

Beschäftigungspotenziale durch Schlüsseltechnologien

Key Enabling Technologies, Kompetenzbedarf und Ausbildungsangebot



Beschäftigungspotenziale durch Schlüsseltechnologien

Key Enabling Technologies, Kompetenzbedarf und Ausbildungsangebot

Studie im Auftrag der Jungen Industrie und der Industriellenvereinigung Österreich

Oktober 2022

Berrer, H., Boch, M., Gross, M., Linder, A., Zalesak, M., Zanol, A.



Inhalt

Executive Summary	1
1 Key Enabling Technologies	4
1.1 Einleitung	4
1.2 Definition	7
1.3 Bedeutung der KETs in Österreich	9
1.3.1 Produktionsanteil gesamt	9
1.3.2 Industrieanteil nach Patentanalyse	10
2 Patentanalyse	13
2.1 Allgemeine Patententwicklung	14
2.2 Vorgehensweise	16
2.3 Key Enabling Technologies	17
2.3.1 Advanced Manufacturing Technology	17
2.3.2 Advanced Materials	20
2.3.3 Industrial Biotechnology	23
2.3.4 Micro- and Nanoelectronics	26
2.3.5 Nanotechnology	29
2.3.6 Photonics	32
2.4 Anmelderrinnen und Anmelder sowie Erfinderinnen und Erfinder von Patenten im Bereich der KETs	34
2.5 Schlussfolgerungen	37
3 Kompetenzen – Ausbildung und Arbeitsmarkt	40
3.1 Methodische Vorgehensweise	40
3.2 Erwerbspersonen	41
3.2.1 Schlussfolgerung	45
3.3 Simulationsrechnung	46
3.3.1 Zusammenhang zwischen Patenten und Exporten	46
3.3.2 Beschäftigungspotenzial	48
3.3.3 Prognosen über zukünftiges Beschäftigungswachstum	51
3.3.4 Schlussfolgerung	52

3.4	Ausbildung	53
3.4.1	Relevante Ausbildungen	53
3.4.2	Absolventinnen und Absolventen	54
3.4.3	Schlussfolgerung	58
3.5	Kompetenz-Lead	58
3.5.1	Graduierte auf Sekundär- und Tertiärebene	59
3.5.2	Studierende (Tertiärebene)	62
3.5.3	Schlussfolgerung	63
4	Tabellenverzeichnis	65
5	Abbildungsverzeichnis	66
6	Quellen	69
Anhang I – Detaillierte Patentanalyse		70
Patentklassen		70
Advanced Manufacturing Technology		78
Advanced Materials		81
Industrial Biotechnology		83
Micro- and Nanoelectronics		87
Nanotechnology		90
Photonics		92
Anhang II – Detaillierte Relevanz-Tabellen		95
Anhang III – Konkordanztabellen		104

Executive Summary

Um die **Wettbewerbsfähigkeit** einer Volkswirtschaft in einer zunehmend **digitalisierten Welt** zu erhalten, reicht es nicht aus, sich rein auf eine Erhöhung der Computerisierung zu fokussieren. Vielmehr erfordert der technologische Fortschritt im internationalen Markt in Verbindung mit einem zunehmenden Anspruch an ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit die **Förderung von Schlüsseltechnologien**. Diese wirken durch die **Steigerung der Innovationsleistung** in den Bereichen neuer Produkte und Prozesse als Katalysatoren über **alle Industrien hinweg** und sind eine wichtige Basis für die **zukünftige Wettbewerbsfähigkeit** der gesamten Wirtschaft. Schlüsseltechnologien bilden damit die **Basis für die technologische Leistungsfähigkeit** der Industrie, die durch die Digitalisierung einen großen Transformationsschub erfährt.

Ein besonders hohes Wachstumspotenzial weisen dabei die sogenannten **Key Enabling Technologies (KETs)**¹ auf. Folgende Technologien gelten nach der Definition der Europäischen Kommission als KETs: Advanced Manufacturing Technology, Advanced Materials, Industrial Biotechnology, Nanotechnology, Micro- and Nanoelectronics und Photonics. Diese Technologien bieten das **Potenzial**, die **gesamte Wirtschaft voranzutreiben**, jedoch muss dieses auch genutzt werden, was wiederum das potenzielle Einsatzgebiet digitaler Technologien erweitert, neue Geschäftsmodelle zu etablieren und Prozesse zu automatisieren.

Bei der **Patentanalyse** nach Anmeldern konnte in vier von sechs KETs ein **überdurchschnittlicher heimischer Anteil bei KET-Patentanmeldungen** beobachtet werden. Lediglich bei den Bereichen Industrial Biotechnology sowie Nanotechnology wurde bei dieser Betrachtungsweise nach Anmeldern ein unterdurchschnittlicher heimischer Anteil verzeichnet. Zieht man eine kompetenzbasierte Analyse nach heimischen Erfinderinnen bzw. Erfindern heran, so sind die heimischen Unternehmen hinsichtlich aller Zukunftstechnologien überdurchschnittlich positioniert.

Das enorme **Wachstumspotenzial der KETs** zeigt sich bereits bei der Betrachtung der KET-relevanten Berufe. Die **Beschäftigung** in den Berufsgruppen, in denen KET-relevante Berufe vorkommen, ist in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich gewachsen. Zwar verlangen KET-relevante Berufe ein speziali-

¹ Wir orientieren uns bei dieser Studie an der Definition der Europäischen Kommission (vgl. European Commission (2021): Advanced Technologies for Industry – Methodological Report: Indicator framework and data calculations), da hierzu umfangreiches Daten- und Informationsmaterial vorliegt. Daneben existieren weitere Definitionen u.a. von der High-Level Strategy Group on Industrial Technologies, die (teilweise) mit jenen Bereichen der Europäischen Kommission übereinstimmen, und darüber hinaus aber auch weitere Technologiebereiche berücksichtigen.

siertes Wissen im Bereich der Naturwissenschaften und Technik, doch es werden nicht nur Fachkräfte auf **tertiärem** Niveau, sondern auch auf **sekundärem Niveau** benötigt. Daraus lässt sich ableiten, dass eine fachliche – **überwiegend technische und naturwissenschaftliche – Ausbildung** eine Voraussetzung für KET-relevante Berufe ist. Betrachtet man die Absolventinnen und Absolventen auf sekundärem Niveau, hatten gut ein Viertel der Lehrabschlussprüfungen KET-Relevanz. Werden die drei besonders relevanten Obergruppen „**Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik**“, „**Ingenieurwesen**“ und „**Informatik und Kommunikationstechnologie**“ betrachtet, zeigt sich, dass dabei die Ingenieurwissenschaften sowohl auf sekundärer als auch auf tertiärer Ebene die meisten Absolventinnen und Absolventen vorzuweisen haben.

Der Vergleich der Zahl der sekundär und tertiär **Graduierten** in den drei ausgewählten Bereichen zeigt, dass es innerhalb dieser drei Bereiche jedoch deutliche Unterschiede gibt. Bei den Ingenieurwissenschaften überwiegen die Graduierten im Sekundärbereich, während bei den anderen beiden Fachrichtungen jene aus dem tertiären Bereich einen größeren Anteil ausmachen. Insgesamt zeigt sich, dass der Anteil der Graduierten in den Bereichen „Ingenieurwesen“ und „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“ an allen Graduierten (tertiär + sekundär) zwischen 2015 und 2019 angestiegen ist, während jener im Bereich „IKT“ leicht zurückgegangen ist (27,2 Prozent auf 26,9 Prozent). Werden nur die tertiären Erstabschlüsse im Zeitverlauf 2010/11-2019/20 herangezogen ergibt sich folgendes Bild: Erstabschlüsse im Bereich IKT sind konstant niedrig und verteilen sich gleichmäßig auf Fachhochschulen und Universitäten. Naturwissenschaften werden vermehrt an Universitäten studiert, die Zahl der Erstabschlüsse ist dabei leicht rückläufig. Im Bereich Ingenieurwissenschaften gibt es die meisten Erstabschlüsse, während die Bedeutung der Universitäten abnimmt, stieg die der Fachhochschulen. Insgesamt stieg die Zahl der Erstabschlüsse im Bereich Ingenieurwissenschaften leicht an.

Der IKT Bereich weist zudem eine große **Lücke zu den Kompetenz-Leadern** auf. Die Kompetenz-Leader sind jene EU-27 Länder, die von der Europäischen Kommission als führend im Bereich des Kompetenzangebots auf dem Arbeitsmarkt identifiziert wurden. Hier zeigt sich, dass diese Vergleichsländer einen deutlich höheren Anteil an Studierenden im Bereich „IKT“ haben, als Österreich das hat. Bei der Betrachtung der Anteile ist jedoch ebenfalls anzumerken, dass eine reine Erhöhung des Anteils in einem Studienfach immer auch eine umverteilende Wirkung hat und somit eine Verringerung des Anteils in anderen Studienfächern nach sich zieht. Daher gilt es, strategische Überlegungen hinsichtlich der KETs, aber auch allgemeiner Natur bei der Fokussierung auf bestimmte Kompetenz- und Ausbildungsfelder zu treffen. Insbesondere, da das Angebot an Humankapital begrenzt ist.

Die Analyse der **Exportdaten der KETs** weist darauf hin, dass das heimische **Innovationsgeschehen ein guter Indikator** für die Entwicklung am Exportmarkt ist. Hierbei zeigen sich jedoch unterschiedliche Zusammenhänge. Weisen die Bereiche Advanced Manufacturing Technologie und industrielle Biotechnologie vergleichsweise die längsten Verzögerungen auf (3 bis 6 Jahre), wirken sich Innovationen der Mikro- und Nanoelektronik und der Photonik fast unverzüglich aus. Eine längere Verzögerungszeit bedeutet, dass die ohnehin langfristigen Vorausplanungszeiten für Investitionen in das Humankapital in manchen Technologien sogar noch früher erfolgen müssen als in anderen, da nach der Ausbildung auch die Realisationszeit am Markt (nach der Innovationsaktivität) länger dauert.

Ausgehend von darauf basierenden Schätzungen zum **zusätzlichen Beschäftigtenbedarf** von insgesamt 58.000 Personen **in den KETs bis zum Jahr 2029** anhand einer Simulationsrechnung zeigt sich, dass die Nachfrage nach Fachkräften, nicht nur für Berufsgruppen mit Ausbildungen auf tertiärem, sondern vermehrt auch auf sekundärem Niveau steigen wird, und dass insbesondere Ausbildungen in den Bereichen Technik und IKT benötigt werden. Dies ist nicht nur in der Verbindung mit den KETs sondern auch vor dem Hintergrund der voranschreitenden Digitalisierung und ihrer Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft zu beobachten, wodurch dieser allgemein zunehmende Nachfrageeffekt zusätzlich verstärkt wird.

1 Key Enabling Technologies

1.1 Einleitung

Für Österreich als exportorientierte Volkswirtschaft ist die Wettbewerbsfähigkeit auf dem internationalen Markt von besonderer Bedeutung. Die Wettbewerbsfähigkeit des heimischen Produktionsstandortes wiederum hängt in einer zunehmend digitalisierten Welt (Industrie 4.0) immer weniger (nicht nur) vom reinen Grad der Computerisierung², sondern immer stärker (auch) vom Grad der Prozessautomatisierung und der erfolgreichen Umsetzung digitaler Geschäftsmodelle durch Nutzung neuer Schlüsseltechnologien ab. Den größten Impact haben hierbei katalytisch wirkende **Key Enabling Technologies (KETs)**, die als derzeitige Schlüsseltechnologien mit hohem Wachstumspotenzial die Innovationsdynamik in der gesamten Wirtschaft vorantreiben.

Aus mikroökonomischer Perspektive heraus betrachtet bieten die Key Enabling Technologies den Unternehmen ein **enormes Wachstumspotenzial**, welches sich auf makroökonomischer Ebene in ein überdurchschnittliches Potenzialwachstum übersetzt. Allerdings ist der Nutzungsgrad der betreffenden katalytischen Technologien bis dato sehr unterschiedlich ausgeprägt – er variiert nicht nur von Technologiefeld zu Technologiefeld, sondern auch von Branche zu Branche. Sogar innerhalb derselben Branche fungiert nur ein kleiner Teil der Unternehmen als Early Adopters, sodass die Diffusionsgeschwindigkeit neuer Technologien erheblichen Ausprägungsunterschieden unterliegt. Darüber hinaus streut die Nutzungsintensität auch zwischen den Ländern und Regionen innerhalb der Europäischen Union beträchtlich.

Die **KETs** weisen eine Reihe von **günstigen Eigenschaften** auf. Im Bereich der Herstellung von Waren erhöht der effektive Einsatz von automatisiert agierenden Maschinen nicht nur die Arbeitsproduktivität, sondern er reduziert (gemäß dem produktionstheoretischen Dualansatz) zugleich die Kosten je Outputeinheit. Unter Berücksichtigung des jeweilig vorherrschenden Marktumfelds – insbesondere der Wettbewerbsintensität – gewinnen die Unternehmen damit in unterschiedlichem Ausmaß an Preissetzungsmacht, indem sie entweder ihre Güterpreise verringern oder bei unveränderten Preisen ihre Ertragsmargen verbessern können.

In einer einschlägigen Untersuchung zeigen Graetz und Michaels (2018) in ihrer Arbeit „Robots at Work“, dass der vermehrte Einsatz von industriellen Robotern zwischen 1993 und 2007 die jährliche

² Computerisierung = Verwendung von IKT-Technologien und des Internets, ohne Prozessautomatisierung.

Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität³ um mindestens 0,36 Prozentpunkte erhöht und gleichzeitig die Outputpreise verringert hat.

Darüber hinaus entsteht aus dem verstärkten Einsatz von Key Enabling Technologies und der damit verbundenen kosten- und preissenkenden, ergo kaufkrafterhöhenden Wirkung indirekt zugleich ein erheblicher Mehrwert für Konsumentinnen und Konsumenten. KETs sind Technologien, die Prozess-, Produkt- und Dienstleistungsinnovationen begünstigen und damit zu einer schnelleren Modernisierung der Wirtschaft beitragen. Besonders für Österreich, als offene Volkswirtschaft, die sich am internationalen Markt behaupten muss, ist die kontinuierliche Innovation ein wichtiger Faktor, um die Wettbewerbsfähigkeit am globalen Markt aufrecht zu erhalten. Vor diesem Hintergrund spielen KETs sowohl präventiv in der Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit also auch in ihrer Rolle als Schlüsseltechnologien eine wichtige Rolle für die heimische Wirtschaft. KETs fördern einen substanziellen Teil der gesamten Wirtschaft, indem sie als Grundstein für die Produktion fungieren, einen wichtigen „High-Tech-Zubringer“ darstellen und als Innovationstreiber für Prozesse und Produkte auftreten, und weisen somit eine systemische Bedeutung auf. Summa summarum schlägt sich daher eine Erhöhung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit durch den Einsatz von Key Enabling Technologies mithin in vielfältiger Hinsicht positiv nieder.

Neben positiven Effekten auf die Wettbewerbsfähigkeit bringt die zunehmende Automatisierung in der Industrie aber auch neue Herausforderungen mit sich. Ein erheblicher Anteil von Arbeitsplätzen (bis zu 47 Prozent in den USA) könnte durch die fortschreitende Digitalisierung in bestimmten Branchen gefährdet sein, wenn man den Schätzungen von Frey und Osborne (2013) folgt. Jedoch muss der Ersatz manueller Arbeitskraft durch Maschinen so vielschichtig betrachtet werden wie die Arbeitswelt selbst: So wie viele Berufe aus der Kombination vieler verschiedener Tätigkeiten entstehen und verschiedene Anforderungsprofile aufweisen, so ist auch die potenzielle Substituierbarkeit durch Digitalisierung und Automatisierung stark von dieser Mischung abhängig. Bonin et al. (2015)⁴ gehen auf diese Unterschiede ein (verschiedene Tätigkeitsprofile innerhalb einer Berufsgruppe) und kommen unter Einbeziehung neuer Daten auf eine aktualisierte Schätzung von 9 Prozent an Jobs mit einer hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit für die USA. Nach dem Vorbild dieser Studie kommt eine Studie des IHS für Öster-

³ Definiert als reale Wertschöpfung pro Arbeitsstunde.

⁴ Bonin, Gregory, Zierahn (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, ZEW Kurzexpertise.

reich ebenfalls zu einer Schätzung von 9 Prozent der Beschäftigungsverhältnisse, die eine hohe Wahrscheinlichkeit aufweisen, durch Maschinen substituiert zu werden.⁵

Insgesamt betrachtet zeigt die Geschichte der industriellen Entwicklung – angefangen bei der industriellen Revolution mit der Erfindung des mechanischen Webstuhls und der Einführung der Dampfmaschine – jedoch, dass technologische Neuerungen langfristig nicht zu erhöhter Arbeitslosigkeit im Allgemeinen geführt haben, sondern sich – ganz im Gegenteil – statt der substituierten Berufe in den betroffenen Branchen neue Beschäftigungsmöglichkeiten in anderen (neuen) Branchen entwickelten, die den Verlust an Arbeitsplätzen (über-)kompensierten.

Der Ersatz manueller Arbeitskraft durch Maschinen bedeutet daher nicht einfach eine Reduktion von Beschäftigung (Destruktionseffekt), sondern in einem nächsten Schritt zum Beispiel einen zusätzlichen Bedarf an adäquat ausgebildetem Steuerungs-, Aufsichts- und Wartungspersonal (Kapitalisierungseffekt). Eine nachhaltige Automatisierungs- und Technologiestrategie impliziert daher vor allem einen Bildungsauftrag, um möglichen, kurzfristigen, negativen Auswirkungen vorzubeugen. Der Frage, welche Kompetenzen in welchem Umfang im Zuge dieser Veränderung an Bedeutung gewinnen werden, ist das zweite Modul gewidmet, das wiederum auf einer innovationsbasierten Bestandsaufnahme der Patentaktivität im ersten Modul aufbaut.

Um die veränderten Kompetenzanforderungen zukünftiger Tätigkeitsprofile zu bestimmen, bedarf es der Definition und Ermittlung zukunftsorientierter Schlüsseltechnologien (**Key Enabling Technologies KETs**). Um die Vergleichbarkeit mit anderen Auswertungen herstellen zu können, wird in dieser Studie auf eine innerhalb der Europäischen Union allgemein gültige Taxonomie abgestellt, die auf umfangreichen Vorarbeiten basiert.

Bei der Verortung und Abgrenzung der KETs kann auf eine aus einem langjährigen Abstimmungsprozess erwachsene und mittlerweile etablierte Technologiedefinitionen der Europäischen Kommission zurückgegriffen werden. Seit dem ersten Anstoß zu einer EU-weit gemeinsamen Entwicklung einer Strategie für Schlüsseltechnologien im Jahr 2009⁶, der zur systematischen Erhebung und Analyse relevanter Kennzahlen und daraus abgeleiteter Indikatoren im Rahmen des **KETs Observatory** (ab 2015) und des

⁵ Nagl, Titlbach, Valkova (2017) Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0, Studie im Auftrag des Sozialministeriums.

⁶ Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - "Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU" {SEC(2009) 1257}

Digital Transformation Monitor führte, wird die Definition und Aktualität der Schlüsseltechnologien stetig weiterentwickelt und beobachtet.

Aktuell ist das **Advanced Technologies for Industry (ATI) Project**⁷ (als Weiterentwicklung der beiden zuvor genannten Initiativen) die rezenteste Quelle für die Definition der KETs, welche mithilfe verschiedener Methoden Datensammlungen aus diversen Quellen und unterschiedlicher Art erlaubt. Hierzu bedient sich die Kommission einer Reihe an validierten Schlagwörtern, um in Patentdatenbanken, in Produktions- und Handelsdatenbanken und sogar in Stellenausschreibungen Zahlen, Daten und Fakten für die jeweiligen KETs für alle 27 (damals 28) EU- Länder zu erheben und auszuwerten.

1.2 Definition

Die **sechs KETs**, die als Grundsteine für die Produktion einer großen Auswahl an Waren und Dienstleistungen dienen und die Innovation bei Prozessen und Produkten fördern und damit von systemischer Bedeutung für die gesamte Wirtschaft sind, werden im Folgenden aufgezählt und definiert (Definitionen laut Data Dashboard des Advanced Technologies for Industry Project der Europäischen Kommission, 2020)⁸ :

Advanced Manufacturing Technology

AMT beinhaltet den Einsatz innovativer Technologien zur Verbesserung von Produkten oder Prozessen, die Innovationen in der Fertigung vorantreiben. Zwei Arten von Technologien werden hier unterschieden: einerseits die Prozesstechnologie, die zur Herstellung anderer „advanced technologies“ verwendet wird⁹, und andererseits die Prozesstechnologie, die auf Automatisierung, Robotik und computer-gestützter Produktion basiert¹⁰.

⁷ Grundlage für die Studie: “Advanced Technologies for Industry – Methodological report May 2020 Indicator framework and data calculations” Aktuelle Version: Advanced Technologies for Industry – Methodological report September 2021 Indicator framework and data calculations

<https://ati.ec.europa.eu/reports/eu-reports/advanced-technologies-industry-methodological-report>

In die Definition der ATI ist ein Input einer High Level Group eingeflossen, wobei einige Änderungsvorschläge nicht übernommen wurden. So wurde z.B. die KET Industrial Biotechnology nicht auf Life-Science Technologies erweitert, und die KETs Advanced Materials und Nanotechnology bzw. Micro/Nanoelectronics und Photonics bleiben jeweils als eigenständiger Bereich erhalten.

⁸ <https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-06/Technology%20definitions.pdf>

⁹ Betrifft spezielle Produktionsapparate, -geräte und -verfahren für die Herstellung spezifischer Materialien und Komponenten.

¹⁰ Betrifft Mess-, Regel- und Prüfgeräte für Maschinen und verschiedene Bereiche der automatisierten oder IT-gestützten Fertigungstechnik.

Advanced Materials

Fortgeschrittene Werkstoffe führen zu bedeutenden Verbesserungen in einer Vielzahl unterschiedlicher Bereiche, z. B. Luftfahrt, Verkehr, Baugewerbe und Gesundheitswesen. Der Einsatz solcher Werkstoffe erleichtert die Wiederverwertung, die Verringerung des CO₂-Ausstoßes und des Energiebedarfs und begrenzt den Bedarf an in Europa knappen Rohstoffen.

Industrial Biotechnology

Industrielle Biotechnologie bezeichnet die Anwendung von Biotechnologie für die industrielle Verarbeitung sowie die Produktion von Chemikalien, Materialien und Kraftstoffen. Beispielsweise wird es durch den Einsatz der Biotechnologie möglich sein, die gegenwärtig in verschiedenen Industrien verwendeten nicht erneuerbaren Stoffe schrittweise durch erneuerbare Ressourcen zu ersetzen. Die ausgereiftesten Anwendungen umfassen Enzyme, die in der Lebensmittel-, Futtermittel- und Waschmittelbranche verwendet werden. Neuere Anwendungen umfassen die Herstellung von Biochemikalien und Biopolymeren aus landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Abfällen.

Nanotechnology

Nanotechnologie ist eine vielversprechende Technologie, die zur Entwicklung intelligenter Nano- und Mikrogeräte und -systeme sowie zu revolutionären technischen Durchbrüchen in Schlüsselbereichen wie Gesundheitswesen, Energie, Umwelt und Verarbeitendem Gewerbe führen könnte.

Micro- and Nanoelectronics

Mikro- und Nanoelektronik einschließlich Halbleiter sind von grundlegender Bedeutung für alle Waren und Dienstleistungen mit einem Bedarf an intelligenten Steuerungssystemen. Die Technologie befasst sich mit Halbleiterkomponenten und miniaturisierten elektronischen Subsystemen, die in größeren Produkten integriert sind, und umfasst die Herstellung, das Design, die Verpackung und das Testen von Transistoren im Nanomaßstab bis hin zu Systemen im Mikromaßstab, die mehrere Funktionen auf einem Chip integrieren.

Photonics

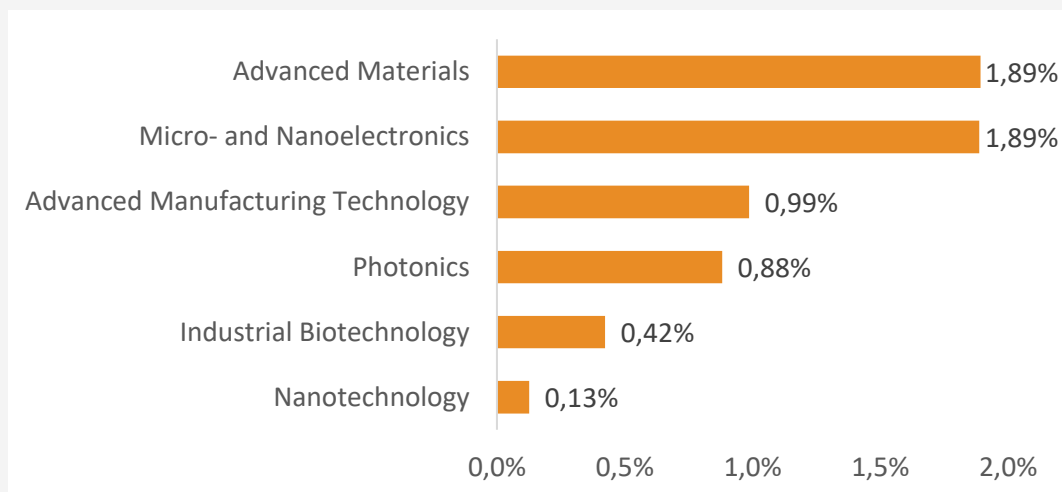
Photonik ist eine bereichsübergreifende Technologie der Lichnanwendung, mit der Licht erzeugt, gemessen und nutzbar gemacht wird. Unter anderem stellt sie die technische Grundlage für die wirtschaftliche Umwandlung der Sonnenenergie in Elektrizität dar, die für die Erzeugung erneuerbarer Energien von Bedeutung ist, sowie für eine Vielzahl elektronischer Komponenten und Anlagen wie Photodioden, LEDs und Laser.

