors ist in Österreich hinsichtlich Beschäftigung, Wertschöpfung und Exporten kontinuierlich gestiegen.

Sehr starke Zuwächse der umweltbezogenen Wertschöpfung waren in diesem Zeitraum in der Abfallbehandlung (E38), dem Tiefbau (F42), sowie bei Architektur- und Ingenieurbüros (M71) zu beobachten. In der Sachgütererzeugung war der Zuwachs der umweltbezogenen Wertschöpfung vor allem in der IKT-Branche (C26), der Herstellung elektrischer Ausrüstungen (C27), dem Maschinenbau (C28) und der KFZ-Industrie (C29) am höchsten. Dies sind auch die Branchen, die am stärksten in der Entwicklung von Umwelttechnologien aktiv sind und auch die stärksten Zuwächse bei den von der FFG geförderten Gesamtkosten in umweltbezogenen F&E Projekten erfahren haben (Abbildung 11).⁹

Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in der Entwicklung der umweltbezogenen Exporte wider (Abbildung 12). Diese sind zwischen 2014 und 2018 von 7,9 auf 13 Mrd.€ angewachsen. Damit ist deren Anteil an den Gesamtexporten von 4,4 auf 6,1 Prozent gestiegen (+1,7 Prozentpunkt).¹⁰ Die Branchen, in denen die Umweltexportzuwächse am stärksten waren, sind, wie bei der umweltbezogenen Wertschöpfung und den Patentaktivitäten, im Bereich der Umwelttechnologie die IKT-Branche (C26), die Herstellung elektrischer Ausrüstungen (C27), der Maschinenbau (C28) und die KFZ-Industrie (C29). Dies deutet darauf hin, dass, trotz gewisser Einbußen in der relativen technologischen Bedeutung österreichischer Erfindungen im Bereich der Umwelttechnologie, wie es das Patentranking in Abbildung 9 nahelegt, vor allem in wichtigen Branchen der österreichischen Sachgütererzeugung, Umwelttechnologie und Umweltprodukte stetig an Bedeutung gewonnen haben.

Diese Entwicklung spiegelt sich nur bedingt in der Dynamik der Entwicklung der Umweltbeschäftigten lt. Definition der Statistik Austria wider. Während der Anteil der Umweltbeschäftigung an der Gesamtbeschäftigung in Österreich sowohl nach Köpfen als auch nach Vollzeitäquivalenten seit 2008 stetig gestiegen ist und 2018 rund 4,6 Prozent aller Beschäftigten im Umweltbereich tätig waren (Abbildung 14), so waren die Veränderungen auf Branchenebene ungleich verteilt. Abbildung 15 zeigt, dass die Veränderungen der Umweltbeschäftigung sich nicht im Gleichschritt mit der Wertschöpfung oder den Exporten der Branchen entwickelt hat. So war der Anstieg der Umweltbeschäftigung in den KFZ und IKT-Branchen (C29 und C26), bezogen auf das Ausgangsniveau 2008, eher moderat. In der Herstellung elektrischer Ausrüstungen (C27) wurde sie stark ausgeweitet und im Maschinenbau (C28) war sie gar rückläufig. Ein sehr starker Anstieg war in der Holzverarbeitenden Industrie zu beobachten. Zusätzlich waren Anstiege in der Abwasserbeseitigung, Tiefbau und Landwirtschaft zu beobachten. Die beiden

⁹ Inwieweit es sich in dieser Wertschöpfung um Defensivkosten handelt, die nach der Meinung einiger Autoren (vgl. Daly – Cobb 1989) nicht zur Erhöhung des Wohlstandes beitragen, sondern als Kosten der Vermeidung umweltschädlichen Verhaltens in der VGR verbucht werden sollten, geht aus der Rechnung nicht hervor.

¹⁰ Die Studie von Reinstaller (2014) kommt unter Verwendung einer unterschiedlichen Abgrenzung der Umweltgüter zu dem Befund, dass rund 17,5% des Wertes österr. Warenexporte 2012 auf Schlüsseltechnologien und 9,7% auf Umwelttechnologien entfielen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Abgrenzung des Umweltsektors der Statistik Austria verwendet, damit die Exportdaten auch mit den Wertschöpfungs- und Beschäftigungsdaten vergleichbar sind.

ersteren reflektieren besonders die Notwendigkeit der Beseitigung und Vermeidung von Umweltschäden.

3.4 Zusammenfassung

Die in diesem Abschnitt besprochenen Indikatoren zeigen, dass die regulatorische Belastung durch die Umweltpolitik zugenommen und sich die Abgabenstruktur in Österreich in die Richtung einer stärkeren steuerlichen Belastung von umwelt- und klimaschädlichen Verhalten verändert hat. Gleichzeitig sind die Ausgaben für Umweltschutz seitens des Unternehmenssektors stetig gestiegen. Die Forschung und Entwicklung in Umwelttechnologien im Unternehmensbereich haben an Bedeutung gewonnen. Die österreichischen Erfindungen im Bereich der Umwelttechnologie haben aber im internationalen Vergleich mit Blick auf den Technologiegehalt und dem kommerziellen Potential ihrer Erfindungen eingebüßt, was sich mittelfristig auf deren Wettbewerbsfähigkeit auswirken könnte. Der Umweltsektor selbst hat in Österreich an wirtschaftlicher Bedeutung, sowohl was Wertschöpfung als auch Exporte anbelangt, gewonnen. Auch der Beschäftigungsanteil der Umweltbeschäftigten ist gestiegen, wenngleich die Zuwächse nicht unbedingt in jenen Branchen zu beobachten waren, in denen erfinderischer Tätigkeit, Wertschöpfung und Exporttätigkeiten am stärksten ausgeweitet wurden.