1.3 Bedeutung der KETs in Österreich

1.3.1 Produktionsanteil gesamt

Die Kommission veröffentlicht im Zuge ihrer Datensammlung¹¹ auch Informationen zum Anteil der KET-spezifischen Produktion für jedes EU-Land. In Österreich beträgt der Anteil KET-spezifischer Produktion im Jahr 2019 zwischen 1,89 Prozent (Advanced Materials und Micro- and Nanoelectronics) und 0,13 Prozent (Nanotechnology). In Summe über die 6 Kategorien umfasst dies also etwa 6 Prozent der Produktion¹². Es handelt sich bei den betrachteten Technologiezweigen daher nur um einen Teilbereich der Gesamtwirtschaft. Obwohl der Produktionsanteil dieser Technologiezweige relativ gering ausfällt, soll hier nochmals darauf hingewiesen werden, dass KETs als Grundsteine für die Produktion und wichtige „High-Tech-Zubringer“ sowie als Innovationstreiber für Prozesse und Produkte einen substantziellen Teil der gesamten Wirtschaft fördern und damit von systemischer Bedeutung sind.

Abbildung 1: Produktionsanteil der KETs in Österreich, 2019



Quelle: Europäische Kommission, 2020

¹¹ [https://ati.ec.europa.eu/data-dashboard/country?filter\[technology\]=advanced_materials&filter\[geo\]=AT&filter\[sector\]=all](https://ati.ec.europa.eu/data-dashboard/country?filter[technology]=advanced_materials&filter[geo]=AT&filter[sector]=all)

¹² Zum Vergleich zeigt ein erstes Ergebnis der Analyse der KET-relevanten Berufe, dass etwa 12% der Beschäftigten in Österreich KET-relevanten Berufszweigen zuzuordnen sind. Aufgrund von Datenlücken können genaue Zuordnungen der Berufe (Arbeitet diese Person nur in einem relevanten Beruf, oder ist sie tatsächlich im Kontext eines KETs tätig?) zur ausgeführten Aktivität nicht getroffen werden, der Anteil kann jedoch jedenfalls als Obergrenze der KET-Relevanz in der Beschäftigung betrachtet werden.

1.3.2 Industrieanteil nach Patentanalyse

Um eine Aussage darüber treffen zu können welche Unternehmen Patente in den einzelnen KETs anmelden, werden die zugeordneten NACE-Codes der Anmelder ausgewertet. Durch eine derartige Verschneidung ist aber nicht nur ersichtlich, aus welchen Wirtschaftsabschnitten die Unternehmen stammen, sondern es kann auch die Bedeutung der einzelnen KETs für einen Wirtschaftsabschnitt anhand des prozentuellen Anteils quantifiziert werden.

In der folgenden Tabelle 1 werden im unteren Bereich die Anteile für die einzelnen Wirtschaftsabschnitte je nach KET dargestellt (orange Säulen). Es wird somit eine prozentuelle Verteilung der Patentanmelder nach Wirtschaftsabschnitten je KET wiedergegeben. Der Zusammenhang der KETs zu Digitaltechnologien wird aufgrund der besonderen Bedeutung des ÖNACE-Abschnitts „C 26: H.v. Datenverarbeitungsgeräten“ dokumentiert. Sehr viele Anmelder der KETs stammen aus diesem Wirtschaftsbereich. Die KETs bilden somit hardware-mäßig die Grundlage für darauf aufbauende Software der Digitaltechnologie. Daneben gibt es noch weitere Wirtschaftsabschnitte, die bei einzelnen KETs besondere Bedeutung aufweisen. So ist in etwa der Abschnitt „C 27: H.v. elektrischen Ausrüstungen“ für die KET Photonics sehr wichtig, „C 20: H.v. chemischen Erzeugnissen“ für die KET Advanced Manufacturing, und nicht gerade überraschend ist der Abschnitt „C 21: H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen“ bei der KET Industrial Biotechnology von größter Bedeutung.

Es ist nicht augenscheinlich, dass grundsätzlich sämtliche dargestellten ÖNACE-Abschnitte in die KET-Patentanalyse eingegangen sind, wenn auch mit unterschiedlicher Intensität. Da die Anteile von manchen Abschnitten im Vergleich zu anderen sehr gering ausfallen, wurden neben der Darstellung der prozentuellen Bedeutung über alle Wirtschaftsbereiche für eine bestimmte KET auch noch eine weitere Visualisierung hinsichtlich der Bedeutung der KETs für jeden einzelnen Wirtschaftsbereich angefügt (blaue Balken). Diese sogenannte Sparkline-Darstellung zeigt somit auf, welche Bedeutung die verschiedenen KETs im Vergleich zueinander bezüglich eines einzelnen Wirtschaftsbereichs aufweisen. Dies entspricht einer prozentuellen Verteilung der KETs nach Abschnitten.

Bei dieser Darstellung wird die relative Bedeutung der KETs für die Abschnitte in Form von Sparklines dargestellt. Für die ersten beiden Abschnitte „C 10: H.v. Nahrungs- und Futtermitteln“ und „C 11: Getränkeherstellung“ zum Beispiel weist die KET Industrial Biotechnology die größte Bedeutung auf.

Tabelle 1: Abdeckungsgrad der KETs laut Patentanalyse

KET →	AMT	AM	Biotech	Photonics	Nanotech	Micro Nano	Sparklines	AMT	AM	Biotech	Photonics	Nanotech	Micro Nano
NACE ↓													
C 10: H.v. Nahrungs- und Futtermitteln													
C 11: Getränkeherstellung													
C 12: Tabakverarbeitung													
C 13: H.v. Textilien													
C 14: H.v. Bekleidung													
C 15: H.v. Leder/-waren und Schuhen													
C 16: H.v. Holzwaren; Korbwaren													
C 17: H.v. Papier/Pappe und Waren daraus													
C 18: H.v. Druckerzeugnissen													
C 19: Kokerei und Mineralölvverarbeitung													
C 20: H.v. chemischen Erzeugnissen													
C 21: H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen													
C 22: H.v. Gummi- und Kunststoffwaren													
C 23: H.v. Glas/-waren, Keramik u.Ä.													
C 24: Metallherzeugung und -bearbeitung													
C 25: H.v. Metallherzeugnissen													
C 26: H.v. Datenverarbeitungsgeräten													
C 27: H.v. elektrischen Ausrüstungen													
C 28: Maschinenbau													
C 29: H.v. Kraftwagen und -teilen													
C 30: Sonst. Fahrzeugbau													
C 31: H.v. Möbeln													
C 32: H.v. sonst. Waren													
F 42: Tiefbau													
F 43: Sonst. Bautätigkeiten													
J 62: IT-Dienstleistungen													

Quelle: Economica.

Die Zuordnung der KET-Patente erfolgte (teilweise) sogar auf der Ebene der Abteilungen (2-Steller) bzw. auf der Ebene der Gruppen (3-Steller). Um eine übersichtliche Darstellung zu erhalten, wurden diese Werte für den jeweiligen Abschnitt (1-Steller) zusammengefasst.

Um die allgemeine Bedeutung der durchgeführten Patentanalyse für die österreichische Industrie aufzuzeigen, wurden Informationen der Leistungs- und Strukturstatistik ausgewertet. Im Wirtschaftsabschnitt „Herstellung von Waren <C>“ waren insgesamt 23.244 Unternehmen zugeordnet, wovon 501 mehr als 250 Beschäftigte aufweisen bzw. 668 einen höheren Umsatz als 50 Mio. Euro erzielen vermochten. Zieht man diese beiden Kriterien heran, um Industrieunternehmen zu kategorisieren, so umfasst die Abteilung „Reparatur/Installation v. Maschinen <C33>“ 16 bzw. 20 Industrieunternehmen. In der Patentanalyse der KETs stammt kein einziger Patentanmelder aus der Abteilung C33, sämtliche restliche Abteilungen innerhalb des Wirtschaftsabschnitts C sind vertreten, wenn auch nur mit einer geringen Anzahl von Patentanmeldern (z.B. C10 – C19 und C30, C31 in Tabelle 1)

Somit sind ca. 97 % der Industrieunternehmen ÖNACE-Abteilungen zuzuordnen, aus denen laut Patentanalyse der KETs Patentanmelder stammen. Lediglich die 16 ($16/501=3,2\%$) bzw. 20 ($20/668=2,9\%$) Industrieunternehmen der Abteilung „Reparatur/Installation v. Maschinen <C33>“ weisen somit aufgrund ihrer ÖNACE Klassifikation keinen unmittelbaren KET-Bezug laut dieser Betrachtung auf.

2 Patentanalyse

Economica verfügt über eine der europaweit größten Patentdatenbanken im privaten Sektor, die die Innovationsaktivität in 195 Ländern der Erde („globales Patentuniversum“ gemäß Vereinte Nationen) abbildet. Insgesamt beträgt der Dokumentenbestand der Datenbank aktuell rund 120 Millionen Dokumente. Die auswertbaren Felder der Patentbeschreibung können dabei hinsichtlich verschiedener Dimensionen unterschieden werden und erlauben eine vertiefende Patentanalyse nach den folgenden Kriterien:

- chronologisch (Prioritätsdatum, Veröffentlichungsdatum, Datum der Erteilung)
- organisatorisch (Patentanmelderinnen und Patentanmelder)
- humanbezogen (Erfinderinnen und Erfinder)
- technologisch (Patentklassifizierung)
- inhaltlich (Titel und Abstrakt).

Mittels der detaillierten Patenteigenschaften lassen sich umfassende Analysen durchführen, die es ermöglichen, anhand der Innovations- und Patentaktivität der Unternehmen Rückschlüsse auf die Kompetenznachfrage der Unternehmen in fünf bis sieben Jahren zu ziehen. Diese Erkenntnisse dienen unter anderem als Ausgangspunkt für die Analysen der zukünftigen Arbeitskräftenachfrage im folgenden Abschnitt.

Patente sind Rechte an geistigem Eigentum, die Schutz in einem bestimmten Land oder bestimmten Ländern gewähren. Daher werden Patente für Erfindungen oft bei verschiedenen nationalen oder regionalen Patentämtern oder bei der World Intellectual Property Organisation (WIPO) angemeldet. Gibt es für eine bestimmte Erfindung mehrere Anmeldungen oder Veröffentlichungen (in verschiedenen Ländern), spricht man von einer "**Patentfamilie**". Eine Patentfamilie fasst also alle Patentanmeldungen für dieselbe Erfindung zusammen. Aus diesem Grund erfolgte in der vorliegenden Studie eine Betrachtung auf Ebene der Patentfamilien.

Die Patentdatenbank bündelt die Patentdaten der meisten weltweiten Patentämter. Die Zeit von der Einreichung bis zur Veröffentlichung eines Patents beträgt bis zu 18 Monate. Hierbei kann es zusätzlich zu Verzögerungen der Datenlieferung durch nationale Patentämter kommen, was sich auf die Verfügbarkeit innerhalb der Datenbank auswirkt insbesondere in Verbindung mit dem halbjährlichen Veröffentlichungszyklus der Patentdatenbank durch das Europäische Patentamt. Es ist mit bis zu 36 Monaten zu rechnen bis ein Patentjahr vollständig in der Patentdatenbank abgebildet ist.

Die Analyse umfasste neben der nationalen Betrachtung auch das internationale Patentgeschehen, da es erst durch diese Erweiterung möglich ist, die heimische Patentaktivität im Vergleich zum globalen Pendant in Relation zu setzen. Darüber hinaus kann dadurch der zeitliche Verlauf der inländischen Patentaktivität der weltweiten Dynamik gegenübergestellt werden.

Zu beantwortende Fragestellungen:

- Welche Technologiebereiche sind nach aktuellem Stand Key Enabling Technologies (KETs)?
- Welchen Patentklassen sind Patente der KETs zugeordnet?
- Wie hat sich die Anzahl der eingereichten Patente über die Zeit hinweg bei den KETs entwickelt und welche Positionen nahmen beziehungsweise nehmen österreichische (institutionelle) Anmelderinnen und Anmelder im globalen Innovationswettbewerb ein?

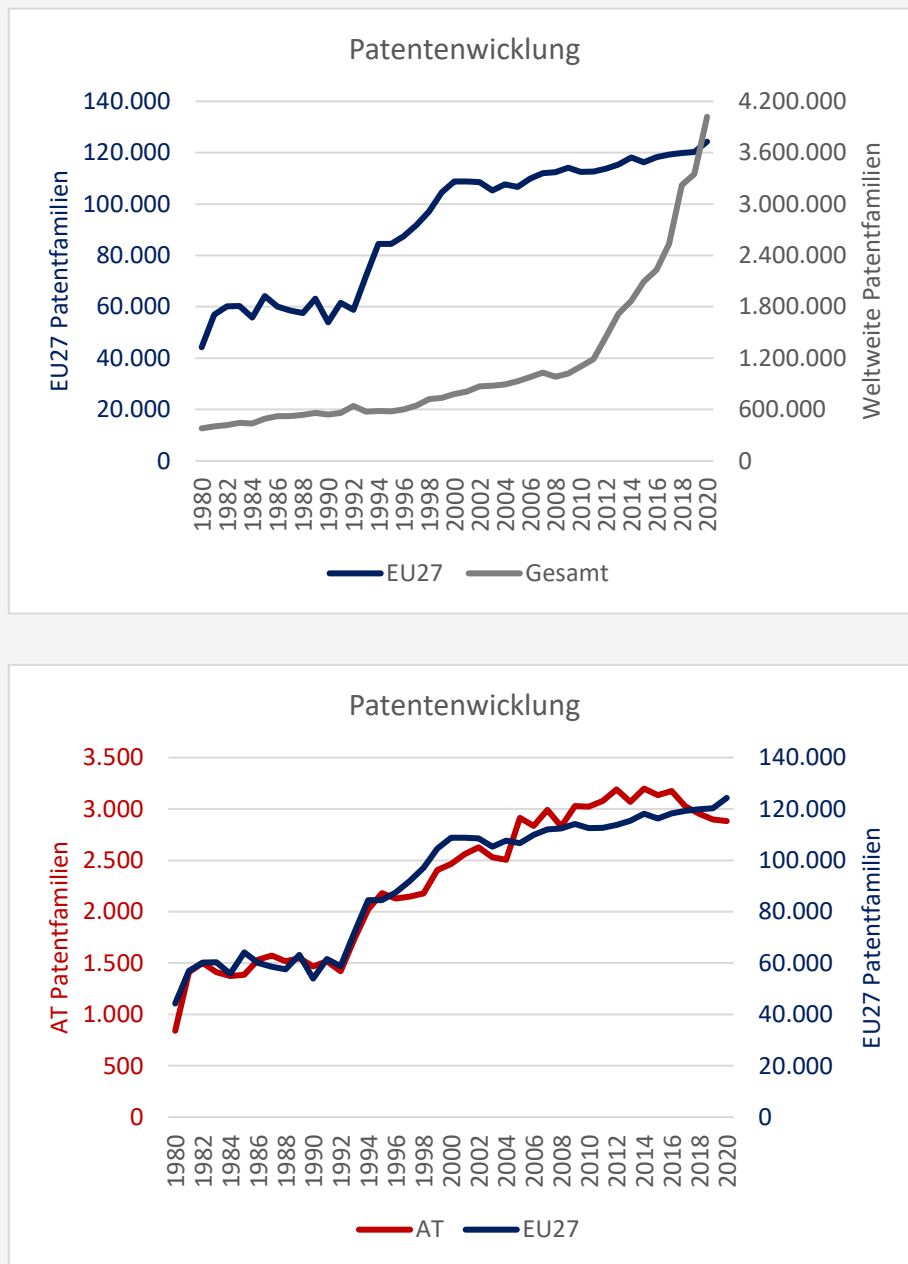
2.1 Allgemeine Patententwicklung

Um die Entwicklung der Patente in den einzelnen KETs einordnen zu können, bedarf es einer Richtgröße hinsichtlich der allgemeinen Patententwicklung in Österreich, der EU27 und weltweit. Damit verbunden kann eine Einordnung des technologiebezogenen Anteils des heimischen Patentaufkommens im EU27 und weltweiten Vergleich erbracht werden. Wie in der folgenden Abbildung ersichtlich ist, gab es seit 2010 eine enorme Zunahme der weltweiten Patentdynamik, die weitestgehend auf eine Änderung der Innovationsstrategie in China zurückzuführen ist. Bis zu diesem Zeitpunkt stammte in etwa jedes zehnte Patent aus Europa, danach sank dieser Anteil kontinuierlich auf etwa 3 Prozent im Jahr 2020.

Vergleicht man nun die allgemeine Entwicklung der Anzahl von Patenten in Europa und Österreich, so ist eine sehr große Überschneidung bzw. sogar eine Überlagerung der Zeitreihen ersichtlich. Dies gilt natürlich nicht für die absolute Anzahl an Patenten, da für heimische und europäische Patente eine unterschiedliche Skala gewählt wurde, die sich um den Faktor 40 unterscheidet. Genau diesen relativen Zusammenhang kann man auch in der folgenden Abbildung 3 erkennen, wo der heimische Anteil an allen europäischen Patenten im Zeitverlauf um den Wert 2,5 % (=1/40) herum schwankt.

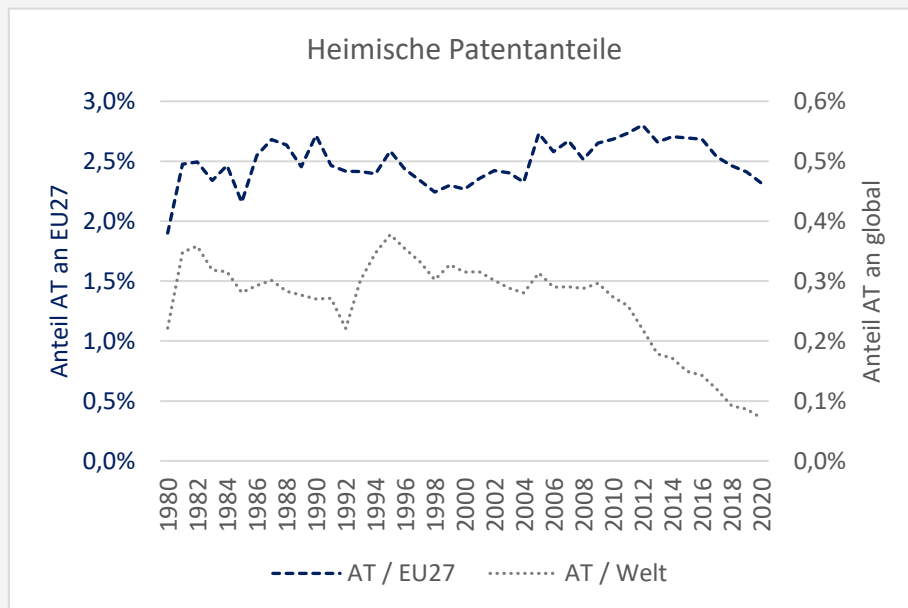
Zieht man wiederum die globale Patententwicklung als Vergleichsgröße für die heimische Innovationsaktivität heran, so kann man analog zu der vorherigen Analyse für europäische Patente auch für den Anteil der heimischen Patente in einer globalen Betrachtung einen Bruch in der Zeitreihe im Jahr 2010 erkennen. Lag der heimische Anteil davor relativ stabil in einem Wertebereich um 0,3 %, so sank er seit 2010 kontinuierlich auf unter 0,1 % im Jahr 2020 ab.

Abbildung 2: Entwicklung Patentfamilien in Österreich, EU27 und weltweit



Quelle: Economica.

Der allgemeine, österreichische Patentanteil von 2,5 % im europäischen Kontext stellt somit eine generelle Benchmark für einzelne Technologien dar, und ein Vergleich mit dieser Kennzahl liefert Aussagen darüber, inwieweit über- bzw. unterdurchschnittliche Kompetenzen in Österreich vorhanden sind.

Abbildung 3: Entwicklung Patentfamilien Österreich in Relation zu EU27 und weltweit

Quelle: *Economica*.

2.2 Vorgehensweise

Die relevanten Patentklassen wurden über eine Literaturrecherche von aktuellen Publikationen zu Schlüsseltechnologien ermittelt. Als zentrale Quelle hat sich dabei eine Studie der EU-Kommission „Advanced Technologies for Industry“¹³ erwiesen. Die darin ermittelten Ergebnisse hinsichtlich Taxonomie der Schlüsseltechnologien (relevante Patentklassen) wurden anschließend im Rahmen einer Vektorraumanalyse basierend auf den schlagwortbasierten Definitionen der KETS mit Hilfe von Natural Language Processing (NLP) Methoden verifiziert. Hierbei wurde für jede Patentklasse ein Score-Wert ermittelt, welcher die Relevanz für die jeweilige KET widerspiegelt. Das Ergebnis dieser Analyse wurde dann mit den Ergebnissen der EU-Studie abgeglichen, um die Relevanz der beschriebenen Patentklassen zu verifizieren.

Als Patentklassenformat wurde in der EU-Studie das IPC-Format (International Patent Classification) gewählt, welches auch in der vorliegenden Studie genutzt wurde. Mithilfe der IPC-Codes wurden im

¹³ European Commission (2021): Advanced Technologies for Industry – Methodological Report: Indicator framework and data calculations, Brüssel.

nächsten Schritt die relevanten Patentfamilien ermittelt und anschließend die Patentanmelderinnen und Patentanmelder.

Bei der Durchführung von Patentanalysen gibt es neben der Wahl der relevanten Patentklassifizierungen für den jeweiligen Technologiebereich noch zwei weitere größere Herausforderungen, die sich beide auf die Datenqualität beziehen. Zum einen werden die Namen der Anmelderinnen und Anmelder und/oder Erfinderinnen und Erfinder nicht von den Patentbehörden verifiziert. Aus diesem Grund ist es möglich, dass eine Anmelderin/ ein Anmelder und/oder eine Erfinderin/ ein Erfinder in der Datenbank in unterschiedlichen Schreibweisen aufscheint. Andererseits basiert die Patentdatenbank aus Daten von allen weltweiten Patentbehörden. Dies führt dazu, dass die Qualität der Daten je nach Herkunft stark variiert. Insbesondere bei internationalen Patentvergleichen, wie in vorliegenden Studien, müssen diese Herausforderungen mit speziellen Lösungsalgorithmen bewältigt werden, um ein hohes Maß an Datenqualität zu gewährleisten. Aus diesem Grund wurden Techniken zur Datenharmonisierung von Patentanmelderinnen und Patentanmeldern und zur Deduplizierung angewandt und jedes Ergebnis einer manuellen Überprüfung unterzogen.

2.3 Key Enabling Technologies

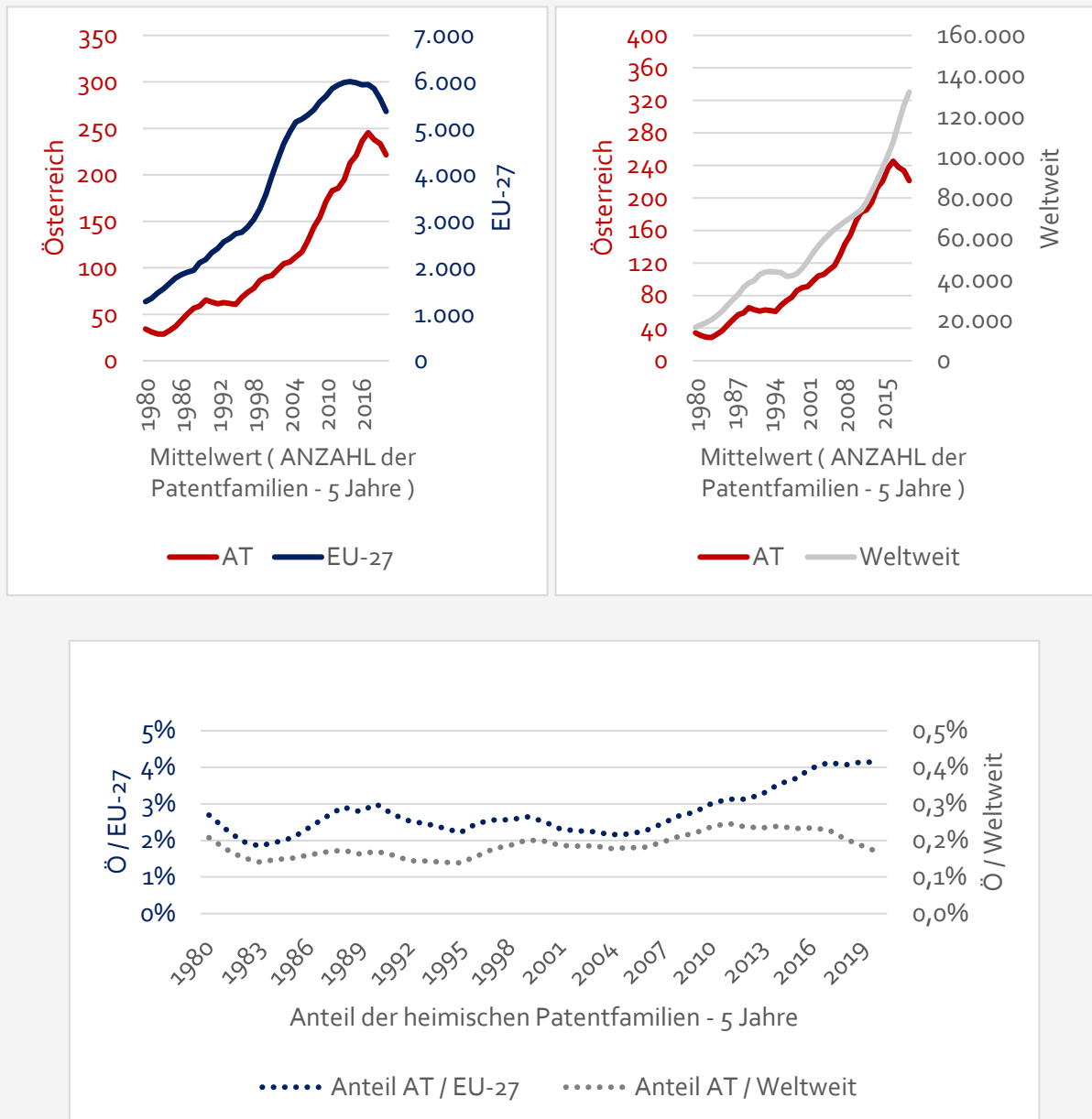
Dieses Modul zeigt zuerst für jede KET auf, welche Patentklassen im Rahmen der Taxonomie zugeordnet sind. Eine detaillierte Definition der relevanten Patentklassen für die jeweiligen KETs, angegeben im IPC-Format kann dem Anhang im Abschnitt 0 entnommen werden.

2.3.1 Advanced Manufacturing Technology

Die Anzahl der erteilten Patente bei der KET „Advanced Manufacturing Technology“ nahm seit dem Jahr 1980 kontinuierlich zu, und lag zwischen 2013 und 2019 jeweils über einem Wert von 200. Nachdem 2016 ein Peak bei den Patenten erreicht wurde, wies Österreich ähnlich wie Europa rückläufige Zahlen in den letzten Jahren auf.

Wie man der Abbildung 4 entnehmen kann, lag die mittlere Anzahl der Patentfamilien der letzten fünf Jahre in Österreich im Jahr 2020 (Patente aus dem Zeitraum 2016-2020) aber noch immer bei 221, aber man rutschte damit – zwar nur geringfügig – unter den Spitzenwert von 238 im Jahr 2017 (Patente aus dem Zeitraum 2013-2017).

Abbildung 4: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien



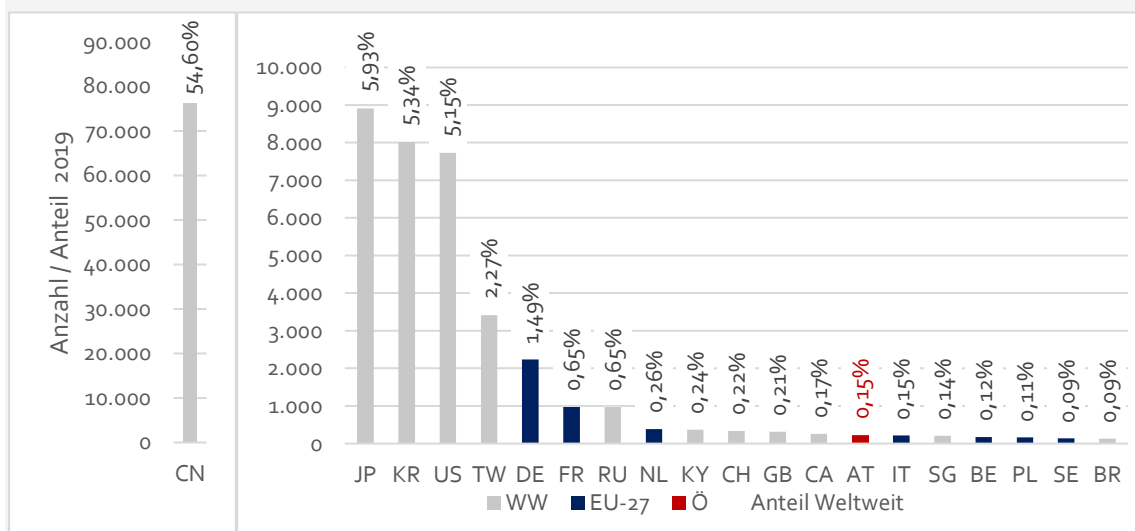
Quelle: Economica.

Der Aufwärtstrend in Österreich war jedoch im europäischen und – zwischenzeitlich – internationalen Vergleich überdurchschnittlich. Daraus resultierend zeigt die Entwicklung des heimischen Anteils der Patentfamilien, dass heimische Innovatorinnen und Innovatoren zuletzt im europäischen Vergleich an Bedeutung gewannen. Der Steigerung des internationalen Anteils zwischen 2006 und 2017 folgte in den letzten Jahren im weltweiten Vergleich ein relativer Bedeutungsverlust. Im Jahr 2020 lag der Anteil der

heimischen Patentfamilien europaweit bei 4,13% und weltweit bei 0,17%, was in beiden Fällen deutlich über dem allgemeinen Patentanteil von 2,4% (EU) und 0,09% (global) liegt.

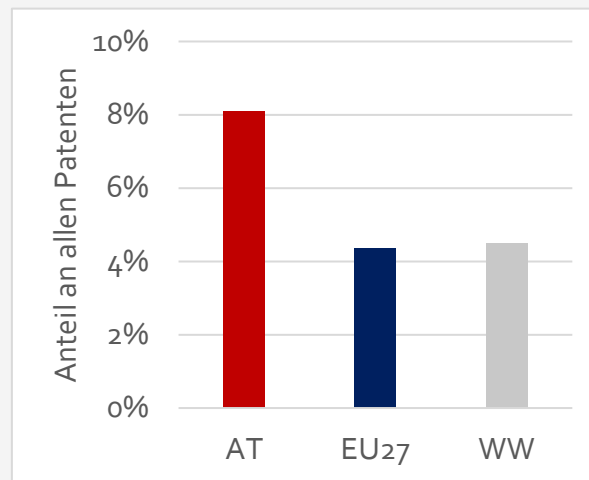
Im Jahr 2019 lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren im Bereich Advanced Manufacturing Technology mit 0,15% aller Patentfamilien weltweit auf der Position 14 (siehe Abbildung 5). Eine Ausnahmeposition nimmt in beinahe allen absoluten Patentvergleichen China ein, das auch bei diesem KET mehr als die Hälfte aller Patente (54,6%) auf sich vereinen kann. Bei der einwohnergewichteten Betrachtung der Patente lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren allerdings sogar auf der Position 8 (siehe Tabelle 2).

Abbildung 5: Advanced Manufacturing Technology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

Der Spezialisierungskoeffizient aus dem Jahr 2019 weist einen überdurchschnittlichen heimischen Anteil von Patenten auf (siehe Abbildung 6). Demnach lag der Anteil der Patentfamilien aus dem Bereich Advanced Manufacturing Technology an allen Patenten in Österreich mit 8% deutlich über dem europäischen sowie weltweiten Anteil (4%).

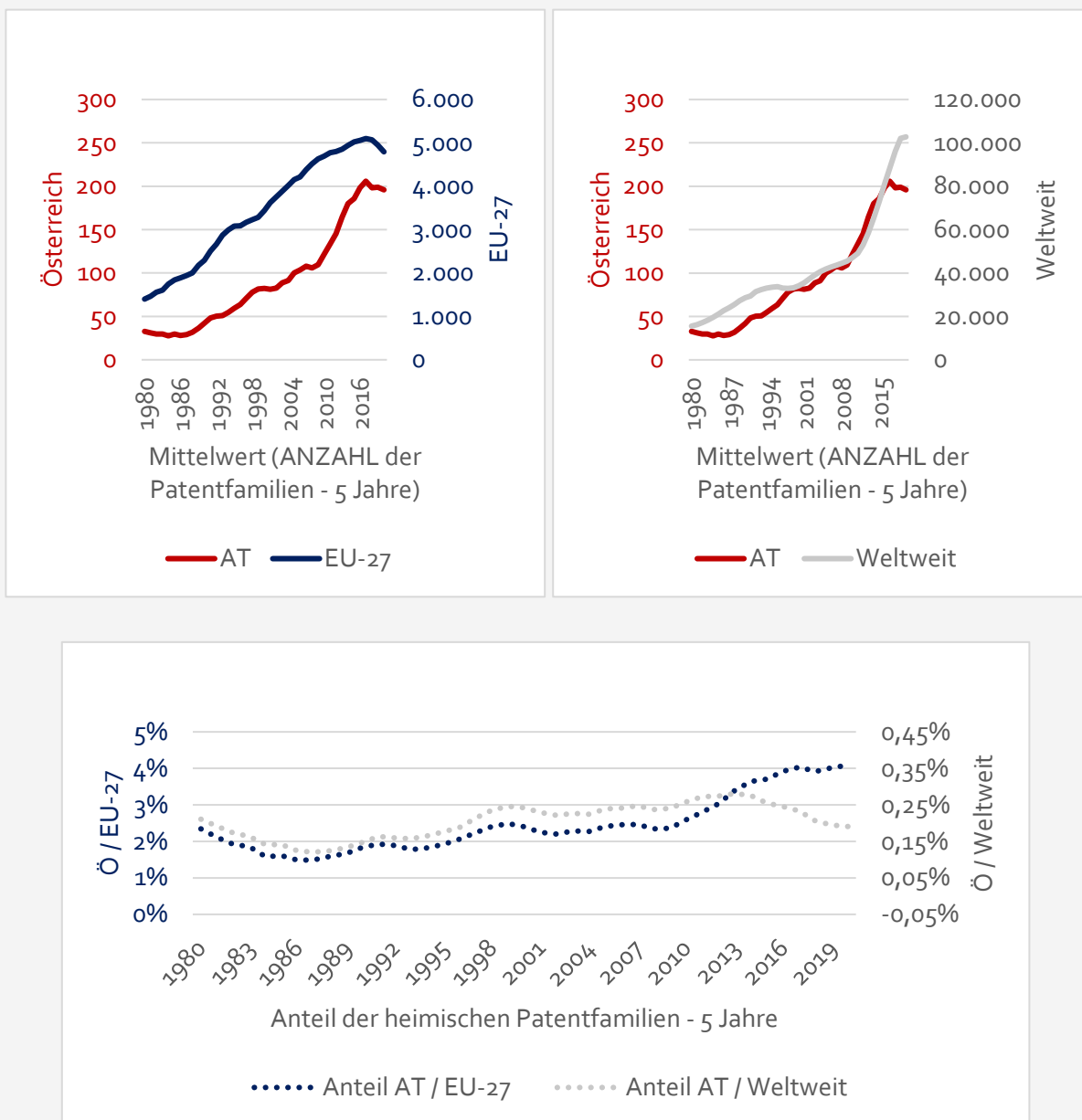
Abbildung 6: Advanced Manufacturing Technology, Spezialisierungskoeffizient 2019

Quelle: *Economica*.

2.3.2 Advanced Materials

Die Anzahl der heimischen eingereichten Patente bei der KET Advanced Materials steigt seit Anfang der 1990er Jahre stärker als in Europa insgesamt. Wie man der Abbildung 7 entnehmen kann, lag die Anzahl der Patentfamilien in Österreich im Mittel der letzten 5 Jahre im Jahr 2020 bei 196 und wies ähnlich wie in Europa rückläufige Zahlen in den letzten Jahren auf. Im globalen Vergleich gab es lange Zeit eine überdurchschnittliche Dynamik in Österreich, die in den letzten Jahren jedoch wieder unterdurchschnittlich war. Die Entwicklung des heimischen Anteils der Patentfamilien zeigt, dass der Anteil der heimischen Patente in Europa steigt, während er weltweit zuletzt wieder auf dem Niveau vor 40 Jahren lag. Demnach lag im Jahr 2020 der Anteil der heimischen Patentfamilien europaweit bei 4,09% und weltweit bei 0,19%.

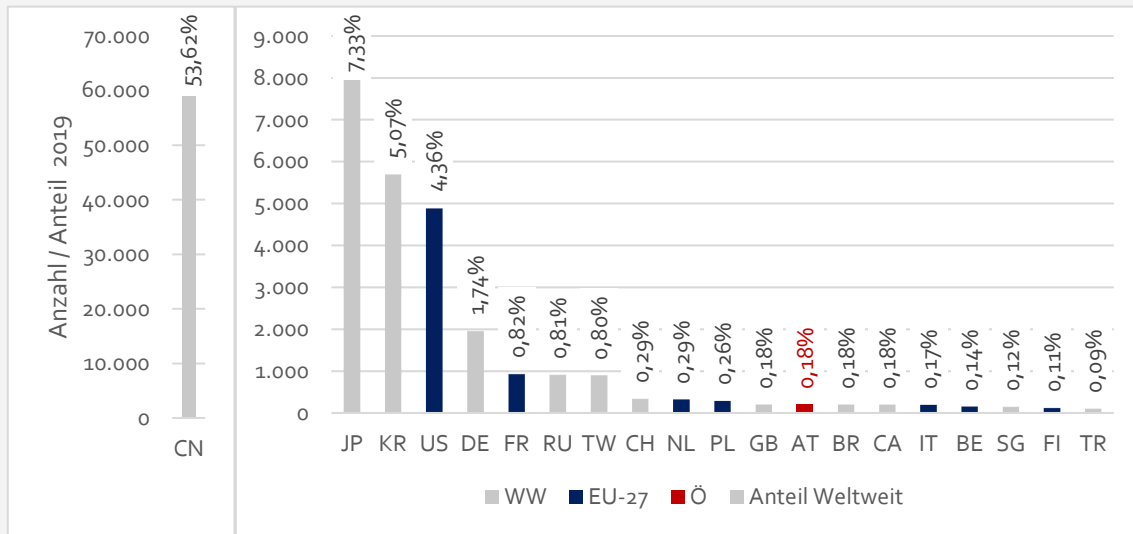
Abbildung 7: Advanced Materials, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien



Quelle: Economica.

Im Jahr 2019 lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren im Bereich Advanced Materials mit 0,18% aller Patentfamilien weltweit auf der Position 13 (siehe Abbildung 8). Auch bei dieser KET sehen wir wieder die extreme Spitzenposition von China (53,62%), danach reiht sich Japan (7,33%) als nächstes Land mit Respektabstand ein. Bei der einwohnergewichteten Betrachtung der Patente lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren, wie bereits bei Advanced Manufacturing Technology (vgl. Abschnitt 2.3.1), auf der Position 8 (siehe Tabelle 2).

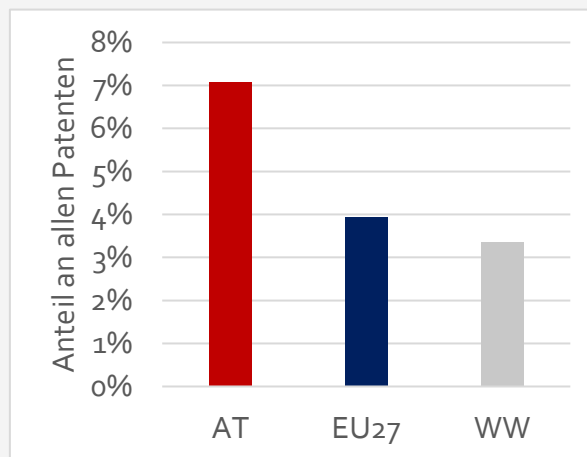
Abbildung 8: Advanced Materials, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

Der Spezialisierungskoeffizient aus dem Jahr 2019 weist einen überdurchschnittlichen heimischen Anteil von Patenten auf (siehe Abbildung 9). Demnach lag der Anteil der Patentfamilien aus dem Bereich Advanced Materials an allen Patenten in Österreich mit 7% deutlich über dem europäischen sowie weltweiten Anteil (4% bzw. 3%).

Abbildung 9: Advanced Materials, Spezialisierungskoeffizient 2019

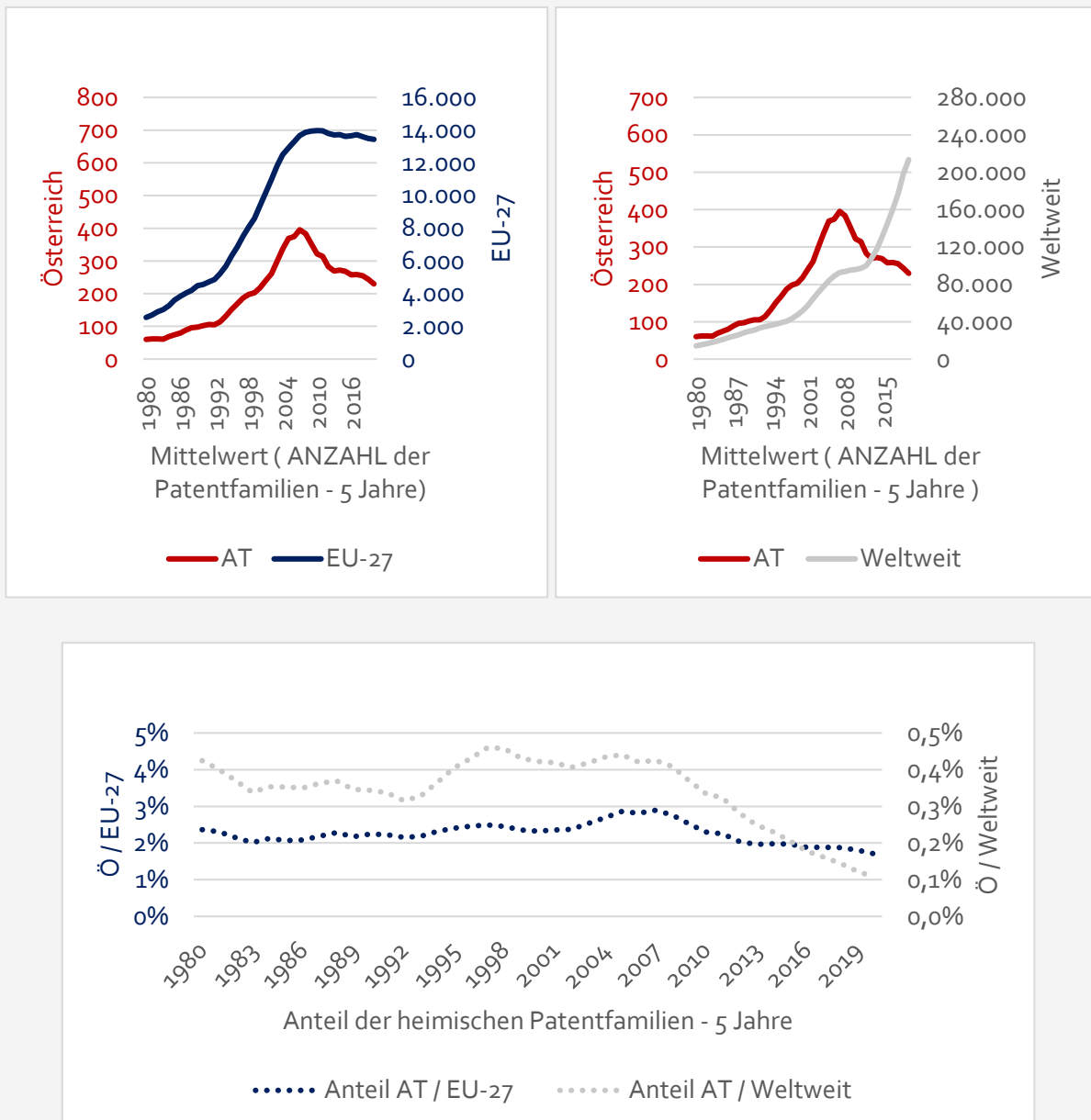


Quelle: Economica.

2.3.3 Industrial Biotechnology

Die Anzahl der eingereichten Patente bei der KET Industrial Biotechnology geht über die Zeit hinweg tendenziell in Österreich zurück und stagniert in Europa, während weltweit eine hohe Dynamik in der Patententwicklung zu verzeichnen ist.

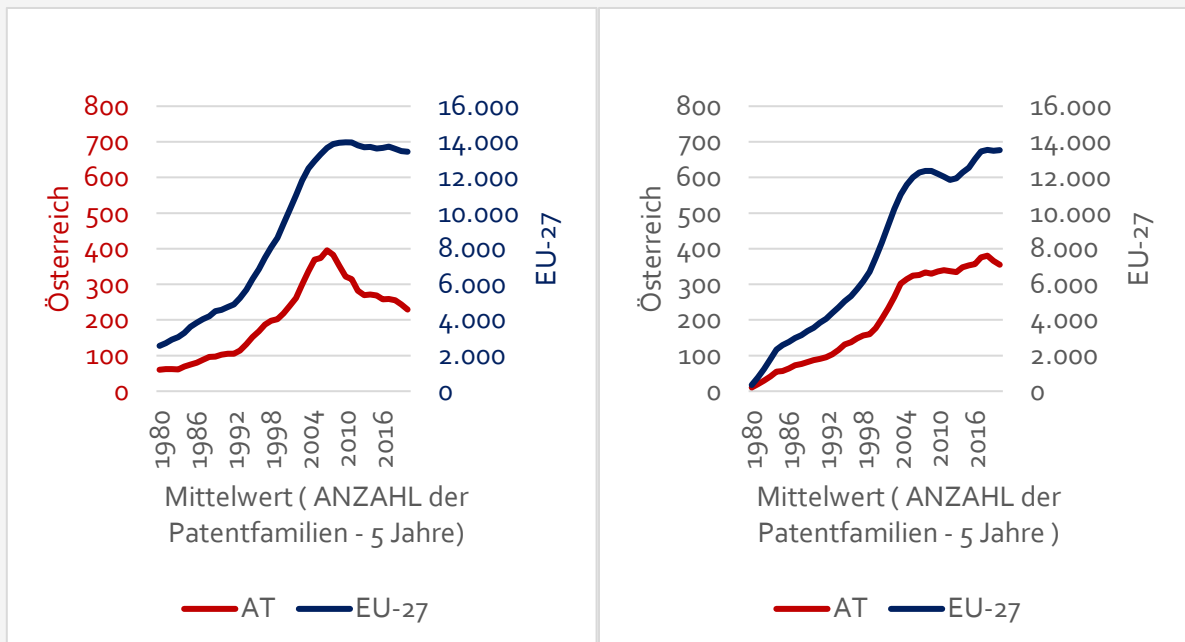
Abbildung 10: Industrial Biotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien



Quelle: Economica.

Wie man der Abbildung 10 entnehmen kann, lag die Anzahl der Patentfamilien in Österreich im Mittel über die letzten 5 Jahre im Jahr 2020 bei 230 und wies rückläufige Zahlen in den letzten Jahren auf. Die Entwicklung des heimischen Anteils der Patentfamilien zeigt ebenfalls, dass der Anteil der heimischen Patente sowohl in Europa als auch weltweit zurückgeht. Demnach lag im Jahr 2020 der Anteil der heimischen Patentfamilien europaweit bei 1,71% und weltweit bei 0,11%. Dies bedeutet, dass der Anteil an den europäischen Patenten unter der allgemeinen Benchmark von 2,4% liegt. Mit dem tendenziellen Rückgang steht Biotechnologie im Vergleich zu den anderen KETs als Ausreißer da. Um diesen Punkt genauer zu analysieren, wurde zusätzlich noch eine Auswertung aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder durchgeführt. Abbildung 11 zeigt links die Betrachtung aus der Sicht der Anmelder gegenübergestellt mit der Entwicklung aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder auf der rechten Seite. Die Betrachtung der Erfinderinnen und Erfinder zeigt eine andere Struktur auf. Dies kann auf eine Änderung der Patentstrategie der Unternehmen zurückzuführen sein, die vermehrt über den Hauptsitz des Unternehmens anstatt dem Ort der Innovation Patente anmelden.

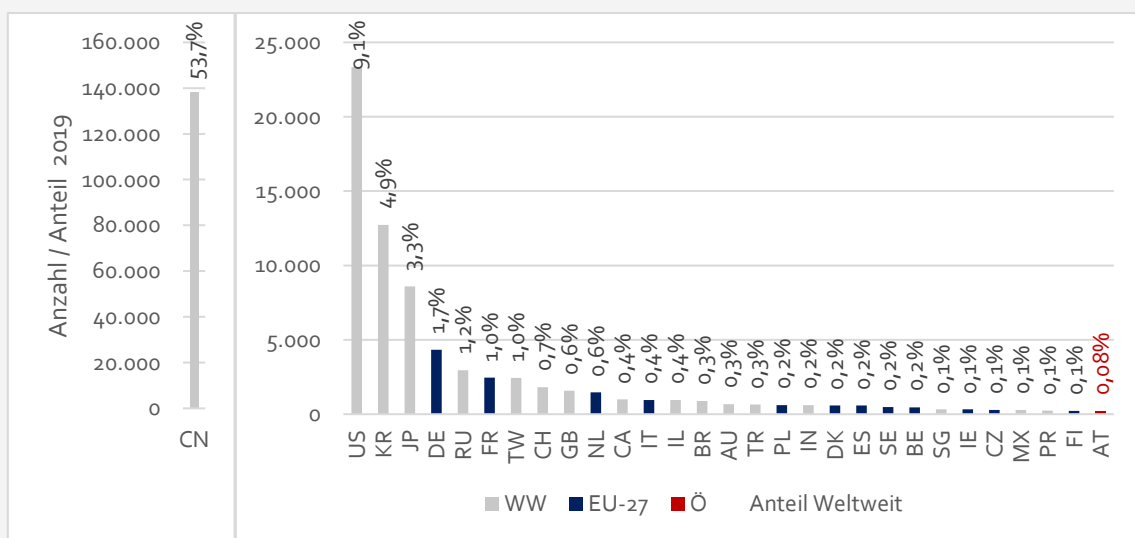
Abbildung 11: Industrial Biotechnology, Gegenüberstellung der Entwicklung der Patentfamilien aus Anmelder- und Erfindersicht



Quelle: *Economica*.

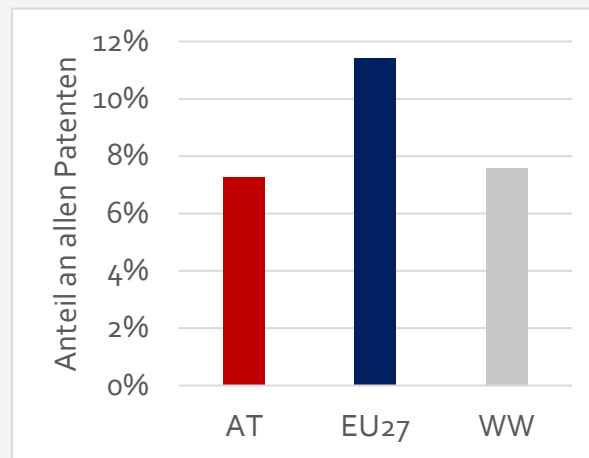
Im Jahr 2019 lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren im Bereich Industrial Biotechnology mit 0,08% aller Patentfamilien weltweit auf der Position 30 (siehe Abbildung 12). Bei dieser KET führt wiederum unangefochten China (53,7%) diesmal gefolgt von den USA (9,1%). Österreich nimmt innerhalb der EU mit Rang 13 einen Platz im Mittelfeld ein. Bei der einwohnergewichteten Betrachtung der Patente lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren bei einer geringfügigen Rangverbesserung auf der Position 23 (siehe Tabelle 2).

Abbildung 12: Industrial Biotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

Der Spezialisierungskoeffizient aus dem Jahr 2019 weist einen unterdurchschnittlichen heimischen Anteil von Patenten auf (siehe Abbildung 13). Demnach lag der Anteil der Patentfamilien aus dem Bereich Industrial Biotechnology an allen Patenten in Österreich mit 7% deutlich unter dem europäischen sowie weltweiten Anteil (11% bzw. 8%).