4. Der Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Umweltinnovationen auf Unternehmensebene

Dieser Abschnitt geht nun der Frage nach, inwieweit die Entwicklung von Umwelttechnologien auf Unternehmensebene mit der Beschäftigungsentwicklung zusammenhängt. Wie in einem vorangegangenen Abschnitt argumentiert wurde, sind die Ergebnisse früherer Forschungsarbeiten zum Zusammenhang zwischen Innovation in Umwelttechnologien und Beschäftigung widersprüchlich. Führen Unternehmen Umweltinnovationen lediglich zur Vermeidung oder Beseitigung von Umweltschäden ein, so wäre zu erwarten, dass dies (zumindest mittelfristig) lediglich mit einer strukturellen Verschiebung der Tätigkeiten innerhalb der Arbeitskräfte einhergeht und keine Effekte auf den Beschäftigungsstand zu beobachten sind. Andererseits können patentierte Umwelttechnologien aber auch den Umstand widerspiegeln, dass sich für umwelt- und klimaschonende Erzeugnisse und Dienstleistungen ein Markt ausgebildet hat. In diesem Fall sollte ein positiver Effekt von Umweltinnovationen auf den Beschäftigungsstand beobachtet werden.

Hier wird dieser Frage auf der Grundlage eines europäischen Unternehmensdatensatzes für die Innovation Leader, Deutschland und Österreich untersucht (siehe Textkasten). Dabei wird auf Patentanmeldungen zur Abbildung der technologischen Aktivitäten dieser Unternehmen zurückgegriffen. Es wird untersucht, wie sich ein größerer Anteil von Patenten aus unterschiedlichen Umwelttechnologien am gesamten Patentportfolio eines Unternehmens auf dessen Beschäftigung auswirkt.

Die Daten liegen in Längsschnittform (also einem Panel) vor. Ausgehend von einer einfachen Produktionsfunktion auf Unternehmensebene kann eine dynamische Schätzgleichung wie folgt spezifiziert werden:

$$\ln L_{ij,t} = \rho \ln L_{ij,t-1} + \beta_1 \ln ITK_{ij,t} + \beta_2 \ln TK_{ij,t} + \beta_3 \ln ULC_{ij,t} + \beta_4 Y_{Si,t} + \beta_5 PATST_{ij,t} + \beta_6 AnteilUmweltPat_{ij,t} + \beta_7 Land + \beta_8 Jahr + \varepsilon_{ii} + u_{ij,t},$$

dabei entspricht $L_{ij,t}$ der Anzahl der Beschäftigten in einem Unternehmen i in Land j zum Zeitpunkt t , $ITK_{ij,t}$ dessen intangiblem und $TK_{ij,t}$ dessen tangiblem Anlagevermögen, $ULC_{ij,t}$ der Lohnsumme relativ zum Umsatz, $Y_{ij,t}$ dem Umsatz sowie $Land$ und $Jahr$ unterschiedlichen Kontrollvariablen und Zeitdummies.

Für die vorliegende Analyse sind besonders die Variablen $PATST_{ij,t}$ und $AnteilUmweltPat_{ij,t}$ interessant. $PATST_{ij,t}$ bildet das Patentportfolio eines Unternehmens in Form eines Patentkapitalstocks ab und $AnteilUmweltPat_{ij,t}$ den Anteil von Umweltpatenten in diesem Kapitalstock. Die zugrundeliegenden Patentanmeldungen wurden Anhand der Zitationen auf die einzelnen Patente auf der Grundlage des PageRank Algorithmus gewichtet (siehe Reinstaller und Reschenhofer 2017), um auch deren technologischen und kommerziellen Wert besser abzubilden. Hier erwarten wir einen positiven Effekt des Patentstocks auf die Beschäftigung auf Unternehmensebene (vgl. z.B. Bogliaccino et al. 2012). Für den Anteil von Umweltpatenten gibt es aus der früheren Forschung widersprüchliche Ergebnisse. Es wurden sowohl negative als auch positive Effekte berechnet.

Die dynamische Schätzgleichung entspricht einer standardmäßigen, dynamischen Arbeitsnachfrage, die im Kontext zu Untersuchungen des Beschäftigungseffektes von Innovationen von Van Reenen (1997) erstmal verwendet wurde. Die dynamische Spezifikation, also die Verwendung des zeitlich verzögerten Wertes der abhängigen Variable als erklärende Variable, ist notwendig, da die Beschäftigung grundsätzlich sehr persistent ist und von Jahr zu Jahr wenig schwankt.¹¹ Dies führt jedoch zu einer Reihe ökonometrischer Probleme, sodass es notwendig ist, auf einen dynamischen Panelschätzer zurückzugreifen. In der vorliegenden Analyse wurde der von Blundell und Bond (1998, 2000) spezifisch für die Modellierung der Arbeitsnachfrage vorgeschlagenen GMM Schätzer verwendet. Der Vorteil dieser Schätzer ist, dass sie schwache Rückkopplungseffekte zwischen den unterschiedlichen erklärenden Variablen erlauben und damit keine strikte Exogenität der Regressoren erfordern. Sie beseitigen auch Verzerrungen aufgrund der seriellen Korrelation der Fehlerterme und erlauben konsistente Schätzungen (siehe dazu auch die Ausführungen z.B. in Bogliaccino et al. 2012).

¹¹ Die sog. gepolten OLS Regressionen in Tabelle 2 belegen dies. Der geschätzte Koeffizient der verzögerten Beschäftigungsvariable nimmt für unterschiedliche Ländergruppen und Länder jeweils Werte größer als 0,7 an. Damit zeigt sich einerseits, dass dynamische Panelschätzer verwendet werden sollten und aufgrund dieser Persistenz die Ergebnisse der Schätzungen in Tabelle 2 – mit Ausnahme der SYS-GMM 2L Schätzung – aufgrund seriell korrelierter Fehlerterme die Schätzungen inkonsistent sind. Grundsätzlich stützen aber alle Schätzungen das Ergebnis der dynamischen Panelregressionen für Österreich, dass nämlich der Effekt des Anteils von Umweltpatenten im Patentportfolio österreichischer Unternehmen sich positiv auf die Beschäftigung in den Unternehmen auswirkt.