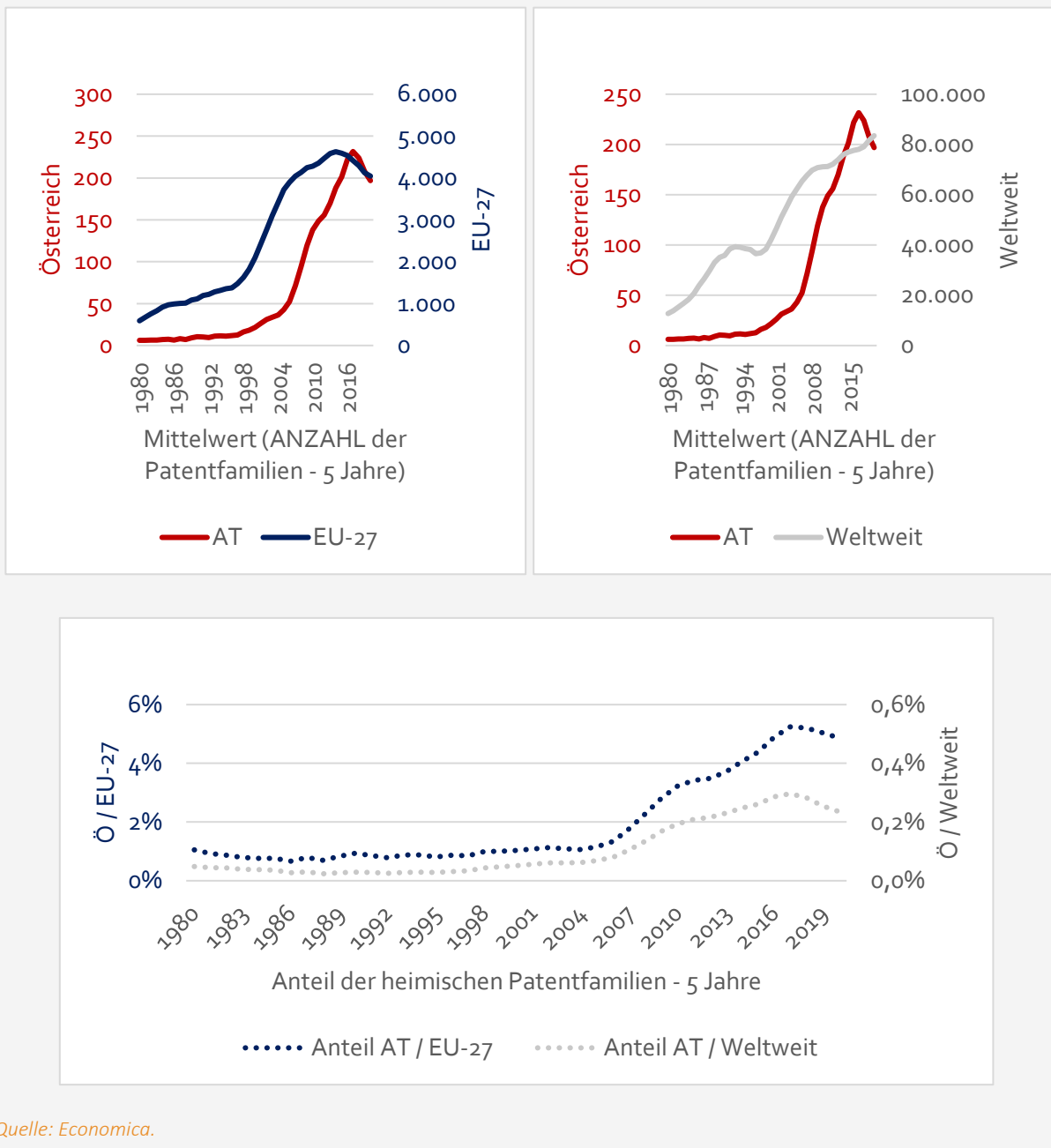
Abbildung 13: Industrial Biotechnology, Spezialisierungskoeffizient 2019

Quelle: Economica.

2.3.4 Micro- and Nanoelectronics

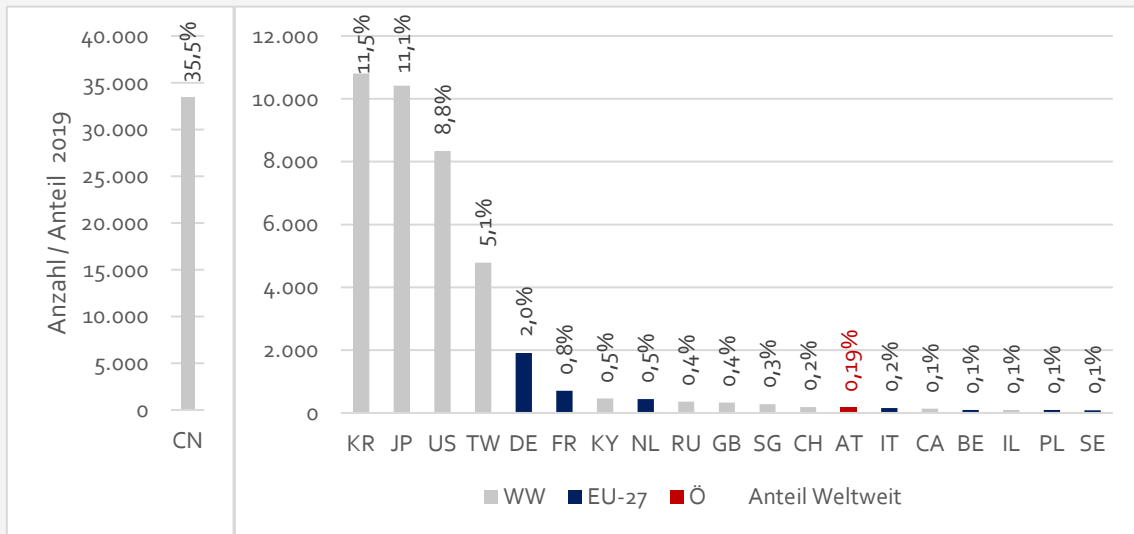
Die Anzahl der heimischen eingereichten Patente bei der KET Micro- and Nanoelectronics steigt seit dem Jahr 2005 stärker als in Europa insgesamt, ist zuletzt aber – in Österreich und Europa ebenso – wieder rückläufig. Wie man der Abbildung 14 entnehmen kann, lag die Anzahl der Patentfamilien in Österreich im Mittel über die letzten 5 Jahre im Jahr 2020 bei 197, wobei es eine abnehmende Tendenz in den letzten Jahren gab. Die heimische Dynamik war im europäischen sowie globalen Vergleich in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich, was sich auch in der Entwicklung des heimischen Anteils der Patentfamilien niederschlägt. So ist in etwa der Anteil der heimischen Patente in Europa stark gestiegen, und auch der globale Anteil liegt seit 2010 über dem 0,2% Schwellenwert. Im Jahr 2020 konnte Österreich einen Anteil der heimischen Patentfamilien europaweit von 4,87% und weltweit von 0,24% aufweisen.

Abbildung 14: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien



Im Jahr 2019 lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren im Bereich Micro- and Nanoelectronics mit 0,19% aller Patentfamilien weltweit auf der Position 14 (siehe Abbildung 15). Eingeschränkt auf eine EU-Betrachtung lag Österreich hier sogar auf Rang 4. Bei dieser KET kann sich Korea (11,5%) nach China (35,5%) an die zweite Position setzen. Bei der einwohnergewichteten Betrachtung der Patente lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren auf der globalen Position 11 (siehe Tabelle 2).

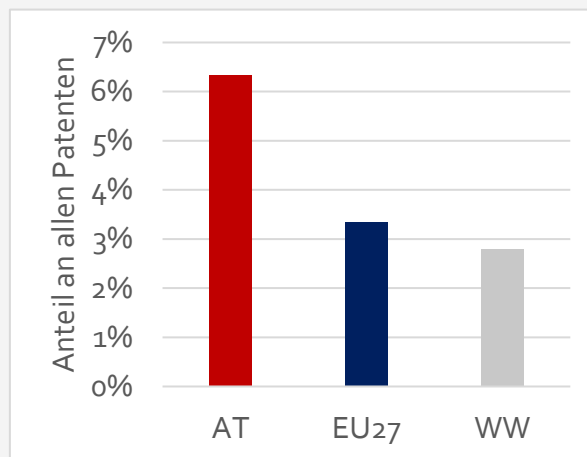
Abbildung 15: Micro- and Nanoelectronics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

Der Spezialisierungskoeffizient aus dem Jahr 2019 weist einen überdurchschnittlichen heimischen Anteil von Patenten auf (siehe Abbildung 16). Demnach lag der Anteil der Patentfamilien aus dem Bereich Micro- and Nanoelectronics an allen Patenten in Österreich mit 6% deutlich über dem europäischen sowie weltweiten Anteil (3%).

Abbildung 16: Micro- and Nanoelectronics, Spezialisierungskoeffizient 2019



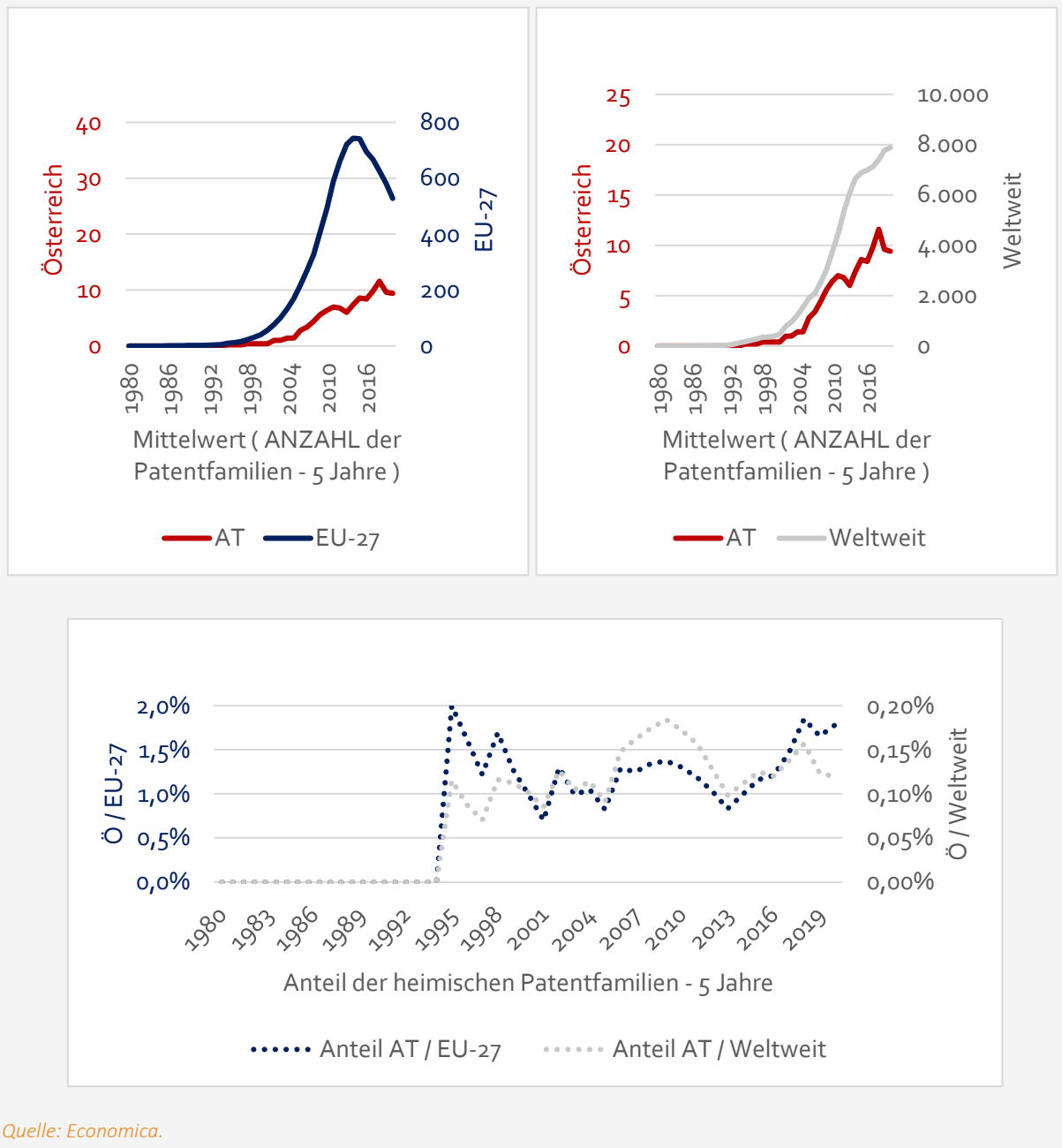
Quelle: Economica.

2.3.5 Nanotechnology

Die Anzahl der eingereichten Patente bei der KET Nanotechnology ist sowohl in Österreich als auch in einer globalen Betrachtung innerhalb der KETs vergleichsweise gering. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass es sich bei Nanotechnology um ein relativ neues Technologiefeld handelt, das erst mit Anfang des neuen Jahrtausends an innovativer Fahrt aufgenommen hat. Zum anderen scheint es sich um einen relativ eng abgegrenzten Bereich zu handeln, in dem es auch im europäischen Kontext eine geringere Anzahl von Patenten gibt.

So kann man in Abbildung 17 erkennen, dass auch die Werte für die europäische bzw. internationale Betrachtung um den Faktor 10 geringer als in den anderen KETs ausfallen. Die Anzahl der Patentfamilien in Österreich im Mittel über die letzten 5 Jahre im Jahr 2020 lag bei lediglich 9,4, was sogar um den Faktor 20 im Vergleich zu den anderen KETs geringer ist, da die heimische Dynamik im europäischen sowie globalen Vergleich in den vergangenen Jahren unterdurchschnittlich war. Die Entwicklung des heimischen Anteils der Patentfamilien zeigt, dass der Anteil der heimischen Patente stark schwankt. Demnach lag im Jahr 2020 der Anteil der heimischen Patentfamilien europaweit bei 1,78% und weltweit bei 0,12%.

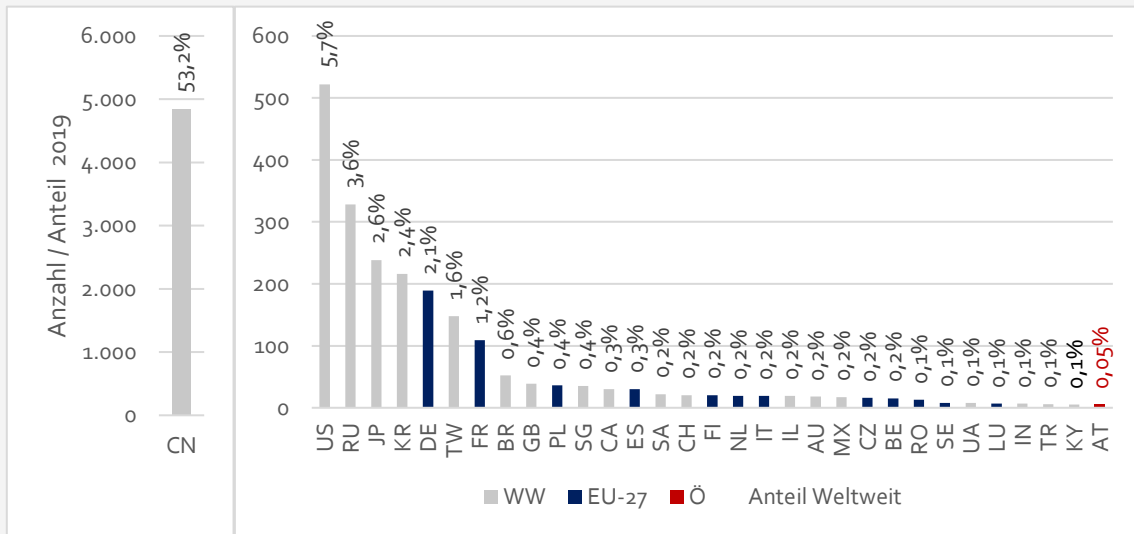
Abbildung 17: Nanotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien



Quelle: Economica.

Im Jahr 2019 lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren im Bereich Nanotechnology mit 0,05% aller Patentfamilien weltweit auf der Position 32 (siehe Abbildung 18). Lässt man China (53,2%) außen vor, ist die USA (5,7%) das nächstbeste Land. Innerhalb der EU kann sich Österreich auf Platz 13 positionieren. Bei der einwohnergewichteten Betrachtung der Patente lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren nur auf der Position 26 (siehe Tabelle 2).

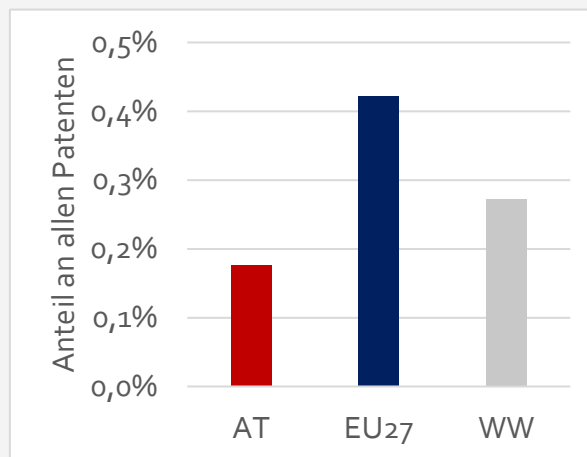
Abbildung 18: Nanotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

Der Spezialisierungskoeffizient aus dem Jahr 2019 weist einen unterdurchschnittlichen heimischen Anteil von Patenten auf (siehe Abbildung 19). Demnach lag der Anteil der Patentfamilien aus dem Bereich Nanotechnology an allen Patenten in Österreich mit 0,2% deutlich unter dem europäischen sowie weltweiten Anteil (0,4 bzw. 0,3%).

Abbildung 19: Nanotechnology, Spezialisierungskoeffizient 2019

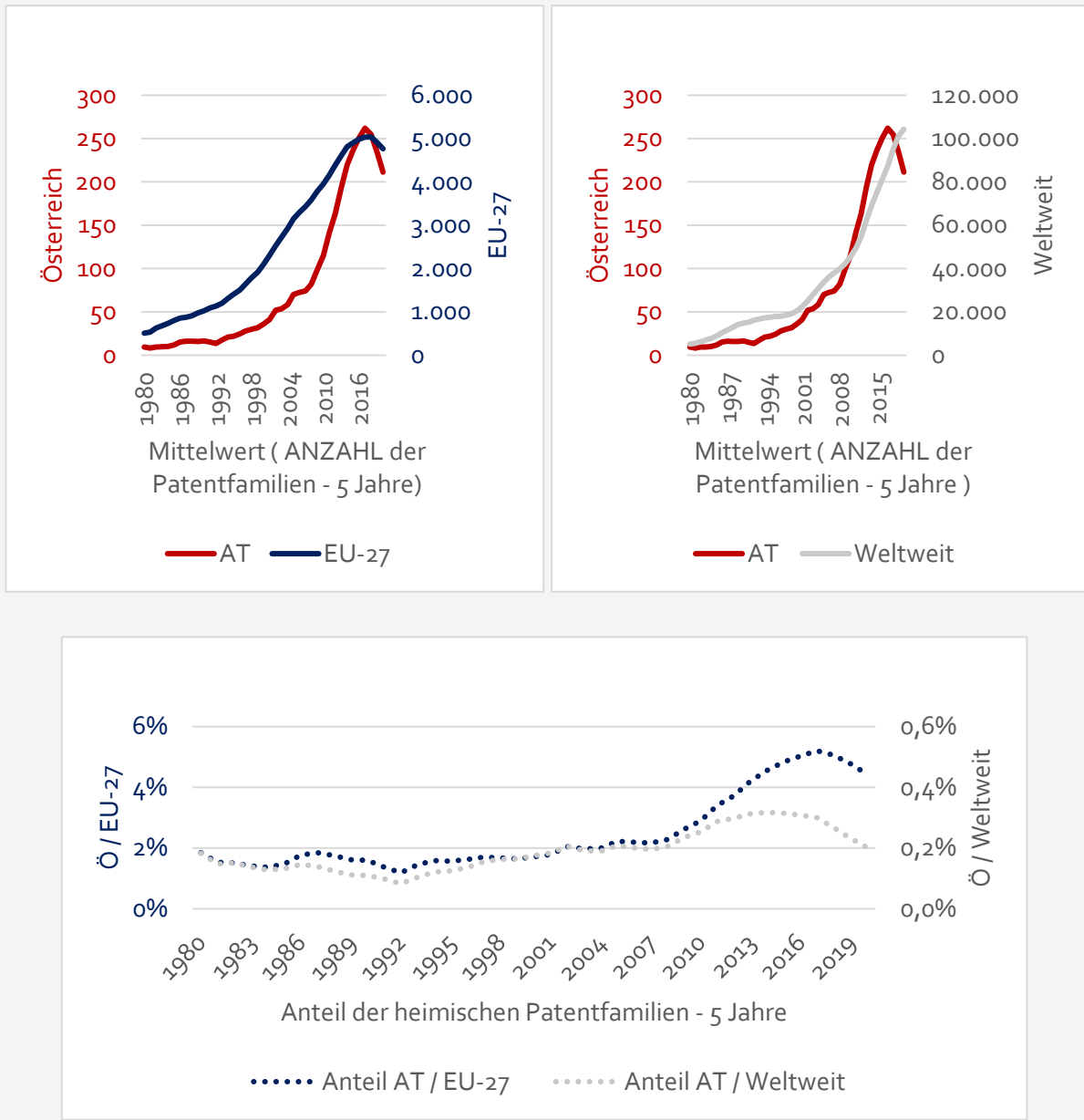


Quelle: Economica.

2.3.6 Photonics

Die Anzahl der heimischen eingereichten Patente bei der KET Photonics steigt seit dem Jahr 2008 stärker als in Europa insgesamt, geht seit 2017 aber wieder zurück.

Abbildung 20: Photonics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien



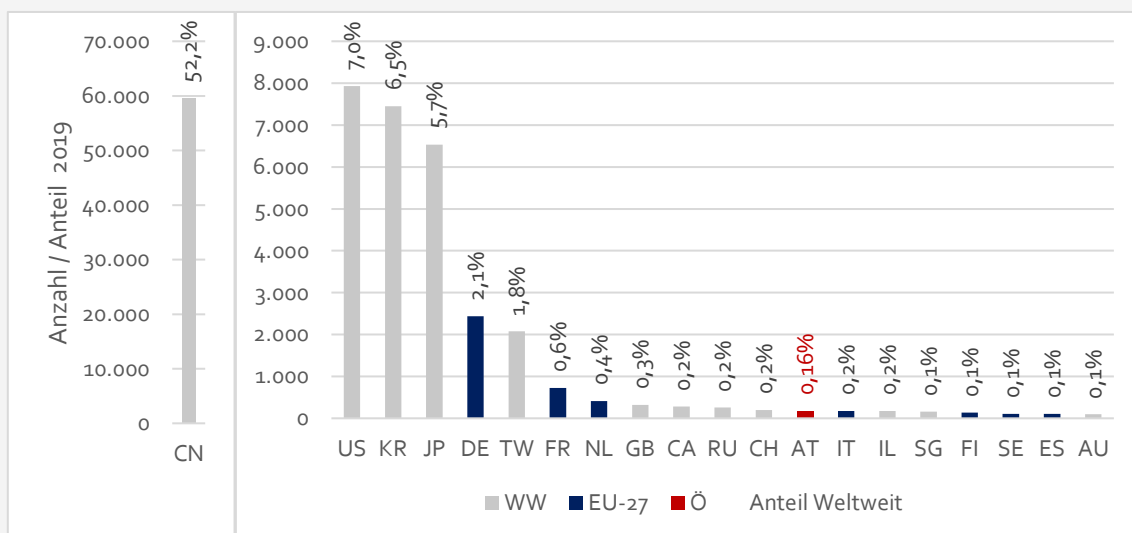
Quelle: Economica.

Wie man der Abbildung 20 entnehmen kann, lag die Anzahl der Patentfamilien in Österreich im Mittel über die letzten 5 Jahre im Jahr 2020 bei 211 und wies rückläufige Zahlen in den letzten Jahren auf. Die

heimische Dynamik war im europäischen sowie globalen Vergleich bis 2017 überdurchschnittlich. Als Folge daraus zeigt die Entwicklung des heimischen Anteils der Patentfamilien, dass der Anteil der heimischen Patente in Europa bis 2017 stark gestiegen ist und danach wieder eine Gegenbewegung einsetzte. Demnach lag im Jahr 2020 der Anteil der heimischen Patentfamilien europaweit bei 4,43% und weltweit bei 0,2%.

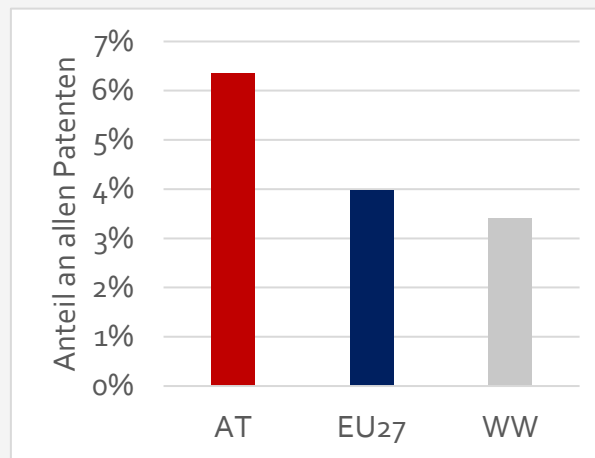
Im Jahr 2019 lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren im Bereich Photonics mit 0,16% aller Patentfamilien weltweit auf der Position 13 (siehe Abbildung 21), zwar absolut betrachtet weit abgeschlagen hinter China (52,2%) und der USA (7%), aber bei der einwohnergewichteten Betrachtung der Patente lagen heimische Innovatorinnen und Innovatoren auf der Position 12 (siehe Tabelle 2), und die Distanz zu den beiden Ländern hat sich bei dieser Betrachtung beträchtlich verringert.

Abbildung 21: Photonics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: *Economica*.

Der Spezialisierungskoeffizient aus dem Jahr 2019 weist einen überdurchschnittlichen heimischen Anteil von Patenten auf (siehe Abbildung 22). Demnach lag der Anteil der Patentfamilien aus dem Bereich Photonics an allen Patenten in Österreich mit 6% deutlich über dem europäischen sowie weltweiten Anteil (4 bzw. 3%).

Abbildung 22: Photonics, Spezialisierungskoeffizient 2019

Quelle: Economica.

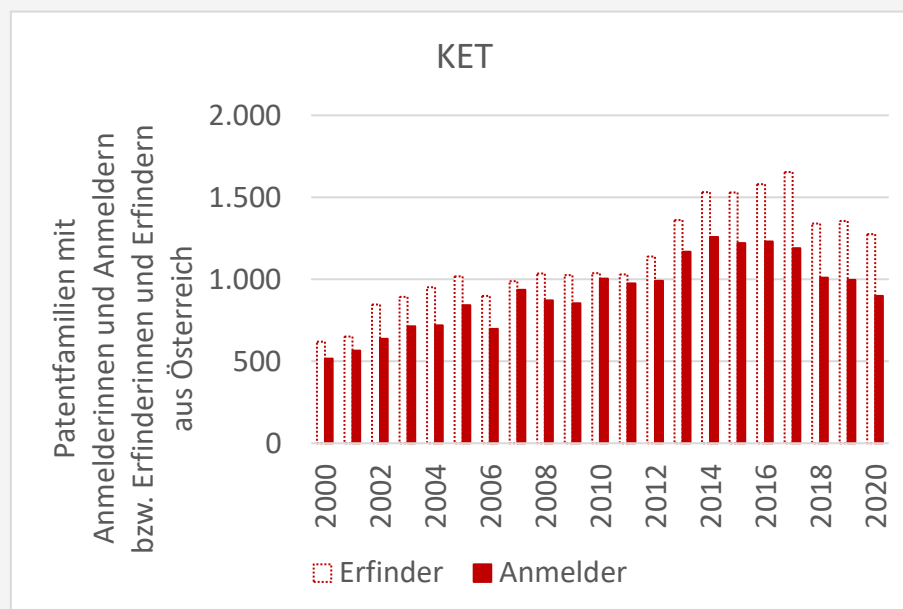
2.4 Anmelderrinnen und Anmelder sowie Erfinderinnen und Erfinder von Patenten im Bereich der KETs

In den bisherigen Analysen wurden die Patente nach dem Kriterium einer heimischen Anmelderin/ eines heimischen Anmelders für Österreich ausgewertet. Diese Herangehensweise erfolgte vor dem Hintergrund, dass annahmegemäß bei einer heimischen Anmelderin/ einem heimischen Anmelder auch eine Produktion im Inland verbunden ist, wodurch die volkswirtschaftlichen Effekte über den Bereich der Forschung und Entwicklung hinausreichen.

In der Praxis werden Patente vermehrt in der Unternehmenszentrale und nicht am F&E-Standort, der sich mitunter auch in einem anderen Land befinden kann, angemeldet. Dies ist ein Aspekt, der vor allem in Österreich Relevanz besitzt. Eine Betrachtung nach dem Unternehmenssitz (Land) der Anmelderin/ des Anmelders bildet somit nicht vollständig die Innovationsleistung in den F&E-Standorten in den anderen Ländern ab. In unserem Fall würde dies bedeuten, dass bei einer Unternehmenszentrale im Ausland trotz heimischer Innovationsleistung bzw. österreichischer Erfinderin/ österreichischem Erfinder das Patent nicht Österreich zugerechnet wird. Um diesem Umstand gerecht zu werden, wurde die Entwicklung der Patente nicht nur nach heimischen Anmelderrinnen und Anmeldern sondern ebenfalls die Entwicklung der Patente bei Beteiligung von zumindest einer heimischen Erfinderin/ einem heimischen Erfinder analysiert.

Bei der Betrachtung nach Erfinderinnen und Erfindern ist aber ebenfalls eine einschränkende Erläuterung hinzuzufügen. Wie bereits ausgeführt, wurden die Patente nach dem Kriterium von zumindest einer heimischen Erfinderin/ einem heimischen Erfinder ausgewertet. Es können daher keine Aussagen darüber getroffen werden, welchen Beitrag die österreichischen Erfinderinnen und Erfinder an dem Patent geleistet haben. Des Weiteren kann es sich bei der (heimischen) Arbeitgeberin/ dem (heimischen) Arbeitgeber der österreichischen Erfinderin/ des österreichischen Erfinders auch lediglich um eine Forschungseinheit im Inland in einem internationalen Konzernverbund handeln.

Abbildung 23: Entwicklung der Patente nach Anmelderinnen und Anmeldern sowie Erfinderinnen und Erfindern in Österreich



Quelle: *Economica*.

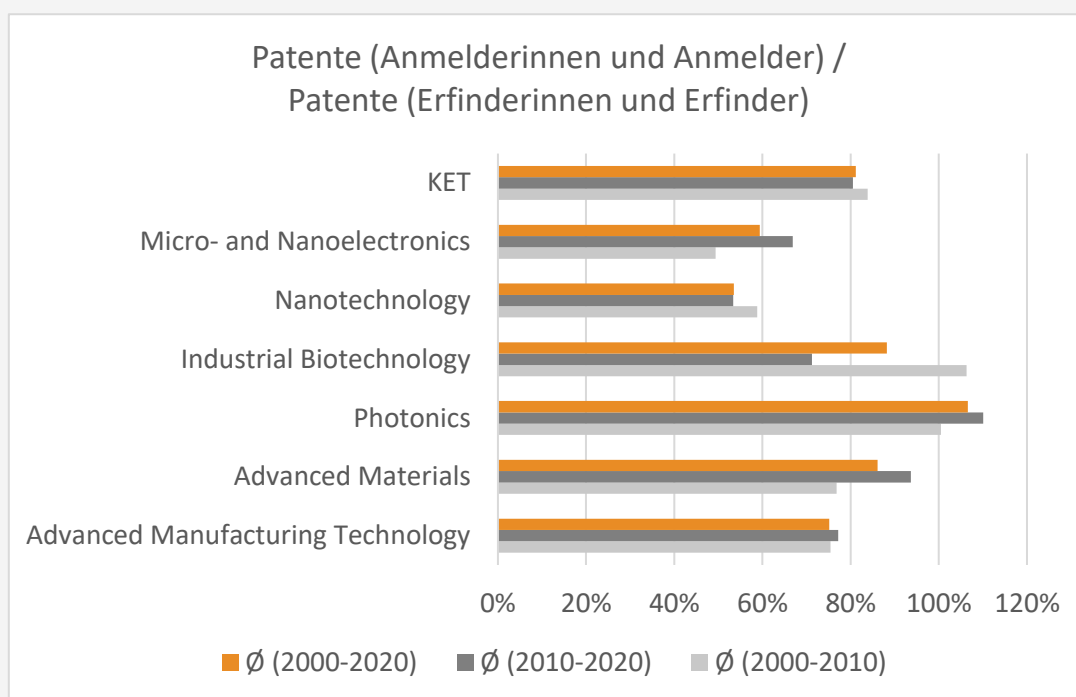
In Abbildung 23 ist gut zu erkennen, dass die tendenzielle Entwicklung bei einer kumulierten Betrachtung aller sechs KETs¹⁴ relativ ähnlich zueinander verläuft. Bei beiden Zeitreihen ist zunächst ein tendenzieller Anstieg erkennbar, dem ab 2016 ein Rückgang folgt. Außerdem ist feststellbar, dass sich die Differenz zwischen der Anzahl der Patente nach Erfinderinnen und Erfindern und der Anzahl der Patente nach Anmelderinnen und Anmeldern zunehmend vergrößert. Dies bedeutet, dass zwar die Innovationsleistung nach wie vor in Österreich stattfindet, aber die ausländischen Unternehmenszentralen ver-

¹⁴ Eine detaillierte Darstellung der einzelnen Technologien findet sich im Anhang.

mehrt am Hauptstandort die Patentanmeldung durchführen. Eine detaillierte Darstellung nach den einzelnen KET findet sich im „Anhang I – Detaillierte Patentanalyse“.

Über alle sechs betrachteten KETS und die Beobachtungsperioden 2000 bis 2010 bzw. 2010 bis 2020 und 2000 bis 2020 sehen wir, dass eins von fünf Patenten mit österreichischer Erfinderin / österreichischem Erfinder im Ausland angemeldet werden. Wobei es natürlich auch andersrum gelagert sein kann, sprich, dass österreichische Anmelderinnen und Anmelder aufgrund von ausländischen Erfinderinnen und Erfindern ein Patent anmelden. Wirft man einen Blick auf die einzelnen Technologien, kann man besonders im Bereich der „Industrial Biotechnology“ einen größeren Unterschied der Anteile erkennen. Wurden zwischen 2000 und 2010 sogar mehr Patente nach dem Kriterium heimischer Anmelderinnen und Anmelder als nach dem Kriterium heimischer Erfinderinnen und Erfinder angemeldet, hat sich dieses Verhältnis in der Periode 2010 bis 2020 substantiell nach unten verändert (siehe dazu auch Abbildung 11).

Abbildung 24: Anteil der Patente nach Anmelderinnen / Anmeldern zu Patenten nach Erfinderinnen / Erfindern in Österreich

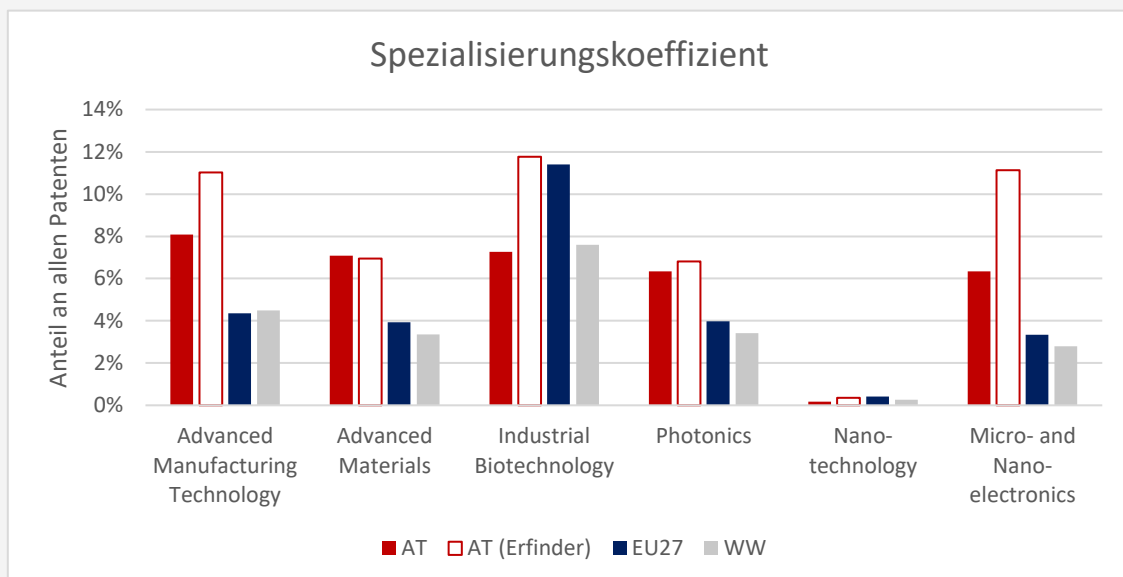


Quelle: Economica.

2.5 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es in 4 von 6 KETs einen überdurchschnittlichen heimischen Anteil von Patenten nach Anmelderinnen und Anmelder-Kategorisierung gibt (siehe Abbildung 25). Rein aus Sicht der Patentanmelder wurde in den Bereichen Industrial Biotechnology sowie Nanotechnology ein unterdurchschnittlicher heimischer Anteil von Patentanmeldern verzeichnet. Eine Betrachtung aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder zeigt jedoch auch in diesen beiden Bereichen einen überdurchschnittlichen Wert.

Abbildung 25: KETs, Spezialisierungskoeffizienten 2019



Quelle: *Economica*.

Bei einer Betrachtung nach Erfinderinnen und Erfindern liegt der Anteil von den KETs Industrial Biotechnology sowie Nanotechnology gleichauf mit jenem Wert für die EU27. Dies bedeutet, dass Österreich hinsichtlich dieser Auswertung die gleiche Fokussierung in diesen beiden Bereichen aufweist, wie sie allgemein in Europa vorliegt. Bis auf die KET Advanced Materials erhöhen sich diese Anteile zum Teil beträchtlich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass über alle sechs betrachteten KETs die heimische Ausrichtung auf Zukunftstechnologien sowohl im europäischen als auch im weltweiten Vergleich überdurchschnittlich hoch ausgeprägt ist. Dies gilt eingeschränkt bei der Betrachtung nach Anmelderinnen und Anmeldern und vor allem bei der Betrachtung nach Erfinderinnen und Erfindern.

Die Kennzahlen basierend auf der Patentanalyse liefern zudem Aussagen über die relative Positionierung Österreichs hinsichtlich der verschiedenen Technologiebereiche (siehe Tabelle 2). Österreich weist demnach hinsichtlich der Patente (Anmelderinnen und Anmelder) relative Stärken (Advanced Manufacturing Technologies, Advanced Materials, Micro- and Nanoelectronics, Photonics) und Schwächen (Industrial Biotechnology, Nanotechnology) auf. Über alle Technologiebereiche der Patentklassifikation hinweg lag Österreich europaweit im Jahr 2019 auf Position 8 und verzeichnete im Jahr 2020 einen heimischen Anteil der Patentfamilien in Europa von 2,4% und weltweit von 0,09%.

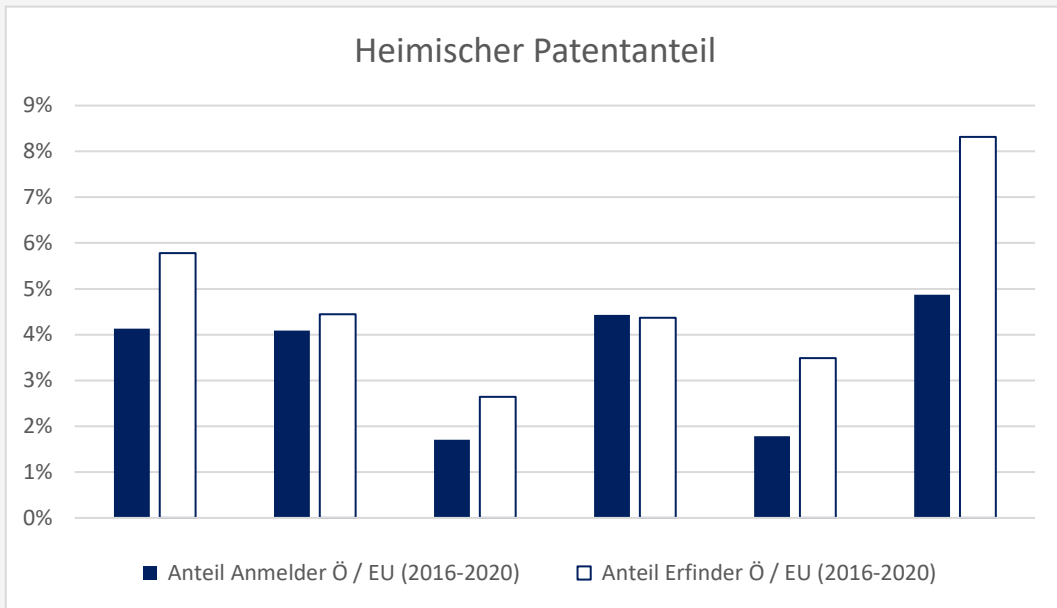
Tabelle 2: Internationaler Vergleich der Patentanmeldungen der KETs in Österreich 2019

Technologie	Position Österreich (2019)			Anteil		Entwicklung Österreich
	EU	global	global (per Einw.)	Ö / EU (2020)	Ö / global (2020)	EU / global
Advanced Manufacturing Technology	4	14	8	4,0%	0,14%	++ / <>
Advanced Materials	5	13	8	4,4%	0,21%	++ / <>
Industrial Biotechnology	13	30	23	1,5%	0,08%	- / --
Photonics	4	13	12	3,7%	0,15%	++ / <>
Nanotechnology	13	32	26	2,5%	0,14%	<> / <>
Micro- and Nanoelectronics	4	14	11	4,2%	0,19%	+ / +
Österreich insgesamt	8			2,4%	0,09%	

Quelle: *Economica*

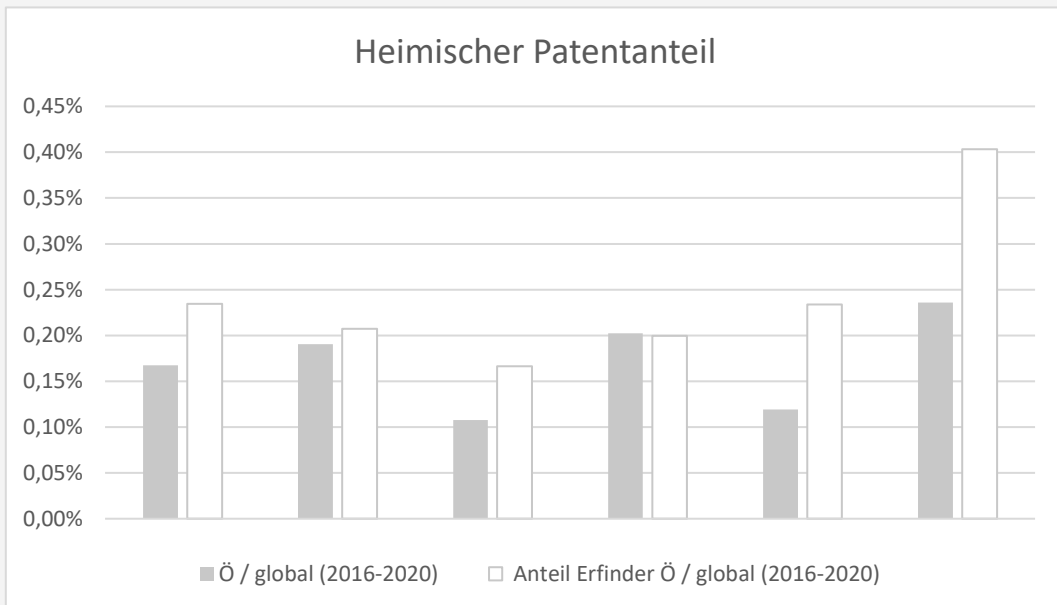
Berücksichtigt man auch die Patente mit österreichischen Erfinderinnen und Erfindern, liegt der heimische Anteil bei allen KETs über dem EU- als auch über der weltweiten Benchmark.

Abbildung 26: Heimischer Patentanteil EU-27 (2016-2020)



Quelle: Economica.

Abbildung 27: Heimischer Patentanteil weltweit (2016-2020)



Quelle: Economica.

3 Kompetenzen – Ausbildung und Arbeitsmarkt

Dieses Modul verfolgt eine mehrfache Zielsetzung: Zum einen die Analyse der benötigten Berufe pro KET und über alle KETs insgesamt, sowie die aktuelle Situation und die Entwicklung der letzten Jahre der Beschäftigung in diesen Berufen. Zweitens, die Erstellung einer Simulationsrechnung, wie viele Erwerbspersonen in Österreich zusätzlich vorhanden sein müssten, um in den jeweiligen Technologiefeldern den simulierten Pfad überhaupt zu ermöglichen (Fachkräftebedarf).

Drittens, die Identifikation der Bildungseinrichtungen und der jeweiligen Fachrichtungen, die die erforderlichen Kompetenzen vermitteln. Auch hier wird die aktuelle Situation (sekundäre und tertiäre Ausbildung) und die Entwicklung über die letzten Jahre (Studium) dargelegt. Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen wird ein Vergleich Österreichs insgesamt und pro KET mit jenen EU-Ländern vorgenommen, die bereits heute einen Kompetenz-Lead hinsichtlich des Angebots vorhandener Kompetenzen aufweisen.

3.1 Methodische Vorgehensweise

Mittels der im Rahmen der „Advanced Technologies for Industry“ der EU-Kommission gegebenen Schlagwörter¹⁵ wird ein Zusammenhang zwischen den Key Enabling Technologies (KETs) und den nachgefragten Berufen in der BIS-Klassifikation und in weiterer Folge den möglichen Ausbildungspfaden für die identifizierten Berufe¹⁶ hergestellt. Die BIS-Datenbank¹⁷ bietet dabei den Vorteil, dass sie spezifisch auf Österreich ausgerichtet ist (Berufsbezeichnung, Ausbildungssystem) und es gleichzeitig bereits etablierte Konkordanzen zu nationalen und internationalen, statistischen Klassifikationen (insbesondere ISCO 08 Berufsklassifikation¹⁸ auf 4-Steller Ebene) gibt¹⁹. Dadurch wird eine Betrachtung über die Zeit

¹⁵ European Commission (2021): Advanced Technologies for Industry – Methodological Report: Indicator framework and data calculations, Brüssel.

¹⁶ Berufe, die innerhalb eines KETs und über alle KETs gemeinsam nur einmalig genannt wurden, wurden nach erneuter Einzelfallprüfung ggf. als Ausreißer aus weiteren Analysen exkludiert (z. B. Bäckerinnen und Bäcker).

¹⁷ Arbeitsmarktservice Österreich (AMS): Berufsinformationssystem des AMS. Online verfügbar unter: <https://bis.ams.or.at/bis/>

Der Zugriff auf die veröffentlichten Daten des Berufsinformationssystems und deren Verwendung in dieser Studie wurde dankenswerter Weise von der Abteilung Arbeitsmarktforschung und Berufsinformation des AMS genehmigt.

¹⁸ Die Internationale Arbeitsorganisation (ILO) ist zuständig für die Internationale Standardklassifikation der Berufe (ISCO). Die ISCO klassifiziert die beruflichen Tätigkeiten (Jobs) der arbeitenden Bevölkerung. Ein Beruf ist definiert als ein Set von Aufgaben und Pflichten, die von einer Person für einen Arbeitgeber oder als Selbständiger erfüllt werden.

¹⁹ Konkordanztabellen finden sich im Anhang im Anhang III – Konkordanztabellen

und über verschiedene Länder ermöglicht. Bedingt dadurch, dass über den Mikrozensus nur die ISCO 08 3-Steller erhoben werden, mussten die BIS-Berufe auf Ebene der 3-Steller zusammengefasst werden. Wie bei Konkordanzen sowie der Verwendung einer weniger detaillierten Klassifikation üblich, ist daher auch hier mit einem gewissen Grad an Unschärfe zu rechnen. Wo möglich wurden in der vorliegenden Studie daher die BIS-Berufe ausgewiesen, wo nötig wurden die ISCO 08 Berufe verwendet. Analog zu den Berufen, wurden ebenfalls die in der BIS-Datenbank genannten Studiengänge auf die internationale Klassifikation ISCED 2013 umgelegt.²⁰ Da diesbezüglich noch keine Konkordanztafel verfügbar ist, wurde dies mittels der verfügbaren Beschreibung der ISCED 2013 Studienfächer zugeteilt.

Anzumerken ist bei den vorgenommenen Zuordnungen jedoch, dass Personen, die ein gewisses Studium oder eine bestimmte Ausbildung absolvieren, in weiterer Folge nicht zwingend in einem der genannten Berufe arbeiten. Ebenfalls arbeitet nicht jede oder jeder Erwerbstätige eines KET-relevanten Berufs auch tatsächlich in den Bereichen der KETs. Übertrittsraten jener Studierenden, bzw. Anteile jener Erwerbspersonen, die schlussendlich in KET-Bereichen arbeiten sind nicht bekannt. Dennoch ist die Betrachtung der relevanten Berufsgruppen und Ausbildungen unerlässlich, da nur so langfristig eine breite Basis an Fachkräften für diese Bereiche gesichert, und Engpässe an Humankapital verhindert werden können.

Des Weiteren gilt natürlich, dass Beschäftigung in KET-Bereichen und Beschäftigung in der Industrie nicht per se zusammenhängen. Einerseits können Beschäftigte in KET-Bereichen durchaus außerhalb der Industrie arbeiten (z. B. in der Wissenschaft), andererseits umfassen Entwicklung und Produktion und damit auch die damit assoziierten Mitarbeitenden innerhalb der Industrie neben den KETs auch noch viele weitere Produkte. Die Analyse der Beschäftigten und Beschäftigungspotenziale der KETs deckt somit nur einen Teil des Bedarfs an Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Industrie ganz allgemein.

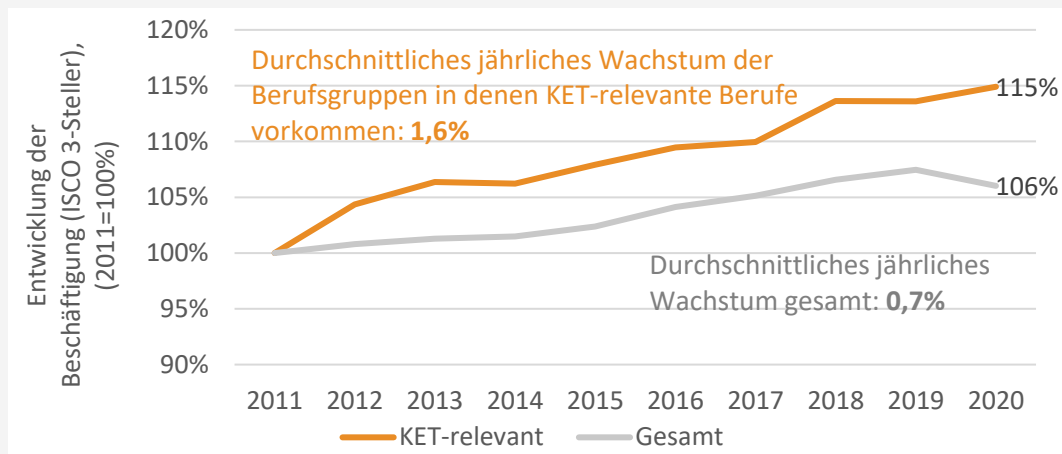
3.2 Erwerbspersonen

Der Vergleich aller Erwerbspersonen mit jenen Erwerbspersonen, die einem Beruf (ISCO 3-Steller) mit KET-Relevanz zugeordnet werden können, zeigt, dass sich die Beschäftigung in KET-relevanten Berufen in den vergangenen zehn Jahren deutlich positiver entwickelt hat als die Beschäftigung insgesamt

²⁰ ISCED steht für International Standard Classification of Education - die Internationale Standard Klassifikation des Bildungswesens.