Die Entwicklung von Umwelttechnologien hat in Österreich positive Beschäftigungseffekte auf der Unternehmensebene.

Tabelle 1 präsentiert die Ergebnisse für Unternehmen aus der Ländergruppe der Innovation Leader sowie für deutsche (DE) und österreichische Unternehmen. Es wurden für jedes Land zwei Spezifikationen gerechnet. Die erste Spezifikation enthält nur Kontrollvariablen zur Innovationsintensität der den Unternehmen zugeordneten Branchen sowie Zeit und Länderdummies (im Fall der Schätzung für die Innovation Leader). Die zweite Spezifikation enthält zusätzlich die Importintensität aus den BRICs Ländern auf Branchenebene als weitere Kontrollvariable. Diese Variable wurde in die Schätzung aufgenommen, da gerade im Bereich der Umwelttechnologien in den vergangenen zehn- bis fünfzehn Jahren ein verstärkter Importwettbewerb aus Schwellenländern und vor allem China zu beobachten war. Dieser Umstand könnte die Ergebnisse zu den Umwelttechnologien nach unten verzerren. Die ausgewiesenen AR Teststatistiken deuten vor allem für die Schätzungen für Deutschland und Österreich darauf hin, dass die Verwendung eines dynamischen Modells angebracht ist. Für die Schätzungen der Innovation Leader trifft dies weniger zu. Die Hansen J-Test Statistiken deuten auf mögliche Spezifikationsprobleme für alle Schätzungen hin, was jedoch mit der großen Anzahl an Beobachtungen zusammenhängen könnte.¹² Für die Schätzungen für Österreich deuten die Teststatistiken darauf hin, dass die Gültigkeit der Instrumentalvariablenschätzung nicht verworfen werden kann. Grundsätzlich legen die Ergebnisse der Teststatistiken jedoch nahe, die Schätzungen mit Vorsicht zu interpretieren. Für Österreich gilt dies nicht zuletzt, weil in den Amadeus Daten auch große Unternehmen überrepräsentiert sind und die Schätzungen daher auch nicht einfach für den gesamten Unternehmenssektor verallgemeinert werden können.

Betrachtet man nun die Ergebnisse, so zeigt sich, dass der Patentkapitalstock für alle Schätzungen einen positiven Effekt ermittelt. Ein Anstieg der Patentkapitalstocks in einem Unternehmen um 10% geht mit einer zwischen 0,3 und 0,15 Prozent höheren Beschäftigung einher. Für österreichische Unternehmen liegt die Elastizität mit 0,15% am unteren Rand. Diese Effekte sind in der Größenordnung, die z.B. von Bogliaccino et al. (2012) für F&E Kapitalstöcke unter Verwendung ähnlicher Schätzverfahren ermittelt wurden. Die Elastizitäten sind ähnlich hoch wie jene für andere intangible Anlagegüter. Für die Gruppe der Innovation Leader ist der Effekt etwas höher als für die deutsche oder österreichische Stichprobe. Die Koeffizienten für alle anderen Variablen zeigen theoretisch plausible Vorzeichen sowie plausible Koeffizienten. Die Importwettbewerbsindikatoren sind hingegen in allen Schätzungen nicht signifikant.

¹² Blundell and Bond (2000) weisen darauf hin, dass diese Tests zu häufig die Nullhypothese ablehnen. Zu viele oder zu wenige Instrumente führen schnell zu Teststatistiken, die keine gültigen Schlüsse mehr zulassen.

Tabelle 1: Dynamische Panelregressionen zum Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Innovation in Umwelttechnologien auf Unternehmensebene

VARIABLEN	(1) Innovation Leader	(2) Innovation Leader	(3) DE	(4) DE	(3) AT	(4) AT
Beschäftigte (t-1), log	0,1845*** (0,000)	0,1927*** (0,000)	0,1438*** (0,000)	0,1760*** (0,000)	0,1300*** (0,000)	0,1529*** (0,000)
Patentkapitalstock (t) (PageRank gewichtet), log	0,0314*** (0,000)	0,0272*** (0,000)	0,0165*** (0,000)	0,0182*** (0,000)	0,0156*** (0,000)	0,0150*** (0,000)
Intangible Anlagegüter (t), log	0,0216*** (0,000)	0,0189*** (0,000)	0,0149*** (0,000)	0,0168*** (0,000)	0,0227*** (0,003)	0,0242*** (0,001)
Tangible Anlagegüter (t), log	0,0745*** (0,000)	0,0748*** (0,000)	0,1199*** (0,000)	0,1162*** (0,000)	0,0750*** (0,000)	0,0813*** (0,000)
Arbeitskosten (t), log	-0,8538*** (0,000)	-0,8454*** (0,000)	-0,6832*** (0,000)	-0,6638*** (0,000)	-0,6088*** (0,000)	-0,6145*** (0,000)
Umsatz (t), log	0,4107*** (0,000)	0,4530*** (0,000)	0,5186*** (0,000)	0,4760*** (0,000)	0,3951*** (0,000)	0,3856*** (0,000)
Anteil Umweltpatente am Patentkapitalstock (t)	0,2734*** (0,001)	0,2020*** (0,006)	-0,5963 (0,234)	-0,5230 (0,308)	0,2988* (0,058)	0,2752* (0,063)
Importanteil Industry (Nace 4-steller) aus BRICs Länder		-0,0400 (0,260)		0,1038 (0,322)		0,2897 (0,212)
Konstante	4,3735*** (0,000)	3,5984*** (0,000)	0,4518 (0,340)	0,8467* (0,063)	2,9715*** (0,002)	2,9045*** (0,002)
Zeitdummies	J	J	J	J	J	J
Innovationsintensitätsdummies	J	J	J	J	J	J
Beobachtungen	259.183	259.183	68.748	68.748	9.816	9.816
Beobachtungseinheiten	52.278	52.278	15.251	15.251	1.621	1.621
AR(1) Test p-Wert	0	0	0	0	0,000917	0,00144
AR(2) Test p-Wert	0,0858	0,115	-0,191	0,931	0,769	0,683
Hansen Test p-Wert	0	0	0	0	0,984	1,000
Sargan Test p-Wert	0	0	0	0	0	0