(Abbildung 28). Das durchschnittliche jährliche Wachstum von 2011 bis 2020 der KET-relevanten Berufe lag bei 1,6 Prozent, während das Beschäftigungswachstum allgemein lediglich 0,7 Prozent betrug.

Abbildung 28 Durchschnittliches jährliches Beschäftigungswachstum, 2011-2020



Quelle: *Economica, Statistik Austria – Mikrozensusarbeitskräfteerhebung.*

Anmerkung: Personen, die nicht nach ISCO-Berufen klassifiziert werden konnten, sind in dieser Betrachtung ausgeschlossen.

KET-relevante Berufe sind in erster Linie den Bereichen Naturwissenschaften, Technik (Ingenieurwesen) und Informations- und Kommunikationstechnologie zuzuordnen²¹. Dabei werden sowohl jene Berufe nachgefragt, die typischerweise eine tertiäre Ausbildung verlangen (z. B. Physikerinnen und Physiker), als auch Berufe, die eine sekundäre Fachausbildung haben (z. B. Technikerinnen und Techniker in der Prozesssteuerung). Gemein haben beide Ausbildungsebenen die Spezialisierung in einem technischen bzw. naturwissenschaftlichen Bereich.

Eine Vielzahl der genannten Berufe weisen eine Relevanz für mehrere KETs auf, da in allen KETs vermehrt Kompetenzen im MINT-Bereich benötigt werden. Typischerweise kann eine Person nur in einem Bereich arbeiten, was wiederum Folgen für die Bedarfsplanung hat.

Ein internationaler Vergleich der Erwerbstätigen in KET-relevanten Berufen ist nur bedingt möglich, da Beschäftigte nur auf ISCO-08-Einsteller-Ebene (der höchsten Aggregationsebene) vergleichbar verfügbar sind. Ein Vergleich des Anteils der Beschäftigten der Berufsgruppen „2 Akademische Berufe“ und „3 Technikerinnen und Techniker“, die beide jeweils vermehrt KET-relevante Berufe enthalten, ergibt

²¹ Nebst MINT Berufen werden, wenn in geringerem Rahmen ebenfalls Berufe aus dem Bereich der Betriebswirtschaftslehre und der Forschung ganz allgemein benötigt, dies jedoch in geringerem Umfang.

folgendes Bild: der Anteil der Technikerinnen und Techniker an allen Beschäftigten bewegt sich in Österreich seit 2011 zwischen 17 Prozent und 20 Prozent und ist damit relativ konstant²². Der Anteil der Beschäftigten in akademischen Berufen ist hingegen von 14 Prozent (2011) auf 20 Prozent (2020) gestiegen und zeigt einen klaren Aufwärtstrend²³. Im europäischen Vergleich zeigt sich, dass Österreich bei den Technikerinnen und Technikern über und bei den akademischen Berufen im EU-27 Schnitt liegt – wiederum bezogen auf den Anteil der Beschäftigten der jeweiligen Berufsgruppe an allen Beschäftigten.²⁴ Innerhalb jener Gruppe von Ländern, die in mindestens einem KET unter den Top 5 hinsichtlich des Kompetenzangebots²⁵ vertreten sind, liegt Österreich hinsichtlich Technikerinnen und Technikern im oberen Mittelfeld hinter Deutschland (20 Prozent), Finnland (20 Prozent) und Schweden (19 Prozent)²⁶. Bei den akademischen Berufen bildet Österreich gemeinsam mit Deutschland in der gewählten Vergleichsgruppe das Schlusslicht. Schweden (31 Prozent), Finnland und Dänemark (jeweils 29 Prozent) und die Niederlande (28 Prozent) sind Vorreiter.²⁷

Die Auswertung der Beschäftigungsentwicklung einzelner Berufe für Österreich (ISCO-08 Klassifizierung), die eine besonders hohe Relevanz²⁸ innerhalb eines KETs haben, zeigt ein gemischtes Bild hinsichtlich des Bestandes an Beschäftigten und der Entwicklung der letzten Jahre. Auch bei diesen Berufen ist eine hohe Überschneidung zwischen den KETs zu beobachten. Insgesamt gab es rund 523.400 Personen, die im Jahr 2020 in einem Beruf gearbeitet haben, der fachliche Relevanz für KETs vorweist. Das entspricht 12,18 Prozent der Erwerbstätigen²⁹.

Tabelle 3 listet die besonders relevanten Berufe pro KET, den Bestand an Beschäftigten 2020 sowie das durchschnittliche jährliche Wachstum von 2011 bis 2020 pro Beruf auf. Auch hier gilt wiederum, dass dies nicht heißt, dass alle Personen, die in einem KET-relevanten Beruf beschäftigt sind, auch in einem KET arbeiten.

²² Eurostat, Beschäftigte nach ISCO 08, 2011-2020.

²³ Eurostat, Beschäftigte nach ISCO 08, 2011-2020.

²⁴ Eurostat: Beschäftigte nach ISCO 08, 2020.

²⁵ Diese Länder sind: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Irland, Niederlande, Österreich, Schweden, Slowenien. Vgl. <https://ati.ec.europa.eu/data-dashboard/overview?filter%5Bgeo%5D=AT%2CEU27>

²⁶ Eurostat: Beschäftigte nach ISCO 08, 2020.

²⁷ Eurostat: Beschäftigte nach ISCO 08, 2020.

²⁸ Die Schlagwortsuche innerhalb des BIS ergibt für jedes Schlagwort und somit in weiterer Folge eine ordinale Relevanzreihung, einzelner Berufe innerhalb eines KETs – ein Vergleich über die sechs KETs ist jedoch nicht zulässig.

²⁹ Statistik Austria (2021): Erwerbstätige.

Tabelle 3: Beschäftigungsentwicklung in KET-relevanten Berufsgruppen (2011-2020, p.a.), nach KET

Advanced Manufacturing Technologies	Bestand 2020 in Tsd.	Ø-Wachstum p.a.
Material und ingenieurtechnische Fachkräfte	160,9	+ 1,2 %
Ingenieurwissenschaftlerinnen und Ingenieurwissenschaftler (ohne Elektrotechnik, Elektronik & Telekommunikation)	55	+ 8,8 %
Ingenieurinnen und Ingenieure in den Bereichen Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation	18,8	+ 8,8 %
Entwicklerinnen und Entwickler sowie Analytikerinnen und Analytiker von Software und Anwendungen	73,5	+ 6,5 %
Installateurinnen und Installateure sowie Mechanikerinnen und Mechaniker für Elektronik und Telekommunikationstechnik	13,6	- 2,1 %
Technikerinnen und Techniker in der Prozesssteuerung	3,7	+ 2,4 %
Advanced Materials	Bestand	Ø-Wachstum
Material und ingenieurtechnische Fachkräfte	160,9	+ 1,2 %
Bedienerinnen und Bediener von Anlagen in der Metallerzeugung, -umformung und -veredlung	11,2	+ 2,8 %
Ingenieurwissenschaftlerinnen und Ingenieurwissenschaftler (ohne Elektrotechnik, Elektronik & Telekommunikation)	55	+ 8,8 %
Grobschmiedinnen und Grobschmiede, Werkzeugmechanikerinnen und Werkzeugmechaniker und verwandte Berufe	59,7	- 2,6 %
Technikerinnen und Techniker in der Prozesssteuerung	3,7	+ 2,4 %
Industrial Biotechnology	Bestand	Ø-Wachstum
Material und ingenieurtechnische Fachkräfte	160,9	+ 1,2 %
Ingenieurwissenschaftlerinnen und Ingenieurwissenschaftler (ohne Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation)	55	+ 8,8 %
Biotechnikerinnen und Biotechniker und verwandte technische Berufe	5,5	- 1,0 %
Biowissenschaftlerinnen und Biowissenschaftler	10,1	+ 3,7 %
Micro- and Nanoelectronics	Bestand	Ø-Wachstum
Ingenieurinnen und Ingenieure in den Bereichen Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation	18,8	+ 8,8 %
Material und ingenieurtechnische Fachkräfte	160,9	+ 1,2 %
Installateurinnen und Installateure sowie Mechanikerinnen und Mechaniker für Elektronik und Telekommunikationstechnik	13,6	- 2,1 %
Nanotechnology	Bestand	Ø-Wachstum
Material und ingenieurtechnische Fachkräfte	160,9	+ 1,2 %
Ingenieurwissenschaftlerinnen und Ingenieurwissenschaftler (ohne Elektrotechnik, Elektronik & Telekommunikation)	55	+ 8,8 %
Physikerinnen und Physiker, Chemikerinnen und Chemiker, Geologinnen und Geologen und Verwandte Berufe	6,2	+ 0,2 %
Ingenieurinnen und Ingenieure in den Bereichen Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation	18,8	+ 8,8 %

Installateurinnen und Installateure sowie Mechanikerinnen und Mechaniker für Elektronik und Telekommunikationstechnik	13,6	- 2,1 %
Photonics	Bestand	Ø-Wachstum
Elektroinstallateurinnen und -installateure sowie -mechanikerinnen und -mechaniker	67,3	+ 0,4 %
Installateurinnen und Installateure sowie Mechanikerinnen und Mechaniker für Elektronik und Telekommunikationstechnik	13,6	- 2,1 %
Telekommunikations- und Rundfunktechnikerinnen und -techniker	8,1	- 5,6 %
Technikerinnen und Techniker für den Betrieb von IKT und für die Anwenderbetreuung	29,8	+ 3,5 %
Material und ingenieurtechnische Fachkräfte	160,9	+ 1,2 %
Ingenieurinnen und Ingenieure in den Bereichen Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation	18,8	+ 8,8 %

Quelle: Statistik Austria, Economica, (Hell-orange Einfärbung: in mehreren KETs besonders relevanter Beruf); Die Reihung der Berufe je KET erfolgt in absteigender Reihenfolge nach Relevanz für das KET: Im Bereich Advanced Manufacturing Technologies stimmen zum Beispiel Berufe der Gruppe Material- und ingenieurtechnische Fachkräfte am häufigsten und genauesten mit den Suchbegriffen für das KET überein.

3.2.1 Schlussfolgerung

Die Analyse der KET-relevanten Berufsgruppen weist auf zwei wesentliche Ergebnisse hin:

Die Beschäftigung in KET-relevanten Berufsgruppen ist in den vergangenen zehn Jahren überdurchschnittlich stark gewachsen. Für die einzelnen Berufe zeigt sich jedoch ein gemischtes Bild. Das durchschnittliche jährliche Wachstum pro Jahr liegt zwischen minus 5,6 Prozent (Telekommunikations- und Rundfunktechnikerinnen und -techniker) und plus 8,8 Prozent (Ingenieurinnen und Ingenieure sowie Ingenieurwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler). Rückgänge betreffen ausschließlich Berufe, die zumeist eine sekundäre, fachliche Ausbildung (Installateurinnen und Installateure, Technikerinnen und Techniker) voraussetzen. Bei diesen Berufen gilt es, die Gründe des Rückgangs zu evaluieren und gegebenenfalls gegenzusteuern (z. B. Adaptierungen der Lehrinhalte vorzunehmen).

Die KET-relevanten Berufe verlangen spezialisiertes Wissen, überwiegend aus dem Bereich der Naturwissenschaften und Technik³⁰. Daraus folgt, dass KET-relevante Berufe eine fachliche Ausbildung benötigen. Diese kann dabei jedoch sowohl auf sekundärem als auch auf tertiärem Niveau sein.

³⁰ Auch wenn mehrheitlich Kenntnisse aus den MINT Bereichen benötigt werden, bedarf es auch weiterhin Fähigkeiten aus anderen Bereichen, um die Prozesse, die mit der Entwicklung, Produktion und Vermarktung einhergehen zu ermöglichen.

3.3 Simulationsrechnung

Um das Beschäftigungspotenzial der KETs von 2020 bis 2029 zu eruieren, wird zunächst die Entwicklung der Exporte³¹, als Proxy für die wirtschaftliche Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit in den einzelnen KETs, für die kommenden zehn Jahre simuliert und anschließend das entsprechend benötigte Beschäftigungswachstum in den relevanten Berufen ermittelt. Da nicht bekannt ist, wie viele Personen in den relevanten Berufsgruppen tatsächlich in einem KET arbeiten, bzw. in welcher Technologie (falls der Beruf in mehr als einem KET relevant ist), unterliegt der Simulation die Annahme, dass der Anteil der Personen, die sich pro Berufszweig für die Arbeit in einem (oder mehreren) KET(s) entscheiden auch weiterhin konstant bleibt. Berücksichtigt wird jedoch, dass sich die Produktivität (hier approximiert anhand der Exporte/Beschäftigten) so weiterentwickelt (durchschnittliche jährliche Produktivitätssteigerung) wie im Zeitraum 2011 bis 2019, um den Bedarf an Fachpersonal nicht zu überschätzen.

Aufgrund der beschränkten Datenverfügbarkeit zum Zeitpunkt der Schätzung (insbesondere Patentdaten sind nur bis 2019 verfügbar) wurde die Simulation für die Jahre 2020 bis 2029 durchgeführt. Unvollständige Daten zu Patenten im Jahr 2020 (also scheinbarem Rückgang der Innovationsaktivität) würde sich daher bei der Berücksichtigung vergangener Innovationsaktivität als erklärende Variable für zukünftige Exporte fälschlicherweise negativ auswirken.

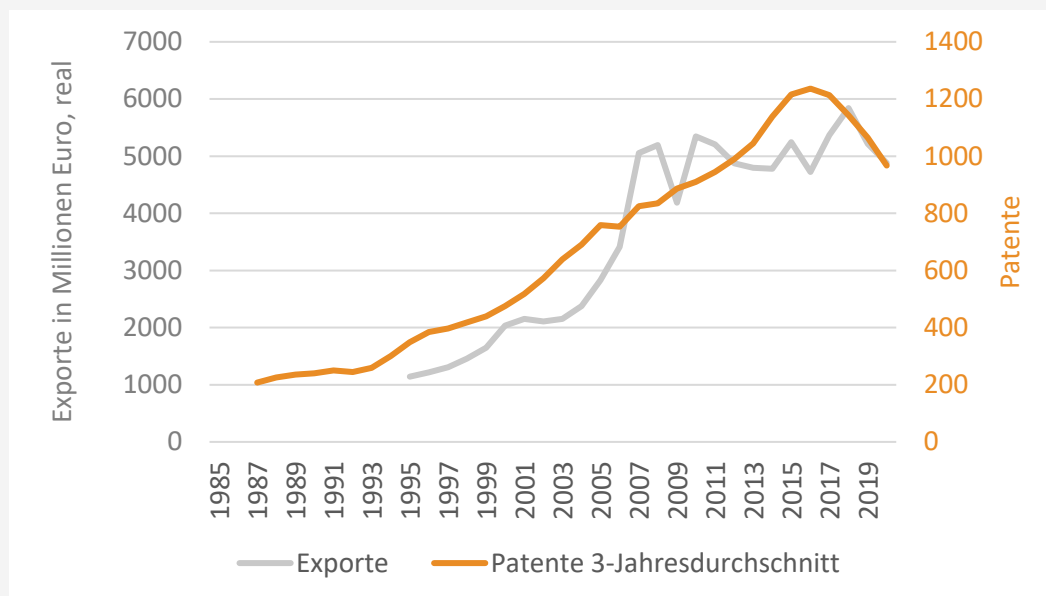
3.3.1 Zusammenhang zwischen Patenten und Exporten

Die Simulation der Entwicklung der KETs beruht auf dem Zusammenhang der Patentanmeldungen pro KET und der Exporte³² der KETs (Abbildung 29).

³¹ Daten zu Exporten je KET wurden von Eurostat bezogen und mithilfe des Deflators für Exporte (<https://www.oenb.at/Statistik/Standardisierte-Tabellen/Preise-Wettbewerbsfaehigkeit/deflatoren-der-volkswirtschaftlichen-gesamtrechnung/implizite-preisdeflatoren.html>) auf reale Werte umgerechnet. Das Matching der Warenexporte erfolgt anhand der validierten zugeordneten PRODCOM Codes aus dem Anhang des Methodologischen Berichts der EU-Kommission (2021).

³² Für eine relativ kleine Volkswirtschaft sind die Exporte (insbesondere hoch-technologisierter Produkte) von größerer Relevanz als der Endkonsum im Inland.

Abbildung 29: Zusammenhang zwischen Patenten und Exporten, KETs gesamt



Quelle: Economica, Eurostat.

Dafür wurde in einem ersten Schritt die zeitliche Verzögerung zwischen Patentanmeldungen und Exporten für jedes der sechs KETs einzeln untersucht. Tabelle 4 zeigt die Übersicht aller Korrelationskoeffizienten zwischen Exporten (aktuelles Jahr) und dem 3-Jahresdurchschnitt der Patentanmeldungen (aus dem aktuellen und den zwei vorangegangenen Jahren). Dabei wurden schrittweise auch die jeweiligen Korrelationskoeffizienten für größere zeitliche Verzögerungen zwischen Patenten (z. B. von vor drei bis sechs Jahren) mit den aktuellen Exporten untersucht. Das Ergebnis zeigt, für welche zeitliche Verzögerung die Entwicklung der Patente statistisch am stärksten mit der Entwicklung der Exporte zusammenhängt. Auffallend ist hier, dass das Innovationsgeschehen mit der Exportentwicklung für jedes KET unterschiedlich assoziiert ist.³³ In manchen Technologiezweigen „reagiert“ der Markt anscheinend schneller auf die Innovationsaktivität als in anderen. Konkret zeigt sich in den Bereichen Advanced Manufacturing Technologie und der industriellen Biotechnologie eine zeitliche Verzögerung zwischen Patenten und Exporten von ungefähr drei bis sechs Jahren, während sich Innovationsaktivitäten in Bereichen der Mikro- und Nanoelektronik und der Photonik fast unverzüglich in erhöhten Exportaktivitäten niederschlagen. Aufgrund der unterschiedlichen Potenzialrealisationszeiten wurde die Simulation für

³³ Zum Beispiel zeigt ein Granger-Kausalitätstest signifikant positive Ergebnisse zwischen Patenten vor zwei Jahren mit aktuellen Exportdaten im Bereich Advanced Materials. Im Bereich Industrial Biotechnology kann ein Granger-kausaler Zusammenhang zwischen Patenten von vor 4 Jahren mit aktuellen Exporten beobachtet werden.

jeden Technologiebereich getrennt durchgeführt. Methodisch wurde dafür auf die Verwendung eines Vektorautoregressiven Modells (VAR-Modell) zurückgegriffen, welches die vergangene Entwicklung (unter Berücksichtigung der wahrscheinlichen zeitlichen Verzögerung zwischen Patenten und Exporten) der Exporte einerseits als auch der Patentanmeldungen andererseits heranzieht, um die Exportentwicklung für die nächsten zehn Jahre zu schätzen.³⁴ Das Ergebnis sind geschätzte durchschnittliche jährliche Wachstumsraten der Exporte je KET in den nächsten zehn Jahren. Die höchsten Wachstumsprognosen nach dieser Methode werden für die Technologien fortgeschrittene Werkstoffe (Advanced Materials) und Advanced Manufacturing Technologies prognostiziert. Auch die anderen KETs weisen positive Wachstumspfade auf. Nur für die industrielle Biotechnologie wird aufgrund des Rückgangs der Patentanmeldungen nach Anmeldern in den letzten Jahren eine Erhaltung des Status quo bzw. eine geringfügige Verkleinerung des Exportvolumens erwartet. Legt man jedoch die Entwicklung der Patente nach Erfindern zugrunde, ist von einem Anstieg der Exporte auszugehen. Speziell in diesem Technologiefeld unterscheiden sich die strukturellen Gegebenheiten in Österreich, sodass Patente (gezählt nach Anmeldern), die Produktion sowie die Exporte nicht zwingend aus demselben Land stammen.

Tabelle 4: Zusammenhang zwischen Patenten und Exporten, je KET

Korrelationskoeffizienten		Exporte (heute)						
		AMT	AM	Bio	Micro	Nano	Photo	Gesamt
Patente (3-Jahres-durchschnitte)	vor 0 bis 3 Jahren	0,85	0,85	0,06	0,90	0,63	0,79	0,91
	vor 1 bis 4 Jahren	0,94	0,96	0,41	0,86	0,65	0,64	0,95
	vor 2 bis 5 Jahren	0,96	0,95	0,60	0,82	0,57	0,57	0,95
	vor 3 bis 6 Jahren	0,98	0,93	0,67	0,78	0,52	0,52	0,95
	vor 4 bis 7 Jahren	0,97	0,91	0,65	0,73	0,48	0,47	0,94
	vor 5 bis 8 Jahren	0,96	0,90	0,57	0,69	0,43	0,44	0,93
	vor 6 bis 9 Jahren	0,95	0,90	0,49	0,67	0,42	0,44	0,93
	vor 7 bis 10 Jahren	0,95	0,88	0,37	0,67	0,37	0,44	0,92

Quelle: *Economica*, (Hell-orange Einfärbung: höchster Korrelationskoeffizient im jeweiligen KET).

3.3.2 Beschäftigungspotenzial

Anhand des prognostizierten Exportwachstums wurde in einem nächsten Schritt die Entwicklung des Beschäftigtenpotenzials für die relevantesten Berufsgruppen je KET unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Produktivitätssteigerung (Exporte/Beschäftigte) von 1,6 Prozent pro Jahr berechnet. Auf-

³⁴ Anzumerken ist an dieser Stelle, dass Prognosen für einen solch langen Zeitraum von relativ starken Unsicherheiten behaftet sind.

grund der häufigen mehrfachen Zuordnung wichtiger Berufsgruppen zu mehreren KETs (z. B. Material- und ingenieurtechnische Fachkräfte, welche in allen sechs KETs benötigt werden), wurden die prognostizierten Exporte berufsgruppenspezifisch zusammengefasst, um eine für diese Gruppe relevante Wachstumsprognose zu erhalten. Das bedeutet, dass zum Beispiel für die Material- und Ingenieurtechnischen Fachkräfte zuerst die für das Jahr 2029 prognostizierten Exporte aller 6 KETs in Summe mit den Exporten im Jahr 2019 verglichen werden, um das jährliche Wachstum berechnen zu können. Anschließend wurde dieses Wachstum, korrigiert um die zu erwartende Produktivitätsentwicklung, auf die Berufsgruppe umgelegt und damit das zukünftige Beschäftigungspotenzial der Berufsgruppe geschätzt.³⁵

Insgesamt ergibt sich, beschränkt auf besonders relevante Berufsgruppen ein prognostiziertes Beschäftigtenwachstum von durchschnittlich 1,1 Prozent pro Jahr. Das KET-induzierte Beschäftigtenwachstum liegt damit deutlich über dem durchschnittlichen jährlichen Wachstum der Gesamtbeschäftigung der letzten 9 Jahre (0,7 Prozent, siehe Abbildung 28). Zu beachten ist, dass bei der Prognose nur das KET-induzierte Wachstum, also der Wachstumsanteil, der aus einem Ausbau der KETs entsteht, betrachtet wird. Das Beschäftigtenwachstum der Berufsgruppen in denen KETs zwischen 2011 und 2020 mit etwa 1,6 Prozent pro Jahr bildet jedoch alle Wachstumsbeiträge ab (gesamtwirtschaftliches Wachstum, Verschiebungen der Berufsanteile (höhere Anteile akademischer Berufe), etc.) und beinhaltet auch Berufe, die den KETs nicht direkt zugeordnet werden.³⁶ Der Vergleich der Wachstumsraten der Vergangenheit mit jenen der Prognose sind daher nur eingeschränkt möglich.

Zusammengefasst nach Berufshauptgruppen zeigt sich, dass das prognostizierte Wachstum für akademische Berufe (Berufsgruppe 2) überdurchschnittlich stark steigt (1,2 Prozent). Berufe der Gruppe 3, also Technikerinnen und Techniker und gleichrangige nichttechnische Berufe, die typischerweise nach einer berufsbildenden höheren Schule (BHS) oder mit einer AHS-Matura ausgeübt werden können, zeigen stattdessen ein leicht unterdurchschnittliches Wachstum (1 Prozent pro Jahr), wachsen aber aufgrund der absolut höheren Basis an Beschäftigten im Jahr 2019 absolut stärker als Beschäftigte mit akademischer Ausbildung. Weitere Berufsgruppen, die anhand der Schlüsselwortsuche für die KETs als

³⁵ Die Simulation je KET aus dem ersten Schritt ermöglicht hier daher eine nach Exportvolumen gewichtete Berechnung des jährlichen durchschnittlichen Exportwachstums und damit die Berücksichtigung der Marktgröße je KET im Falle einer Mehrfachzuordnung von Berufen zu mehreren KETs.

³⁶ Diese Unschärfe entsteht aufgrund der mangelnden Datenverfügbarkeit auf ISCO-4-Steller-Ebene zur Anzahl der Beschäftigten. Diese sind nur auf der aggregierten 3-Steller-Ebene verfügbar, in denen jedoch wiederum Berufe inkludiert sind, die nicht KET-relevant sind. Außerdem ist nicht bekannt, wie viel Prozent der Personen in KET-relevanten Berufen tatsächlich in einem Technologiebereich der KETs arbeiten.

relevant eingestuft wurden, sind zum Beispiel der Gruppe 7 (Handwerks- und verwandte Berufe) und 8 (Anlagen- und Maschinenbedienerinnen und -bediener) zuzuordnen. Hohe Wachstumszahlen für diese Berufe ergeben sich aus den relativ hohen Wachstumserwartungen für die Bereiche Advanced Manufacturing Technologies sowie Advanced Materials, welche in der Vergangenheit bereits ein sehr dynamisches Wachstum aufweisen und aus dem Umstand, dass diese Berufe in beiden KETs vorkommen. Insgesamt ergibt die Prognose für die relevantesten Berufsgruppen (hier 14 Berufsgruppen) einen (lediglich aufgrund des KET-induzierten Wachstumsbeitrags) zusätzlichen Bedarf an Fachkräften von rund 58.410 Erwerbstätigen bis 2029.

Tabelle 5: Zusätzlicher Fachkräftebedarf nach Berufsgruppen

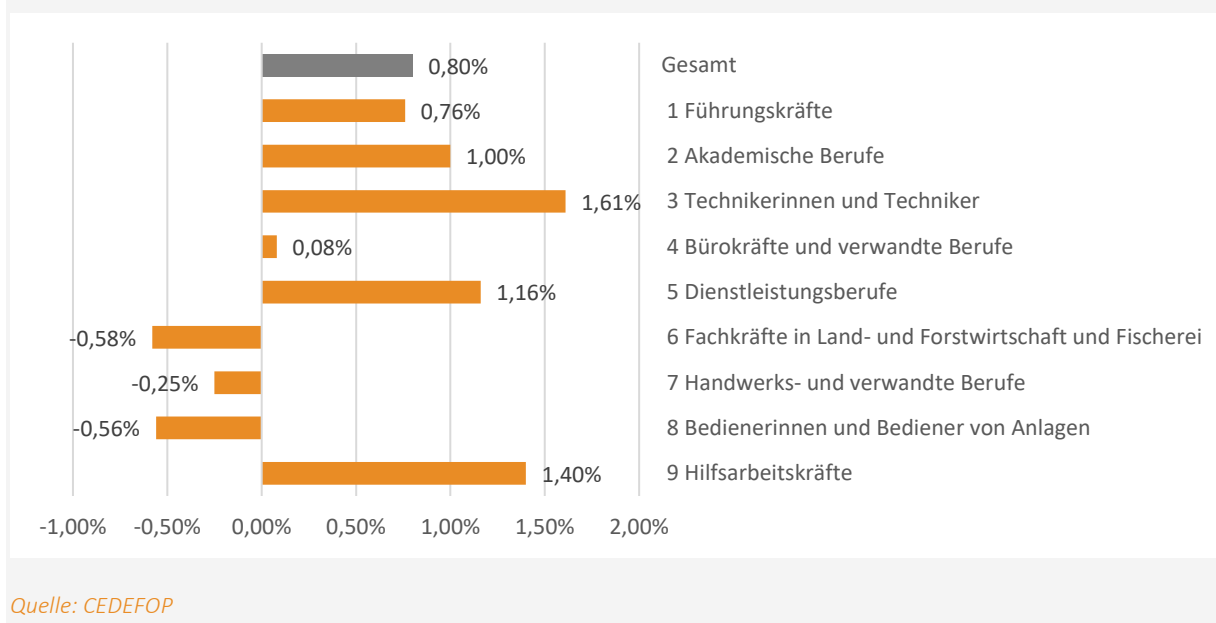
Relevanteste Berufsgruppen	Zusätzlicher Bedarf (gerundet)
Berufsgruppe 2 – akademische Berufe	17.000
Davon: Entwickler und Analytiker von Software und Anwendungen (z. B. Programmierer, Softwareentwickler, Bioinformatiker)	11.000
Davon: Ingenieurwissenschaftler (ohne Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation) (z. B. Maschinenbauingenieur, Produktions- und Prozesstechniker, Verfahrenstechniker, Bautechniker, Forschungs- und Entwicklungsassistenten)	6.000
Berufsgruppe 3 – Technikerinnen und Techniker	19.000
Davon: Material- und ingenieurtechnische Fachkräfte (z. B. Mechatroniker, Mess- und Regeltechnik, Technischer Zeichner, Werkstofftechniker)	18.000
Berufsgruppe 7 – Handwerks- und verwandte Berufe	20.000
Davon: Werkzeugmechaniker und verwandte Berufe (z. B. Zerspanungstechniker, Oberflächentechniker)	16.000
Davon: Elektroinstallateure und -mechaniker (Elektromaschinentechniker, Elektrotechnik für Anlagen- und Betriebstechnik)	3.000
Berufsgruppe 8 – Anlagen- und Maschinenbedienerinnen und -bediener	2.000

Quelle: *Economica*.

3.3.3 Prognosen über zukünftiges Beschäftigungswachstum

Der Skills Forecast des Europäischen Zentrums für die Förderung der Berufsbildung (CEDEFOP) schätzt die jährliche Wachstumsrate der (gesamten) Beschäftigung in Österreich in den nächsten zehn Jahren (2020 bis 2030) auf 0,8 Prozent pro Jahr.³⁷ Laut den Prognosen des Zentrums werden die meisten Vakanzen (neue Jobs und der Ersatz pensionierter Beschäftigter) für Professionen mit einem mittleren Qualifikationslevel erwartet, was auch durch die starke Ausrichtung auf die berufsbildende Ausbildung in Österreich geprägt ist. Nach Berufsgruppen wird das stärkste Beschäftigtenwachstum für sogenannte Associate Professionals³⁸ prognostiziert (Abbildung 30). Diese Gruppe entspricht der ISCO-Gruppe 3 – Technikerinnen und Techniker und gleichrangige nichttechnische Berufe.

Abbildung 30: Prognose CEDEFOP – Durchschnittliches jährliches Beschäftigtenwachstum in Österreich 2020-2030



Schätzungen zum mittelfristigen Beschäftigtenwachstum des WIFO³⁹ für Österreich für den Zeitraum 2018 bis 2025 unterscheiden sich von Schätzungen von CEDEFOP teilweise stark. Pro Jahr prognostiziert das WIFO ein Beschäftigungswachstum von knapp 1,1 Prozent. Insgesamt stimmt dieser Wert mit dem

³⁷ <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/future-annual-employment-growth?country=AT&year=2020-2030#4> abgerufen am 04.03.2022.

³⁸ <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/occupations?country=&occupation=3>

³⁹ WIFO (2019): Mittelfristige Beschäftigungsprognose für Österreich und die Bundesländer – Berufliche und sektorale Veränderungen 2018 bis 2025, Wien.

prognostizierten Wert des KET-induzierten Wachstums gut überein. Nach Anforderungsniveau erwartet das WIFO vor allem im Bereich der hochqualifizierten (akademische Ausbildung; Skill-Level 4; entspricht Berufen der ISCO-Klasse 2) ein überdurchschnittlich hohes Wachstum (+2,5 Prozent pro Jahr). Berufe mit mittlerem Qualifikationsniveau (Skill-Level 2 und 3; entspricht Berufen der ISCO-Klassen 3 bis 8) werden laut WIFO auch wachsen, jedoch nur unterdurchschnittlich stark (0,8 Prozent pro Jahr).

Zwei Einschränkungen sind bei einem Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit anderen Prognosen zu bedenken. Erstens unterscheiden sich die Prognosen bezüglich der betrachteten Basis: CEDEFOP und WIFO erstellen Prognosen für den gesamten Arbeitsmarkt, wobei Schätzungen zu einzelnen Berufsgruppen immer unter der Restriktion der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung erfolgen. Die vorliegende Studie beschäftigt sich jedoch ausschließlich mit dem aus dem Wachstum der KET-Wirtschaftszweige erwachsenden Beschäftigungsbedarf in KET-relevanten Berufsgruppen. Zweitens bauen die Berechnungen auf unterschiedlichen Annahmen und Methoden auf. Berufsprognosen des WIFO nutzen beispielsweise ein eigenes rekursives dynamisches Input-Output-Modell zur Wirtschafts- und Beschäftigungsprognose (DYNK) auf sektoraler Ebene und ein eigenes Berufsprognosemodell. Zweiteres verwendet für die Prognose des Anteils der Berufe je Branche (Berufsstruktur) unter anderem den Trend der vergangenen Entwicklung der Berufsstruktur. Unter dieser Annahme werden Berufsanteile mit einer in der Vergangenheit sehr dynamischen Entwicklung auch in Zukunft relativ stark anwachsen. Dieser Effekt zeigt sich vor allem bei der Wachstumserwartung des Anteils hochqualifizierter Berufe, welche auch in der Vergangenheit stark angestiegen sind. Die implizite Annahme der vorliegenden Studie zum KET-induzierten Wachstum basiert auf konstanten Berufsanteilen zum Stand 2019.

3.3.4 Schlussfolgerung

Die Simulation der wirtschaftlichen Entwicklung der KETs führt zu zwei wesentlichen Erkenntnissen:

Erstens weist die Untersuchung der Verknüpfung zwischen Patentanmeldungen und Exportdaten stark darauf hin, dass Patentanmeldungen, also das heimische Innovationsgeschehen ein guter Indikator für die Entwicklung am Exportmarkt ist. Dabei zeigen sich jedoch je nach KET unterschiedliche zeitliche Zusammenhänge, wobei die Bereiche Advanced Manufacturing Technologie und industrielle Biotechnologie vergleichsweise die längsten Verzögerungen aufweisen, während sich Innovationen in der Mikro- und Nanoelektronik und der Photonik fast unverzüglich auswirken.

Zweitens weist die Schätzung darauf hin, dass nicht nur die Nachfrage nach Fachkräften mit tertiärem Bildungsabschluss stark von einer Marktvergrößerung betroffen sind, sondern vermehrt auch Berufsgruppen gebraucht werden, deren Ausbildung durch eine Lehre oder den Besuch einer berufsbildenden

höheren Schule stattfindet (z. B. Material- und ingenieurtechnische Fachkräfte, Werkzeugmechanikerinnen und -mechaniker, Bedienerinnen und Bediener von Anlagen in der Metallerzeugung, -umformung und -veredlung, etc.)

3.4 Ausbildung

Die Auswertung der KET-relevanten Berufe hat gezeigt, dass diese eine fachliche Ausbildung (überwiegend im MINT-Bereich) als Voraussetzung haben. Über das Berufsinformationszentrum sind sowohl die Stufe der Ausbildung (Informell, BMS, BHS, Lehre, FH, Universität, etc.), als auch die detaillierten Ausbildungsbezeichnungen pro Beruf verfügbar. Auch wenn nicht bekannt ist, wie viele Studierende und fachlich Ausgebildete relevanter Ausbildungen tatsächlich in KET-relevante Berufe wechseln und anschließend tatsächlich im Bereich der KETs arbeiten, gibt die Auswertung der relevanten Ausbildungen dennoch einen guten Überblick über das potenziell vorhandene Humankapital. Denn ein ausreichendes Angebot an qualifizierten Personen ist Grundvoraussetzung, um KETs zu entwickeln und in weiterer Folge zu produzieren.

3.4.1 Relevante Ausbildungen

KET-relevanten Berufen sind in erster Linie sekundäre Fachausbildungen (Lehre, BMS, BHS), als auch tertiäre (FH, Universität) Ausbildungen zuzuordnen. Da es bei den KETs nicht nur um die Entwicklung neuer Technologien geht, sondern auch um deren Produktion, ergibt sich die Relevanz der sekundären Fachausbildungen.

Tabelle 6: Ausbildungen mit Relevanz für alle KETs nach Ausbildungsniveau

Lehre	BMS	BHS	Kollegs	FH	Uni
Chemieverfahrenstechnik	Elektrotechnik, IT, Mechatronik	Biotechnik, Medizintechnik	Chemie, Rohstofftechnik, Lebensmittel	Informatik, IT	Informatik, IT
Fertigungsmesstechnik – SP Produktionssteuerung	Maschinenbau, Metalltechnik	Chemie, Rohstofftechnik, Lebensmittel	Elektrotechnik, IT, Mechatronik	Innovations- und Produktmanagement	Innovations- und Produktmanagement
Fertigungsmesstechnik – SP Produktmessung		Elektrotechnik, IT, Mechatronik	Maschinenbau, Metalltechnik	Maschinen- und Anlagenbau	Maschinen- und Anlagenbau
Konstrukteurin und Konstrukteur - SP Maschinenbautechnik		Maschinenbau, Metalltechnik		Mechatronik	Mechatronik

Kunststoff- formgebung		Wirtschafts- ingenieurwesen		Technik, Ingenieurwesen	Naturwissen- schaften
Kunststoff- technik				Umwelttechnik	Technik, Ingenieurwesen
Mechatronik – Fertigungs- technik				Verfahrens- technik	Umwelttechnik
				Wirtschaft, Recht, Management	Verfahrens- technik
				Wirtschafts- ingenieurwesen	Wirtschaft, Recht, Management
					Wirtschafts- ingenieurwesen

Quelle: *Arbeitsmarktservice Österreich (AMS): Berufsinformationssystem des AMS. Online verfügbar unter: <https://bis.ams.or.at/bis/>, Economica.*

Die Überschneidung der potenziellen Ausbildungen zwischen den einzelnen KETs ist nochmals höher als dies bereits bei den KET-relevanten Berufen der Fall ist. Tabelle 6 listet jene Ausbildungen pro Ausbildungsebene auf, die in allen sechs KETs Relevanz haben. Auch hier zeigt sich der klare Fokus auf den MINT Bereich.

Die benötigten Ausbildungen finden sich überwiegend im sogenannten MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) mit leicht unterschiedlichen Ausprägungen je nach KET. Beispielsweise in Richtung Biologie und Biochemie für Industrial Biotechnology, oder ein verstärkter Fokus auf Elektrowissenschaften im Falle der Micro- and Nanoelectronics.

Die Analysen des Ausbildungsangebots, bzw. des Angebots an Humankapital in Österreich und aber auch im internationalen Bereich, wurden daher jeweils für die drei MINT-Bereiche nach ISCED 2013 vorgenommen („Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“, „Ingenieurwesen“ und „Informatik und Kommunikationstechnologie“). Dies hat den zusätzlichen Vorteil, dass potenzielle Ungenauigkeiten⁴⁰ in der Zuordnung auf niedrigem Aggregationslevel geglättet wurden.

3.4.2 Absolventinnen und Absolventen

Die Entwicklungen der Absolventinnen und Absolventen werden nachfolgend für Österreich für den Sekundär- sowie den Tertiärbereich betrachtet. Dabei wurden die Daten zu den Lehrabschlüssen von der Wirtschaftskammer Österreich bereitgestellt. Graduiertenzahlen bestimmter Schultypen (z. B. HTL)

⁴⁰ Dies betrifft sowohl potenzielle Ungenauigkeiten bei der händischen Zuordnung als auch die unterschiedliche Zuordnung bedingt durch beispielsweise internationale Unterschiede bei der Detailzuordnung.

stehen nicht zur Verfügung, hier wurde daher mit der Zahl der Schülerinnen und Schüler gearbeitet. Über Eurostat sind hingegen die Zahlen der Absolventinnen und Absolventen nach Ausbildungsniveau (sekundär, tertiär) und Ausbildungsfach (ISCED 2013) verfügbar. Statistik Austria ermöglicht es in einem weiteren Schritt, die Zahl der Erstabschlüsse und die unterschiedlichen tertiären Abschlüsse (Diplom, Bachelor, Master, Doktorat) detaillierter darzustellen.

3.4.2.1 Sekundäre Ausbildung (berufsbildend)

Die sekundäre Ausbildung ist in Österreich gut ausgebaut und reicht von spezialisierten Schultypen bis hin zur praktischen Berufsausbildung in Form der Lehre. Während hinsichtlich KET-Relevanz bei der sekundären Ausbildung im Allgemeinen, aber auch bei den Schülerinnen und Schülern bestimmter Schultypen auf Annäherungen zurückgegriffen werden muss, ist es möglich KET-relevante Lehrabschlüsse detaillierter zu betrachten, da die Klassifizierung der Lehrberufe des BIS zu weiten Teilen jener der WKÖ entspricht.

Von insgesamt 37.618 bestandenen Lehrabschlussprüfungen im Jahr 2020 waren 9.724 (26%) in KET-relevanten Lehrberufen. Die meisten Lehrlinge kamen dabei aus Oberösterreich. Hinsichtlich Lehrberufe liegt die Metalltechnik mit 3.085 erfolgreichen Prüflingen auf Rang 1, gefolgt von der Elektrotechnik (2.330) und der Mechatronik (793).⁴¹

Werden nun die Sekundärabschlüsse allgemein betrachtet, ergibt sich auch hier, dass für die KETS überwiegend Ausbildungen in den Bereichen Naturwissenschaften, Technik und Informations- und Kommunikationstechnologie benötigt werden. Ein spezifisch daraus ausgerichteter Schultyp in Österreich sind die mittleren und vor allem höheren technisch-gewerblichen Schulen. Hier zeigt sich, dass die Zahl der Schülerinnen und Schüler der mittleren technisch-gewerblichen Schulen seit 2006 bis 2020 jährlich um durchschnittlich 1,4 Prozent rückläufig ist. Bei den höheren technisch-gewerblichen Schulen ist die Zahl hingegen leicht ansteigend (+0,4 Prozent per annum).⁴²

Hinsichtlich Abschlüsse im Sekundärbereich allgemein ist es möglich, diese nach der ISCED 2013 Klassifizierung zu erhalten (nicht bekannt ist hingegen, an welchem Schultyp/Lehre der Abschluss erworben wurde). Werden die drei Obergruppen „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“, „Ingenieurwesen“ und „Informatik und Kommunikationstechnologie“ betrachtet, zeigt sich, dass der Bereich Ingenieurwesen die größte Bedeutung hat. Im Jahr 2019 wurden 34 Prozent aller sekundären

⁴¹ WKÖ Statistik (2021): Lehrabschlussprüfungsstatistik 2020.

⁴² Statistik Austria, Schulstatistik 2006-2020.

Abschlüsse in Österreich in diesem Bereich abgelegt. Mit deutlichem Abstand folgen IKT (2,6 Prozent) und Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik (0,1 Prozent).⁴³

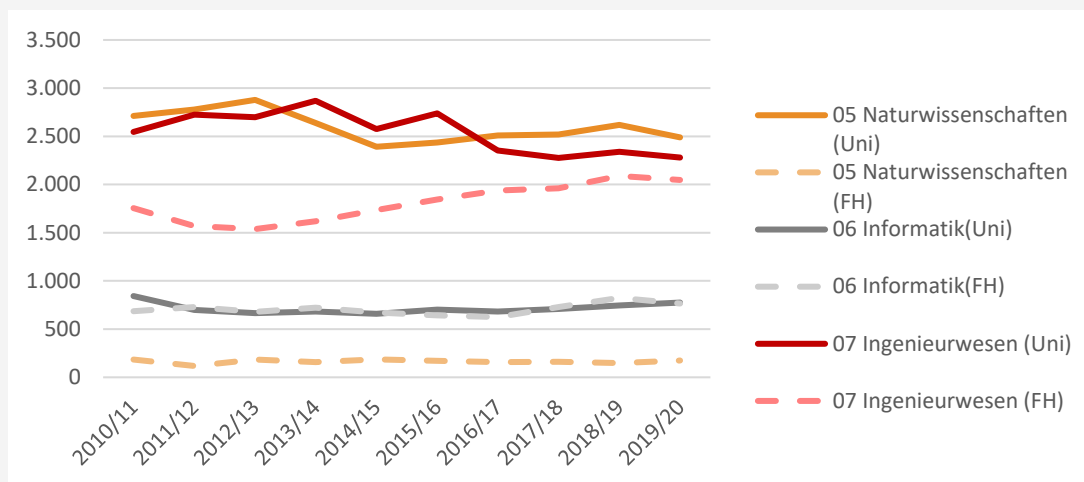
Auch beim Vergleich der sekundär und tertiär Graduierten in den drei ausgewählten Bereichen zeigt sich für Österreich ein deutlicher Unterschied zwischen diesen. Bei den Ingenieurwissenschaften überwiegen die Graduierten im Sekundärbereich, während bei den anderen beiden Fachrichtungen jene aus dem tertiären Bereich einen größeren Anteil ausmachen.⁴⁴ Im europäischen Vergleich zeigen sich hier teils deutliche Unterschiede hinsichtlich der Aufteilung auf den Sekundär- bzw. Tertiärbereich in den KET-relevanten Ausbildungsobergruppen.

3.4.2.2 Studienabsolventinnen und -absolventen

Die Auswertung der Entwicklung der Erstabschlüsse (Universitäten und Fachhochschulen) in Abbildung 31, zeigt für die drei Ausbildungsobergruppen eine konstante Tendenz über die letzten zehn Jahre. Die geringste Zahl an Absolventinnen und Absolventen gibt es im Bereich „IKT“. Im Gegensatz dazu lag die Zahl der Absolventinnen und Absolventen des „Ingenieurwesen“ bereits im Jahr 2010/11 und bis einschließlich 2020 deutlich höher. Eine gleichbleibende Zahl an Erstabschlüssen heißt auch, dass der jährliche Beitrag an neuen potenziellen Fachkräften in den betrachteten Bereichen stagniert, mit möglichen beschränkenden Auswirkungen auf die Entwicklung der KET-Industrien.

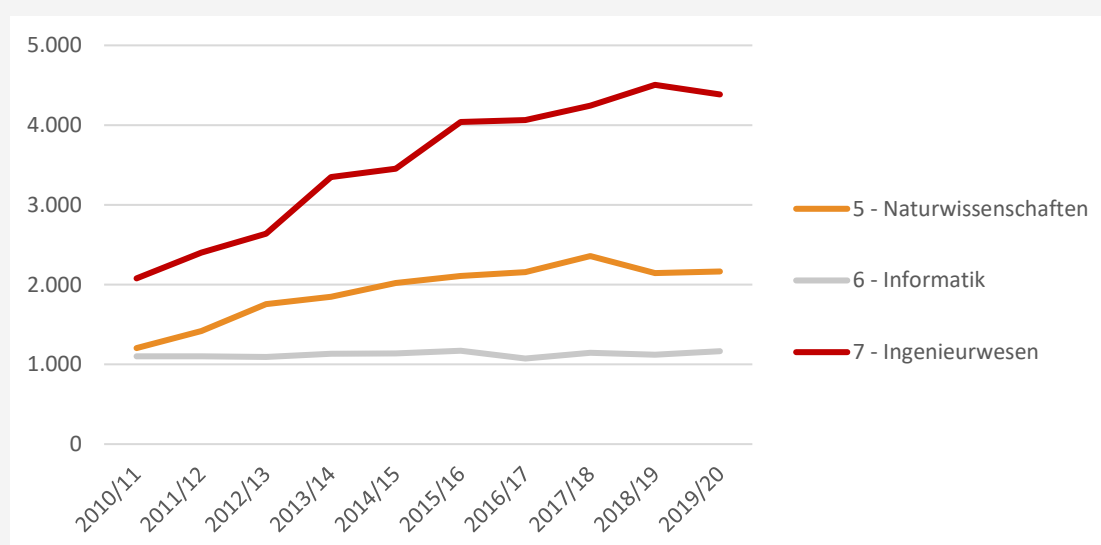
⁴³ Eurostat, Graduierte nach ISCED 2013 und ISCED 2011.

⁴⁴ Ibd.

Abbildung 31: Erstabschlüsse in Ausbildungsobergruppen, Universität und FH

Quelle: Statistik Austria, Economica

Als weitere Analyse zeigt Abbildung 32 die zeitliche Entwicklung der Zahl der Abschlüsse in den höheren Stufen (Master bzw. Doktorat). Hier zeigt sich im Bereich „Naturwissenschaften“ und „Ingenieurwesen“ ein positiver Trend, dagegen weist „IKT“ wieder eine sinkende Tendenz auf. Die positive Entwicklung der Master- und Doktorsabschlüsse kann einerseits ein Hinweis darauf sein, dass Absolventinnen und Absolventen eine vertiefende Ausbildung in diesen Bereichen anstreben. Andererseits ist der Anstieg zumindest teilweise mit der Umstellung von Diplom- auf Bachelor-/Masterstudien zurückzuführen.

Abbildung 32: Master- und Doktoratsabschlüsse in Studienobergruppen

Quelle: Statistik Austria, Economica

3.4.3 Schlussfolgerung

Durch die Analyse der KET-relevanten Ausbildungen sowie die Auswertung der Absolventinnen und Absolventen (soweit die Datenverfügbarkeit dies erlaubt) ergeben sich folgende Punkte:

Wie bereits bei den Berufen ist die Überschneidung der relevanten Ausbildungen zwischen den KETs hoch, sogar noch höher als bei den Berufen selbst. Die Bedeutung des MINT Bereichs wird auch bei den Ausbildungen klar ersichtlich. Insbesondere Ausbildungen in den Bereichen Technik und IKT werden benötigt und zwar auf sekundärem und tertiärem Ausbildungsniveau.

Hinsichtlich Absolventinnen und Absolventen waren 2020 gut ein Viertel aller bestandenen Lehrabschlussprüfungen in einem Lehrberuf mit KET-Relevanz. Bei den Studierenden zeigt sich, dass, während die Zahl der Absolventinnen und Absolventen im Bereich „Ingenieurwissenschaften“ ansteigt, jene im Bereich „IKT“ auf niedrigem Niveau konstant bleibt. Insbesondere vor dem Hintergrund der voranschreitenden Digitalisierung und ihrer Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft ist dies kritisch zu betrachten.

Wird die Prognose über den zukünftigen zusätzlichen Bedarf an etwa 58.000 Fachkräfte (in den nächsten 10 Jahren) in Verbindung mit den aktuellen Abschlussstatistiken gesetzt ergibt sich folgendes Bild:

In den wichtigsten Studien (Ingenieurwesen, Informatik und Naturwissenschaften) gibt es pro Jahr insgesamt circa 16.000 Studienabschlüssen.⁴⁵ Damit entspricht ein kompletter Jahrgang circa dem Bedarf an tertiär ausgebildeten Fachkräften auf 10 Jahre laut Prognose (16.780).

3.5 Kompetenz-Lead

Österreich zählt bereits aktuell zu jenen Ländern, die ein hohes Angebot an Kompetenzen für die KETs aufweisen, insbesondere für das KET „Mikro- und Nanotechnologie“.⁴⁶ Die Auswertung hinsichtlich des Angebots an Kompetenzen der EU-Kommission beruht auf Daten des Netzwerks LinkedIn⁴⁷ und stellt damit das aktuelle Angebot dar. Bedingt durch die Datenverfügbarkeit, aber auch durch eine

⁴⁵ Statistik Austria

⁴⁶ <https://ati.ec.europa.eu/data-dashboard/overview?filter%5Bgeo%5D=AT%2CEU27> und https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fati.ec.europa.eu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fati-data-files%2FATI_28_Skills_Supply_professionals.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK

⁴⁷ European Commission (2021): Advanced Technologies for Industry – Methodological Report: Indicator framework and data calculations, Brüssel.

Ausrichtung auf das zukünftig verfügbare Angebot an Humankapital, wurden im Folgenden Daten zu Graduierten (Sekundär- und Tertiärsektor) und aktuellen Studierenden verwendet. Einerseits sind diese auf EU-Ebene für alle Länder in vergleichbarer Form verfügbar. Andererseits ist eine breit aufgestellte und genügend große Basis an Studierenden und in weiterer Folge Graduierten die Grundvoraussetzung für das Angebot an relevanten Kompetenzen am Arbeitsmarkt. Insbesondere für die KETs, da diese alle spezialisierte Fähigkeiten und Fachwissen voraussetzen. Die Verwendung der drei unterschiedlichen Datenbasen (Studierende, sekundär Graduierte und tertiär Graduierte) wurde gewählt, um ein möglichst breites Angebot an Kompetenzen im Land zu erfassen und eventuellen strukturellen Unterschieden im Ausbildungssystem (z. B. der Lehre in Österreich) gerecht zu werden.