Q: Bureau van Dijk Amadeus Datenbank, EPA Patstat Datenbank, BACI Datenbank. WIFO-Berechnungen. -) heteroskedastie-robuste p-Werte in Klammern, *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. -) Für die Instrumente wurden ein bis vier Perioden zurückreichende verzögerte Werte verwendet (siehe Tabelle 2 für Schätzungen mit nur zwei Lags; die Ergebnisse sind hinsichtlich der Anzahl der Instrumente robust). Mit Ausnahme der Dummy-Kontrollvariablen wurden alle erklärenden Variablen als teilweise endogen betrachtet und instrumentiert. Der Hansen/Sargan Test prüft die Exogenität der Instrumente. Die Null-Hypothese ist, dass kein Instrument mit dem Störterm korreliert ist; p-Werte unter 0,25 werden gemeinhin als Ablehnungsgrenze dieser Null-Hypothese angesehen.

Datenbasis und Berechnung des Patentkapitalstocks

Um die durch den Importwettbewerb beeinflusste Entwicklung der **Unternehmensperformance** im Zeitverlauf darstellen zu können, wurden umfangreiche Daten aus mehreren Quellen genutzt. Die Indikatoren auf Unternehmensebene basieren auf Daten aus der vom Bureau van Dijk bereitgestellten Finanz- und Unternehmensdatenbank **AMADEUS**. Zur Erstellung des Datensatzes wurden mehrere zehnjährige Wellen von AMADEUS-Daten zu einem Unternehmenspanel kombiniert, das den Zeitraum 2003 bis 2016 abdeckt. In einem ersten Schritt musste die Vergleichbarkeit der Erhebungswellen hergestellt werden. Jede Veröffentlichung enthält eine Kennung, die zwar innerhalb jeder Veröffentlichung eindeutig ist, aber nicht über alle Veröffentlichungen hinweg. Basierend auf den vom Bureau van Dijk zur Verfügung gestellten Informationen über Änderungen der Kennung wurde zur Ermittlung von Brüchen im Datensatz eine eindeutige Kennung erstellt. Der Datensatz wurde dann um doppelte Einträge, die durch Datenaktualisierungen entstanden, Ausreißer, fehlende Werte usw. bereinigt. Alle nominalen Werte wurden unter Verwendung von Eurostat-Deflatoren auf Ebene der NACE-Zweisteller deflationiert.

Die **Intensität des Importwettbewerbs** aus BRICs Ländern wurde mit Handelsdaten aus **BACI** errechnet, einem harmonisierten Handelsdatensatz, der Informationen über Importe und Exporte enthält. Die Importintensität wurde definiert als der Anteil der chinesischen Importe an den Gesamtimporten und wurde nach Ländern, Jahr und NACE-4-Stellern für die Industrie aufgeschlüsselt. Diese Daten wurden auf der NACE-Rev. 2-4-Steller-Ebene den AMADEUS-Daten zugeordnet. Der BACI-Datensatz folgt der produktbasierten HS-Klassifikation (Zolldaten). Verfügbare Konkordanztabellen ermöglichen eine Umschlüsselung in die NACE-Rev.-2-Systematik.

Für die Patentanmeldungen wurde auf die Patstat Datenbank des Europäischen Patentamtes (EPA) zurückgegriffen. Diese Datenbank enthält bibliografische Daten und Rechtsereignisdaten zu Patenten aus Industrie- und Entwicklungsländern bei mehr als 40 Patentbehörden für mehr als 100 Millionen Patentdokumente. Die Anmelder von Patenten sind Teil dieser bibliographischen Information. Auf der Grundlage unterschiedlicher Textvergleichsverfahren wurden Patentanmeldungen beim EPA anhand der Anmelderinformation und geographischen Daten Unternehmen in Amadeus zugeordnet. Die Anmeldungen wurden dann auf der Grundlage der Perpetual-Inventory-Methode (PIM) in Patentkapitalstöcke aggregiert. Umweltpatente wurden gesondert auf der Grundlage einer OECD Klassifikation identifiziert. Patentkapitalstöcke korrelieren sehr eng mit den kumulierten F&E Ausgaben von Unternehmen und bilden damit zuverlässig ihre Forschungsaktivitäten ab (vgl. Hall 2007).

Zur Berechnung der Anfangskapitalstöcke anhand der PIM ist es notwendig, historische Wachstumsraten der Patentanmeldungen (g_{ij}) zu berechnen. Diese wurden auf der Grundlage der jährlichen Patentanmeldungen eines Unternehmens im Zeitraum 2003-2016 ermittelt. Im Falle negativer Zuwachsraten wurde der Wert auf Null gesetzt. In der Berechnung des Anfangskapitalstocks wurde auch die durchschnittliche Anzahl der Patentanmeldungen pro Jahr als Startwert verwendet. Als Abschreibungsrate (γ_i) wurde ein Wert von 0,15 angenommen. Dies ist der in der Literatur übliche Wert für Patente und F&E Ausgaben. Die Berechnung der Anfangspatentkapitalstöcke und des laufenden Patentkapitalstocks eines Unternehmens i in Land j zum Zeitpunkt t wurde dementsprechend wie folgt berechnet:

$$PATST_{ij,t} = \begin{cases} (1 - \delta)PATST_{ij,t-1} + \text{Anmeldung}_{i,jt} & \text{wenn } t > 0 \\ \frac{\text{Anmeldung}_{ij}}{g_{ij} + \gamma_i} & \text{wenn } t = 0 \end{cases} .$$

Da viele Unternehmen in dem Datensatz keine Patente anmelden und daher deren Patentstock den Wert Null annimmt, andererseits aber die Variablen logarithmiert wurden, wurden die Daten zuvor derart logtransformiert, sodass alle Nullwerte am linken äußeren Rand der Verteilung der logarithmierten Patentkapitalstöcke liegen und den gleichen Wert annehmen.

Betrachtet man nun, wie sich ein höherer Anteil von Umweltpatenten im Patentportfolio auf die Beschäftigung auf Unternehmensebene auswirkt, so deuten die Regressionen für die Unternehmen in den Innovation Leader Ländern und in Österreich auf einen positiven Beschäftigungseffekt hin. Steigt in Österreich der Anteil der Umweltpatente am Patentportfolio um 1%, so geht die mit einer um knapp 0,3% höheren Beschäftigung einher und erhöht damit nochmals den positiven Effekt des Patentportfolios. Die Effekte für die Unternehmen der Innovation Leader sind geringer, jedoch statistisch etwas belastbarer. Für Österreich sind die geschätzten Koeffizienten nur sehr schwach signifikant. Darauf deuten auch die Robustheitsprüfungen in Tabelle 2 im Anhang hin. Für Deutschland sind die geschätzten Koeffizienten statistisch nicht signifikant und auch andere (hier nicht abgebildete) Spezifikationen führen nicht zu anderen Ergebnissen. Für Unternehmen in Deutschland kann somit kein Effekt von Umweltpatenten auf die Beschäftigung festgestellt werden.

Unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen, deutet die Analyse in diesem Abschnitt darauf hin, dass Unternehmen, die in die Entwicklung von Umwelttechnologien investiert haben, auch durchschnittlich einen höheren Beschäftigungsstand aufweisen. Ein negativer Effekt derartiger technologischer Aktivitäten für die Beschäftigung kann nicht festgestellt werden.

Angesichts der technologischen und unternehmerischen Herausforderungen, die mit dem Erreichen der Klimaziele verbunden sind, ist aber zu erwarten, dass die Nachfrage nach Umwelttechnologien und -innovationen fortwährend steigen wird und sich damit neue Marktchancen und weitere Marktwachstumspotentiale ergeben werden. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass sich die für österreichische Unternehmen beobachteten positiven Beschäftigungseffekte der Entwicklung von Umwelttechnologien in Zukunft eher verstärken wer-

den. Die Studie von Bliem et al. (2014) hat für Österreich ebenfalls expansive Beschäftigungseffekte durch Öko-Innovationen auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene berechnet und stützt damit diese Interpretation.

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Erreichung der Klimaziele, die durch internationale Übereinkommen festgelegt wurden, erfordert umfangreiche zusätzliche Investitionen in Forschung und Entwicklung. Neue kohlenstoffarme Technologien sind in allen Bereichen des wirtschaftlichen Lebens notwendig, damit die globalen Treibhausgasemissionen stabilisiert und langfristig gesenkt werden können. In einer vielbeachteten Studie der IEA wurde bereits 2010 gezeigt, dass die 50-prozentige Reduktion der energiebezogenen Kohlendioxidemissionen bis zum Jahr 2050 eine Erhöhung der öffentlichen F&E Ausgaben um das Zwei- bis Fünffache erfordern würde (vgl. IEA, 2010). Acemoglu et al. (2016) haben daher beispielsweise für die USA vorgeschlagen, dass rund 90 Prozent aller F&E-Ausgaben für kohlenstoffarme Technologien über die Dauer mehrerer Jahrzehnte von der Regierung finanziert werden sollten, damit die Produktivität kohlenstoffarmer Technologien schnell zu jener kohlenstoffreicher Technologien aufschließt. Tatsächlich legt die Studie von Zachmann et al. (2014) nahe, dass in Europa die öffentlichen Forschungsausgaben in keinem Verhältnis zu den umfangreichen Kosten der Transformation der Wirtschaftssysteme auf umweltschonende und klimaneutrale Funktionsweise stehen und wesentlich größere Anstrengungen erforderlich wären, damit dies innerhalb der in den internationalen Abkommen vorgesehenen Zeiträumen auch möglich ist.

Umgekehrt erfordert die Entwicklung von Umwelttechnologien, aufgrund der besonderen externen Effekte, die mit derartigen Innovationen verbunden sind, den koordinierten und kombinierten Einsatz von umweltpolitischen Maßnahmen, die umwelt- und klimaschädliches Verhalten verteuern, wie auch umfangreiche Fördermaßnahmen, die Forschung und Entwicklung entsprechender Technologien beschleunigen. Dementsprechend sollten neue umweltpolitische Maßnahmen auch immer von Fördermaßnahmen begleitet sein, die nicht nur auf Technologiediffusion ausgerichtet sind (wie etwa Pilot- oder Demonstrationseffekte, oder Förderungen umweltschädliche Technologien zu ersetzen), sondern vor allem auch die Forschung sowohl im Grundlagen- als auch im angewandten Bereich in entsprechenden Technologie- und Wissensfeldern forcieren. Parallel dazu sind auch auf die (Berufs-)Bildung ausgerichtete Maßnahmen erforderlich, damit für derartige Innovations- und Forschungsvorhaben auch ausreichend qualifiziertes Personal und ForscherInnen zur Verfügung stehen.

Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften und der klima- und umweltpolitischen Dringlichkeit erfordern Umweltinnovationen spezifische Fördermaßnahmen. Angesichts der Entwicklungen in Österreich und der internationalen Marktpotentiale sollte dieser Bereich verstärkt innovativpolitische Aufmerksamkeit erfahren.

Es war nicht das Ziel dieser Studie die Verflechtung und die Funktionsweise dieser Politikbereiche in Österreich zu untersuchen oder eine Bewertung der entsprechenden Instrumente und ihres Zusammenspiels vorzunehmen. Dies wäre zwar ein notwendiges aber ungleich umfassenderes

Forschungsvorhaben. Selbst eine oberflächliche Betrachtung der Entwicklung des Umweltsektors in Österreich deutet aber darauf hin, dass die stärkere Abstimmung zwischen Umwelt- und FTI-Politik und anderen Politikbereichen in Österreich noch ausbaufähig sein dürfte. Die Regulierungsintensität im Umweltbereich hat im Gleichschritt mit internationalen Trends zugenommen und eine (im internationalen Vergleich relativ schwache) Umschichtung im Steuersystem ist ebenfalls zu beobachten. Diese Entwicklungen waren von steigenden Ausgaben für umwelt- und Klimaschutzzwecke im Unternehmenssektor begleitet.

Wenngleich der Umfang der Zuteilungen für Forschung für Umwelt- und Klimaschutz in öffentlichen Haushalten in Österreich abgenommen hat, so dürften vor allem im Unternehmenssektor durch die unterschiedlichen Ausweitungen der steuerlichen Förderung aber auch durch allgemeine direkte Förderinstrumente Kosten zur Entwicklung von Umwelttechnologien zumindest teilweise abgedeckt worden sein. Spezifisch auf umwelt- und klimapolitische Forschung und Entwicklung ausgerichtete Programme spielen aber insgesamt eine untergeordnete Rolle im österreichischen FTI-Förderwesen. Zwar gibt es Instrumente, wie den Klima- und Energiefonds (KLIEN), mit denen umweltpolitische Maßnahmen durch Investitions- und Forschungsförderungen begleitet werden, doch sind diese teilweise sehr stark auf Technologiediffusion ausgerichtet.

Gleichzeitig hat der Umweltsektor in Österreich stetig an wirtschaftlicher Bedeutung gewonnen. Die internationale Nachfrage nach österreichischen Exportprodukten im Umweltbereich ist über die Zeit gewachsen und Wertschöpfung sowie Beschäftigung sind ebenfalls gestiegen. Die Forschung und Entwicklung in Umwelttechnologien im Unternehmensbereich haben, gemessen auf der Grundlage der F&E Erhebung und von Patentanmeldungen, ebenfalls an Bedeutung gewonnen. Im internationalen Vergleich ist Österreich aber auf diesem Gebiet, was Umfang und Qualität der Patentaktivitäten in Umwelttechnologien anbelangt, zurückgefallen, während Mitbewerber aus Südkorea und China stark an Bedeutung gewonnen haben.

Angesichts dieser Entwicklungen sowie angesichts der Bedeutung, die der Forschung zu Umwelttechnologien für die Erreichung der langfristigen umwelt- und klimapolitischen Ziele Österreichs zukommt, würde eine Aufstockung der Forschungsmittel im Bereich des Umwelt- und Klimaschutzes als sehr sinnvoll erscheinen zumal damit spezifische Lenkungseffekte v.a. auch durch differenzierte Förderungen erzielt werden könnten. Dabei sollten nicht bestehende Mittel umgewidmet, sondern neue Mittel in spezifischen missionsorientierten Programmen aufgebracht werden. Derartige Programme müssten Kombinationen unterschiedlicher bottom-up und top-down Instrumenten sein und breite gesellschaftliche Ziele verfolgen.¹³ Wie die Ergeb-

¹³ Diese „neue“ Missionsorientierung ist von klassischen thematischen Programmen zu unterscheiden. Mowery et al. (2010) arbeiten einige zentrale Gestaltungsprinzipien derartige Förderansätze heraus. Dabei kommen eine grundsätzliche Technologieneutralität zur Erreichung der Ziele, wettbewerbliche Vergabeelemente, Technologietransfer und Demonstrationseffekte eine wichtige Rolle zu (vgl. Larrue 2021). Grundsätzlich sollten Top-Down Elemente sehr breit gehalten, und den bottom-up Elementen aufgrund ihrer positiven Wirkung auf das gesamte Innovationsumfeld den Vorzug gegeben werden (vgl. Howell et al. 2021). Spezifische Schwerpunkte sollten sich an Bereiche orientieren, die einerseits aus umwelt- und klimapolitischer Sicht am stärksten zur Erreichung unterschiedlicher Ziele beitragen können und für die andererseits auch starke wirtschaftliche Impulse zu erwarten wären.

nisse zur Wirkung von Umwelttechnologien auf die Beschäftigung österreichischer Unternehmen nahelegen, dürfte eine verstärkte Förderung von F&E in Umwelttechnologien auch positive Beschäftigungseffekte induzieren.

6. Literaturverzeichnis

- Acemoglu, D. (2002). Directed technical change. *Review of Economic Studies*, 69, S.781–809.
- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., & Hemous, D. (2012). The Environment and directed technical change. *American Economic Review*, 102(1), S.131–166.
- Acemoglu, D., Akcigit, U., Hanley, D., & Kerr, W. (2016). Transition to low-carbon technology. *Journal of Political Economy*, 124(1), S. 52 – 104.
- Aghion, P., Dechezleprêtre, A., Hémous, D., Martin, R. & Van Reenen, J. (2016). Carbon taxes, path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry. *Journal of Political Economy*, 124(1), S. 1-51.
- Arrow, K.J. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions. In Nelson, R. (Hg.) *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press.
- Bammens, Y., Hünermund, P. (2021). *Can they see us? Ecological community logics, identifiable business ownership, and green innovation as a company response*. Mimeo.
- Bittschi, B., Sellner, R. (2020). Gelenkter technologischer Wandel: FTI-Politik im Kontext des Klimawandels. *IHS Policy Brief*, 17/2020.
- Bliem, M., Aigner-Walder, B., Brandl, B., Gassler, H., Grussmann, S., Klinglmair, A., Miess, M., Paterson, I., Rodiga-Laßnig, P. & Schmelzer, S. (2014). *Das Potential von Öko-Innovationen für den Standort Österreich*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Institut für Höhere Studien.
- Bloom, N., Van Reenen, J. & Shankerman, M. (2013). Identifying technology spillovers and product market rivalry. *Econometrica*, 81(4), S. 1347–1393.
- Blundell, R., Bond, S. (1998). Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. *Journal of Econometrics*, 87, S. 115–143.
- Blundell, R., Bond, S. (2000). GMM Estimation with Persistent Panel Data: An Application to Production Function. *Econometric Reviews*, 19, S. 321–340.
- Bogliaccino, F., Piva, M. & Vivarelli, M. (2012). R&D and employment: An application of the LSDVC estimator using European microdata. *Economics Letters*, 16, S. 56–59.
- Botta, E., Kozluk, T. (2014). Measuring environmental policy stringency in OECD countries. A composite index approach. *OECD Economics Department Working Papers*, 1177.
- Brunnermeier, S. B., Cohen, M. A. (2003). Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics and Management*, 45(2), S.278–293.
- Costa-Campi, M. T., Duch-Brown, N. & García-Quevedo, J. (2014). R&D drivers and obstacles to innovation in the energy industry. *Energy Economics*, 46, S. 20-30.
- Daly, H.E., Cobb, J.B. (1989). *For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Beacon Press.
- David, P.A. (1975). *Technical choice, innovation and economic growth*. Cambridge University Press.
- Dechezleprêtre, A., Martin, R. & Mohnen, M. (2014). Knowledge spillovers from low-carbon technologies: A patent citation analysis. *Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper*, 135.
- Del Río, P. (2009). The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda. *Ecological Economics*, 68(3), S. 861-878.
- Del Río, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. (2016). What drives eco-innovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. *Journal of Cleaner Production*, 112, S. 2158-2170.
- Europäische Kommission (2020). *Jährliche Strategie für Nachhaltiges Wachstum 2021*. COM(2020) 575 final.
- Hall, B.H. (2007). Measuring the Returns to R&D: The Depreciation Problem. *Annales d'Economie et de Statistique*, 79/80, S. 341-381
- Hicks, J. R. (1932). *The theory of wages*. MacMillan.
- 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, S. 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, S. 158-165.
- Hottenrott, H., Rexh Häuser, S. (2015). Policy-induced environmental technology and inventive efforts: Is there a crowding out? *Industry and Innovation*, 22(5), S. 375-401.
- Howell S. T., Rathje J., Van Reenen J. & Wong J. (2021). Opening up Military Innovation: Causal Effects of 'Bottom-Up' Reforms to U.S. Defense Research. *NBER Working Paper*, (28700).
- IEA (2010). *Global gaps in low-carbon energy RD&D: Update and recommendations for international collaboration. Report for the Low-carbon Energy Ministerial*. International Energy Agency.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). Summary for Policymakers. In S. Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona & E. Farahani (ed). *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.
- Kettner-Marx C., Kletzan-Slamani D. (2016). Österreich 2025 – Umweltinnovationen in Österreich. Performance und Erfolgsfaktoren. *WIFO-Monatsberichte*, 89(11), S. 809-820.
- Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N. & Ambec, S. (2011). Environmental policy, innovation and performance: New insights on the Porter hypothesis. *Journal of Economics and Management Strategy*, 20(3), S. 803-842.
- Larue, P. (2021). The design and implementation of mission-oriented innovation policies: A new systemic policy approach to address societal challenges. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 100, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/3f6c76a4-en>.
- Mowery, D.C., Nelson, R.R. & Martin, B. (2010). Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). *Research Policy*, 39(8), S. 1011-1023.
- Popp, D. (2002). Induced innovation and energy prices. *The American Economic Review*, 92(1), S.160–180.
- Popp, D., Newell, R. (2012). Where does energy R&D come from? Examining crowding out from energy R&D. *Energy*
- Porter, M., E., Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), S. 97–118.
- Porter, M. E., Van der Linde, C. (1995). Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 73, S. 120-134.
- Reinstaller, A. (2005). Policy entrepreneurship in the co-evolution of institutions, preferences, and technology. Comparing the diffusion of totally chlorine free pulp bleaching technologies in the US and Sweden. *Research Policy*, 34(9), S. 1366-1384.
- Reinstaller, A (2008). The technological transition to chlorine free pulp bleaching technologies: lessons for transition policies, *Journal of Cleaner Production*, 16(11), S. 133-147,
- Reinstaller, A. (2014). Technologiegeber Österreich. Österreichs Wettbewerbsfähigkeit in Schlüsseltechnologien und Entwicklungspotentiale als Technologiegeber. Studie für das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, WIFO.
- Reinstaller, A., Reschenhofer P. (2017). Using PageRank in the analysis of technological progress through patents. An illustration for biotechnological innovations. *Scientometrics*, 113(1), S. 1407-1438.
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation—eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological economics*, 32(2), S. 319-332.
- Rennings, K., Zwick, T. (2002). Employment impact of cleaner production on the firm level: Empirical evidence from a survey in five European countries. *International Journal of Innovation Management*, 6, S. 319-342.
- Rennings, K., Ziegler, A., & Zwick, T. (2004). The effect of environmental innovations on employment changes: An econometric analysis. *Business Strategy and the Environment*, 13(6), S.374-387.
- Rexhäuser, S., Rammer, C. (2014). Environmental innovations and firm profitability: unmasking the Porter Hypothesis. *Environmental and Resource Economics*, 57, S. 145–167.
- Rosenberg, N. (1976). Perspectives on technology. *Cambridge University Press*.
- Schiefer, A. (2011) Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im Unternehmenssektor 2009 – Teil 2. *Statistik Austria - Statistische Nachrichten*, 11/2011 S. 1078-1095.

- Schiefer, A. (2013) Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im Unternehmenssektor 2011 – Teil 2. *Statistik Austria - Statistische Nachrichten*, 10/2013 S. 868-887.
- Schiefer, A. (2015) Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im Unternehmenssektor 2013 – Teil 2. *Statistik Austria - Statistische Nachrichten*, 10/2015 S. 773-794.
- Schiefer, A. (2017) Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im Unternehmenssektor 2015 – Teil 2. *Statistik Austria - Statistische Nachrichten*, 11/2017 S. 979-1003.
- Statistik Austria (2019) *Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im Unternehmenssektor. Kalenderjahr 2017*. Statistik Austria.
- UNFCCC (2015). Paris Agreement, FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1" <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- Van Reenen, J. (1997). 'Employment and Technological Innovation: Evidence from UK Manufacturing Firms'. *Journal of Labor Economics*, 15, S. 255–284.
- Veugelers, R. (2012). Which policy instruments to induce clean innovating? *Research Policy*, 41, S. 1770–1778.
- Zachmann, G., Serwaa, A., & Peruzzi, M. (2014). When and how to support renewables? Letting the data speak. *Bruegel Working Paper*, 2014/01.

Tabelle 2: Panelregressionen zum Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Innovation in Umwelttechnologien auf Unternehmensebene in Österreich

VARIABLEN	POLS			FE		SYS-GMM 2L		
	(1) AT	(2) AT	(3) AT	(4) AT	(5) AT	(6) AT	(7) AT	(8) AT
Beschäftigte (t-1), log	0,6169*** (0,000)	0,6169*** (0,000)	0,1189*** (0,000)	0,1339*** (0,000)	0,1190*** (0,000)	0,1334*** (0,000)	0,0898*** (0,003)	0,1044*** (0,001)
Patentkapitalstock (t) (PageRank gewichtet), log	0,0059*** (0,000)	0,0058*** (0,000)	0,0002 (0,900)	0,0070*** (0,000)	0,0003 (0,892)	0,0068*** (0,000)	0,0155*** (0,000)	0,0155*** (0,000)
Intangible Anlagegüter (t), log	0,0171*** (0,000)	0,0171*** (0,000)	0,0089*** (0,000)	0,0056** (0,024)	0,0089*** (0,000)	0,0056** (0,024)	0,0273*** (0,000)	0,0290*** (0,000)
Tangible Anlagegüter (t), log	0,0372*** (0,000)	0,0373*** (0,000)	0,1196*** (0,000)	0,1336*** (0,000)	0,1195*** (0,000)	0,1336*** (0,000)	0,0917*** (0,000)	0,0936*** (0,000)
Arbeitskosten (t), log	-0,3348*** (0,000)	-0,3348*** (0,000)	-0,5397*** (0,000)	-0,5049*** (0,000)	-0,5398*** (0,000)	-0,5055*** (0,000)	-0,6461*** (0,000)	-0,6475*** (0,000)
Umsatz (t), log	0,2104*** (0,000)	0,2105*** (0,000)	0,1837*** (0,000)	0,1742*** (0,000)	0,1839*** (0,000)	0,1744*** (0,000)	0,3951*** (0,000)	0,3917*** (0,000)
Anteil Umweltpatente am Patentkapitalstock (t)	0,0680** (0,016)	0,0676** (0,016)	0,1361* (0,093)	0,2020** (0,033)	0,1368* (0,091)	0,1975** (0,036)	0,2681 (0,179)	0,2547 (0,184)
Importanteil Industry (Nace 4-steller) aus BRICs Länder	-0,0481 (0,254)				-0,0656 (0,523)	0,2456** (0,021)		0,4538* (0,053)
Konstante	1,7145** (0,033)	1,7045** (0,034)	5,2699*** (0,000)	4,7632*** (0,000)	5,2718*** (0,000)	4,7568*** (0,000)	3,2638*** (0,000)	3,1264*** (0,000)
Zeitdummies	J	J	J	N	J	N	J	J
Innovationsintensitätsdummies	J	J	J	J	J	J	J	J
Beobachtungen	9.816	9.816	9.816	9.816	9.816	9.816	9.816	9.816
Beobachtungseinheiten			1.621	1.621	1.621	1.621	1.621	1.621
R2	0,890	0,890	0,529	0,493	0,529	0,494		
AR(1) Test p-Wert							0,000125	0,000186
AR(2) Test p-Wert							0,817	0,901
Hansen Test p-Wert							0,963	0,998

Q: Bureau van Dijk Amadeus Datenbank, EPA Patstat Datenbank, BACI Datenbank. WIFO-Berechnungen. -) heteroskedastie-robuste p-Werte in Klammern, *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. -) (1) – (2) Pooled OLS; (3)-(6) One-Way und Two-way Fixeffekt Schätzungen; (7)-(8) Dynamische System-GMM Schätzungen mit zwei statt 4 Lags bei den semi-endogenen Variablen.