Um den Kompetenz-Lead zu bestimmen, wurde der Anteil der aktuell (2019) Studierenden sowie der aktuell Graduierten in einem bestimmten Fach/ einer bestimmten Ausbildungsobergruppe in Österreich mit dem korrespondierenden Anteil jener Länder verglichen, die laut Europäischer Kommission in mindestens einem KET unter den Top 5 hinsichtlich des Kompetenzangebots⁴⁸ vertreten⁴⁹ sind.

Dabei zeigt sich zweierlei: zum einen ergibt sich pro Ausbildungsobergruppe, welches der Länder in der Vergleichsgruppe anteilig die meisten Studierenden vorzuweisen hätte und welche Veränderungen es in Österreich bedürfte, um auf diesen Anteil zu kommen. Zweitens werden unterschiedliche Strukturen hinsichtlich der Verteilung der Abschlüsse auf sekundärer und tertiärer Ebene ersichtlich.

3.5.1 Graduierte auf Sekundär- und Tertiärebene

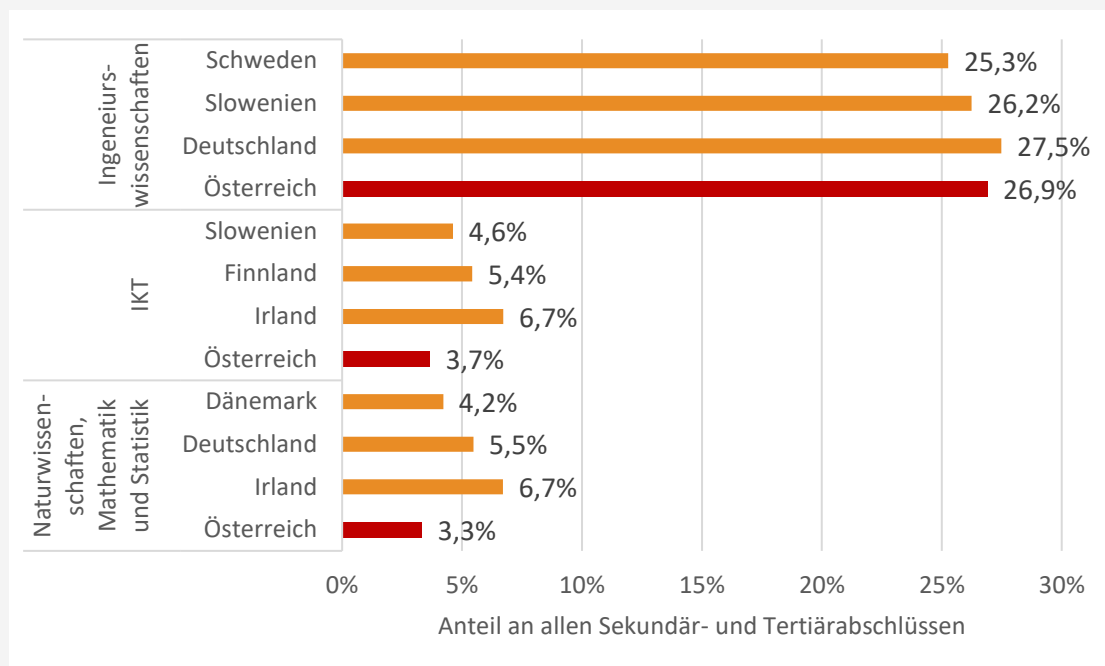
Benötigte Kompetenzen und Ausbildungen können sowohl im Sekundär- als auch im Tertiärbereich erworben werden. Aus diesem Grund wurden für einen ersten Überblick die Absolventinnen und Absolventen der relevanten Ausbildungsgruppen des Jahres 2019 zusammengefasst und gemeinsam ausgewertet. Nebst der breiteren Abdeckung an vorhandenen Kompetenzen, werden so auch die Unterschiede im Ausbildungssystem, bzw. die unterschiedlichen Ausprägungen (z. B. ein stark differenziertes System an sekundärer Berufsbildung Österreich) im Sekundär- und Tertiärbereich bedacht.

⁴⁸ Diese Länder sind: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Irland, Niederlande, Österreich, Schweden, Slowenien. Vgl. <https://ati.ec.europa.eu/data-dashboard/overview?filter%5Bgeo%5D=AT%2CEU27> und https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fati.ec.europa.eu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fati-data-files%2FATI_28_Skills_Supply_professionals.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK

⁴⁹ Auf Grund nicht verfügbarer Daten für 2019 werden die Niederlande nicht in die Analyse miteinbezogen. Ältere Daten zeigen jedoch, dass in keinem, der betrachteten Studienfächer ein Kompetenz-Lead in den Niederlanden bestand.

In Abbildung 33 werden die Anteile der Graduierten (Sekundär- und Tertiärebene) einer Ausbildungs-obergruppe an allen Graduierten für Österreich und die jeweiligen Top-3 Länder (innerhalb der Vergleichsgruppe) pro Ausbildungsobergruppe dargestellt. Österreich hatte 2019 in keiner der betrachteten Gruppen den höchsten Anteil an Absolventinnen und Absolventen, lag aber bei den Ingenieurwissenschaften auf Rang 2. Deutlichen Aufholbedarf gibt es jedoch in den Bereichen IKT und Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik.

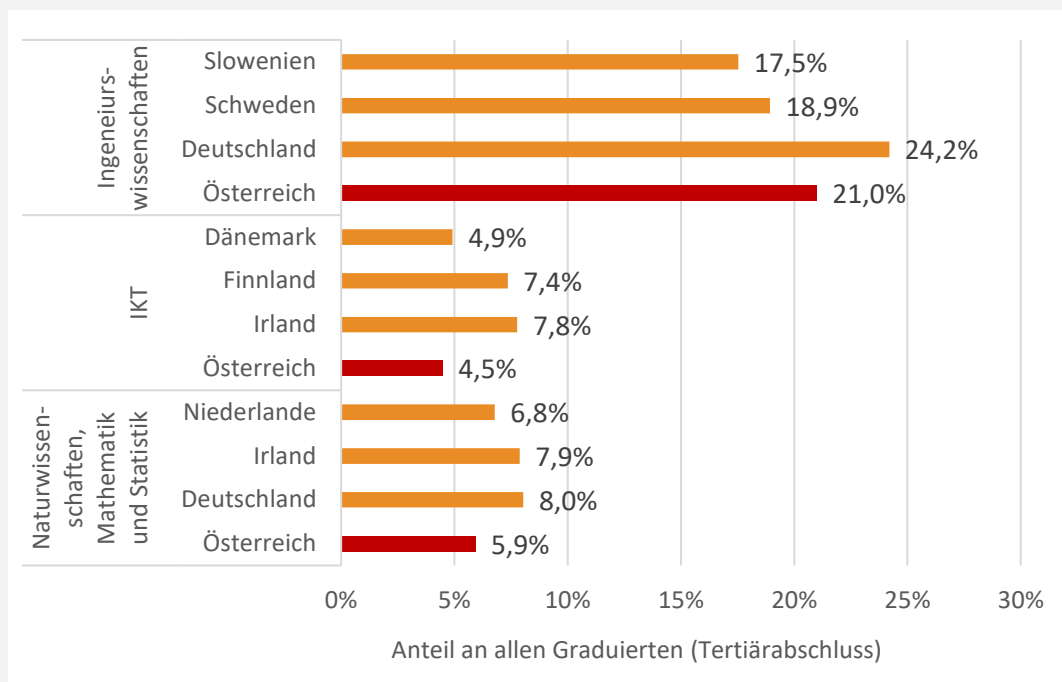
Abbildung 33: Vergleich des Anteils an Graduierten (Sekundär- und Tertiärabschlüsse), 2019



Quelle Eurostat, Economica

Die Aufschlüsselung der Graduiertenanteile nach Ausbildungsniveau ergibt ein ähnliches Bild wie die gesamthafte Betrachtung. Österreich weist auch hier für die Bereiche IKT, Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik den größten Aufholbedarf auf. Sowohl bei den tertiären (Abbildung 34) als auch bei den sekundären (Abbildung 35) Abschlüssen.

Abbildung 34: Vergleich des Anteils an Graduierten (Tertiärabschlüsse), 2019



Quelle Eurostat, *Economica*

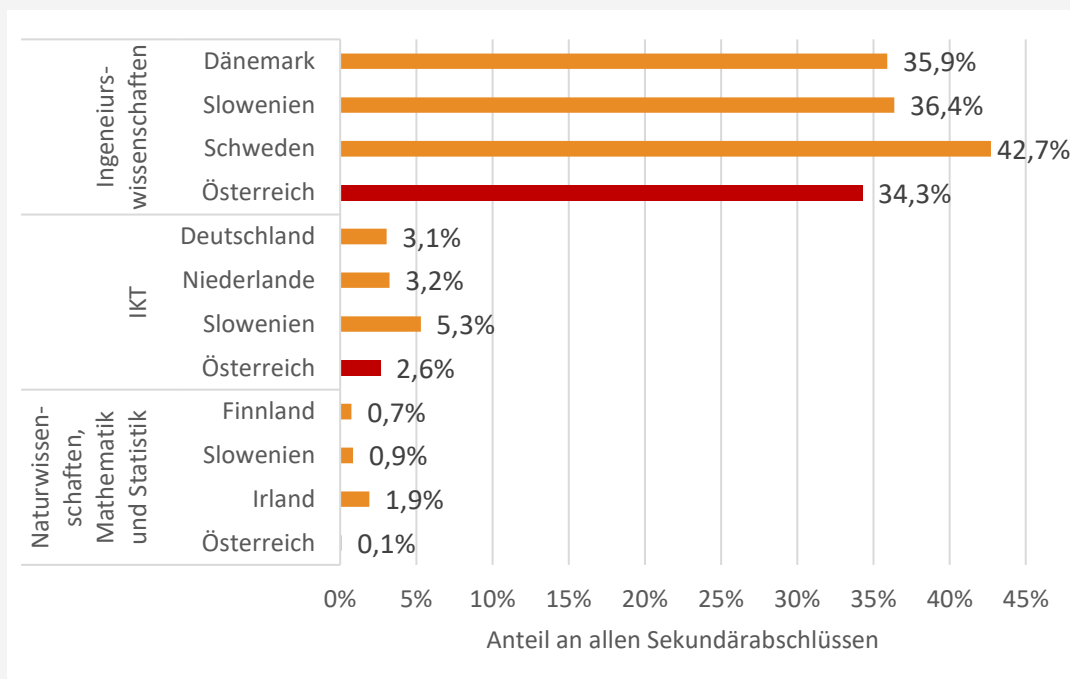
Um den europäischen Kompetenz-Lead bei den tertiär Graduierten zu erlangen – sprich anteilig genauso viele Graduierte in einer Ausbildungsobergruppe zu haben, wie das Land (innerhalb der getroffenen Länderauswahl) mit dem höchsten Anteil – müsste Österreich sich in allen drei Bereichen steigern⁵⁰. Den geringsten Aufholbedarf gibt es mit einem Plus von 15,2 Prozent in der Ausbildungsobergruppe „Ingenieurwissenschaften“. Deutlicher müsste die Zahl der Graduierten in den Bereichen „IKT“ und „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“ gesteigert werden (immer bei gleichbleibender Gesamtanzahl an Graduierten über alle Ausbildungsobergruppen hinweg). In konkreten Zahlen bedeutet dies, dass es ein Plus von 73,5 Prozent bei den tertiär Absolventinnen und Absolventen in der Ausbildungsobergruppe „IKT“ bedarf, um zumindest auf die anteilige Verteilung Irlands zu kommen. Im Bereich „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“ liegt der Steigerungsbedarf bei 35,8 Prozent.

Der Vergleich zwischen den Anteilen der Abschlüsse pro Ausbildungsobergruppe getrennt nach Sekundär- und Tertiärebene zeigt, – bei kleineren Unterschieden zwischen den Ländern – dass Ingenieurs-

⁵⁰ Immer jeweils unter der Annahme, dass die Anzahl der tertiär Graduierten pro Jahr insgesamt gleich bleibt, sprich eine reine Umverteilung der Graduierten stattfindet.

wissenschaften länderübergreifend einen Großteil der Abschlüsse im Sekundärbereich ausmachen, wohingegen IKT und Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik nur eine geringe Rolle spielen. Ebenfalls zeigt sich eine leicht veränderte Reihenfolge der Top-3 Länder pro Ausbildungsobergruppe abhängig davon, ob die Anteile der Abschlüsse im Sekundär- oder im Tertiärbereich herangezogen werden. Dies lässt auf unterschiedliche Ausrichtungen im Ausbildungswesen der einzelnen Länder schließen (z. B. IKT-Sekundärausbildung in Slowenien, IKT-Tertiärausbildung in Finnland und Irland).

Abbildung 35: Vergleich des Anteils an Graduierten (Sekundärabschlüsse), 2019



Quelle Eurostat, Economica

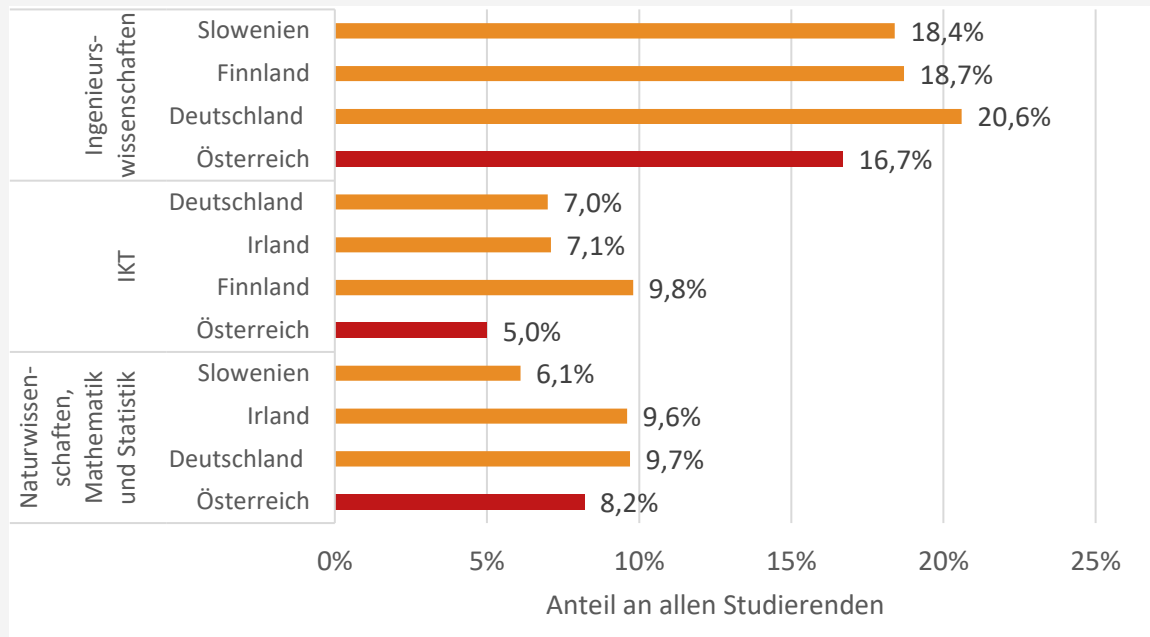
3.5.2 Studierende (Tertiärebene)

Der Vergleich des Anteils der Studierenden in den relevanten Ausbildungsobergruppen zeigt, dass Österreich in keinem Studienfach den Kompetenz-Lead innehat. Im Bereich „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“ rangiert Österreich an dritter Stelle im Vergleich mit den anderen acht ausgewählten Ländern. In der Obergruppe „IKT“ haben alle Vergleichsländer einen Anteil von unter 10 Prozent, Österreich liegt allerdings nur bei 5 Prozent und ist damit im unteren Mittelfeld.

Abbildung 36 zeigt den Anteil der Studierenden einer Ausbildungsobergruppe für die Top 3 Länder (innerhalb der Vergleichsgruppe) sowie Österreich für die drei KET-relevanten Ausbildungsobergruppen

„Ingenieurwesen“, „IKT“ und „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“. Deutschland ist dabei in allen drei Gruppen unter den Top 3 vertreten.

Abbildung 36: Vergleich des Anteils an Studierenden nach Ausbildungsobergruppen, 2019



Quelle Eurostat, *Economica*

Um den Kompetenz-Lead zu erreichen – sprich anteilig genauso viele Studierende in einer Ausbildungsobergruppe zu haben, wie das Land mit dem höchsten Anteil – müsste Österreich sich in allen drei Bereichen aber insbesondere im Bereich „IKT“ steigern. In konkreten Zahlen bedeutet dies, um in der Ausbildungsobergruppe „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“ einen Anteil von 9,7 Prozent aller Studierenden zu erreichen, bräuchte es 18 Prozent mehr Studierende in diesem Bereich, als dies momentan der Fall ist (bei gleichbleibender Gesamtzahl an Studierenden). Für den Bereich „Ingenieurwesen“ beläuft sich diese Zahl auf ein Plus von 23 Prozent. Den deutlichsten Aufholbedarf gibt es in der Ausbildungsobergruppe „IKT“. Der Anteil der IKT-Studierenden ist in Finnland annähernd doppelt so hoch, wie in Österreich. Folglich bräuchte es ein Plus von 96 Prozent.

3.5.3 Schlussfolgerung

Die ausreichende Versorgung einer Wirtschaft mit Humankapital, speziell in Bereichen der Hochtechnologie, ist Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung und Produktion solcher Technologien. Bereits die Auswertung der Studierenden sowie Absolventinnen und Absolventen – sowohl auf Tertiär- als auch auf Sekundärebene – hat gezeigt, dass es insbesondere im Bereich der IKT Schwächen im Sinne

einer stagnierenden Zahl an Absolventinnen und Absolventen auf niedrigem Niveau gibt. Dies bestätigt sich auch bei einem Vergleich Österreichs mit jenen Ländern, die in den KETs einen Kompetenz-Lead innehaben. Auch wenn Österreich in keiner der drei betrachteten, und für die KETS besonders relevanten, Ausbildungsobergruppen „Ingenieurwesen“, „Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik“ und „IKT“ den höchsten Anteil an Studierenden und Graduierten aufweisen kann, so ist die Lücke zu jenem Land mit dem höchsten Anteil im Bereich „IKT“ am eklatantesten.

Bei der Betrachtung des Kompetenz-Leads gilt es allerdings zu bedenken, dass es sich dabei um Anteile an Studierenden innerhalb einer Fachrichtung im Vergleich zu allen Studierenden handelt. Eine Erhöhung des Anteils hat folglich eine umverteilende Wirkung und reduziert die Größe eines Anteils anderer Studierender. Daher ist es generell anzudenken, sich in gewissen Bereichen zu spezialisieren (ohne auf eine breite Bildung der Bevölkerung zu verzichten). Diese Spezialisierung sollte dabei so ausfallen, dass die erlernten Kompetenzen und Fachkenntnisse im Einklang mit der strategischen Entscheidung hinsichtlich KETs stehen.

4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abdeckungsgrad der KETs laut Patentanalyse	11
Tabelle 2: Internationaler Vergleich der Patentanmeldungen der KETs in Österreich 2019	38
Tabelle 3: Beschäftigungsentwicklung in KET-relevanten Berufsgruppen (2011-2020, p.a.), nach KET	44
Tabelle 4: Zusammenhang zwischen Patenten und Exporten, je KET	48
Tabelle 5: Zusätzlicher Fachkräftebedarf nach Berufsgruppen.....	50
Tabelle 6: Ausbildungen mit Relevanz für alle KETs nach Ausbildungsniveau	53
Tabelle 7: Ausgewählte IPC Codes für die jeweiligen KETs	70
Tabelle 8: Für die KETs-relevante Berufe nach BIS pro KET	95
Tabelle 9: Lehrberufe mit KET-Relevanz	98
Tabelle 10: BMS und BHS Ausbildungen mit KET-Relevanz	101
Tabelle 11: Tertiäre Ausbildungen mit KET-Relevanz.....	102
Tabelle 12: Zuordnung BIS-Studiengänge zur ISCED 2013 Klassifizierung	104

5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Produktionsanteil der KETs in Österreich, 2019	9
Abbildung 2: Entwicklung Patentfamilien in Österreich, EU27 und weltweit	15
Abbildung 3: Entwicklung Patentfamilien Österreich in Relation zu EU27 und weltweit.....	16
Abbildung 4: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien.....	18
Abbildung 5: Advanced Manufacturing Technology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	19
Abbildung 6: Advanced Manufacturing Technology, Spezialisierungskoeffizient 2019	20
Abbildung 7: Advanced Materials, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien	21
Abbildung 8: Advanced Materials, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	22
Abbildung 9: Advanced Materials, Spezialisierungskoeffizient 2019	22
Abbildung 10: Industrial Biotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien	23
Abbildung 11: Industrial Biotechnology, Gegenüberstellung der Entwicklung der Patentfamilien aus Anmelder- und Erfindersicht	24
Abbildung 12: Industrial Biotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	25
Abbildung 13: Industrial Biotechnology, Spezialisierungskoeffizient 2019	26
Abbildung 14: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien.....	27
Abbildung 15: Micro- and Nanoelectronics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019.....	28
Abbildung 16: Micro- and Nanoelectronics, Spezialisierungskoeffizient 2019	28
Abbildung 17: Nanotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien.....	30
Abbildung 18: Nanotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019.....	31
Abbildung 19: Nanotechnology, Spezialisierungskoeffizient 2019	31
Abbildung 20: Photonics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien	32
Abbildung 21: Photonics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	33
Abbildung 22: Photonics, Spezialisierungskoeffizient 2019.....	34
Abbildung 23: Entwicklung der Patente nach Anmelderinnen und Anmeldern sowie Erfinderinnen und Erfindern in Österreich.....	35
Abbildung 24: Anteil der Patente nach Anmelderinnen / Anmeldern zu Patenten nach Erfinderinnen / Erfindern in Österreich.....	36

Abbildung 25: KETs, Spezialisierungskoeffizienten 2019	37
Abbildung 26: Heimischer Patentanteil EU-27 (2016-2020).....	39
Abbildung 27: Heimischer Patentanteil weltweit (2016-2020).....	39
Abbildung 28 Durchschnittliches jährliches Beschäftigungswachstum, 2011-2020	42
Abbildung 29: Zusammenhang zwischen Patenten und Exporten, KETs gesamt.....	47
Abbildung 30: Prognose CEDEFOP – Durchschnittliches jährliches Beschäftigtenwachstum in Österreich 2020-2030	51
Abbildung 31: Erstabschlüsse in Ausbildungsobergruppen, Universität und FH.....	57
Abbildung 32: Master- und Doktoratsabschlüsse in Studienobergruppen	57
Abbildung 33: Vergleich des Anteils an Graduierten (Sekundär- und Tertiärabschlüsse), 2019.....	60
Abbildung 34: Vergleich des Anteils an Graduierten (Tertiärabschlüsse), 2019	61
Abbildung 35: Vergleich des Anteils an Graduierten (Sekundärabschlüsse), 2019.....	62
Abbildung 36: Vergleich des Anteils an Studierenden nach Ausbildungsobergruppen, 2019	63
Abbildung 37: Advanced Manufacturing Technology, Abdeckungsgrad der Patentklassen	78
Abbildung 38: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung der Patentfamilien	79
Abbildung 39: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich.....	79
Abbildung 40: Advanced Manufacturing Technology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	80
Abbildung 41: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder.....	80
Abbildung 42: Advanced Materials, Abdeckungsgrad der Patentklassen	81
Abbildung 43: Advanced Materials, Entwicklung der Patentfamilien	81
Abbildung 44: Advanced Materials, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich.....	82
Abbildung 45: Advanced Materials, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	82
Abbildung 46: Advanced Materials, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder.....	83
Abbildung 47: Industrial Biotechnology, Abdeckungsgrad der Patentklassen	83
Abbildung 48: Industrial Biotechnology, Entwicklung der Patentfamilien	84
Abbildung 49: Industrial Biotechnology, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich	85
Abbildung 50: Industrial Biotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	85

Abbildung 51: Industrial Biotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder	86
Abbildung 52: Micro- and Nanoelectronics, Abdeckungsgrad der Patentklassen	87
Abbildung 53: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung der Patentfamilien	88
Abbildung 54: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich	88
Abbildung 55: Micro- and Nanoelectronics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019.....	89
Abbildung 56: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder	89
Abbildung 57: Nanotechnology, Abdeckungsgrad der Patentklassen.....	90
Abbildung 58: Nanotechnology, Entwicklung der Patentfamilien	90
Abbildung 59: Nanotechnology, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich	91
Abbildung 60: Nanotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019.....	91
Abbildung 61: Nanotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder.....	92
Abbildung 62: Photonics, Abdeckungsgrad der Patentklassen	92
Abbildung 63: Photonics, Entwicklung der Patentfamilien	93
Abbildung 64: Photonics, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich.....	94
Abbildung 65: Photonics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019	94
Abbildung 66: Photonics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder.....	95

Anhang I – Detaillierte Patentanalyse

Patentklassen

Die Auswahl der IPC Codes für die KETs basiert auf den Ergebnissen der EU-Studie „Advanced Technologies for Industry“⁵¹, in welcher die relevanten Patentklassen für die jeweiligen KETs ermittelt wurden. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu erhalten, wurden die Klassifizierungen auf Patentgruppen aggregiert.

Tabelle 7: Ausgewählte IPC Codes für die jeweiligen KETs

Patentgruppe	Beschreibung
Advanced Manufacturing Technologies	
B01D 15	Trennverfahren durch Behandlung von Flüssigkeiten mit festen Sorbentien
B01D 67	Verfahren, die speziell für die Herstellung semipermeabler Membranen für Trennverfahren oder entsprechender Geräte geeignet sind
B01J 10	Chemische Verfahren allgemein zum Umsetzen flüssiger mit gasförmigen Medien in Abwesenheit fester Teilchen
B01J 12	Chemische Verfahren allgemein zum Umsetzen gasförmiger mit gasförmigen Medien
B01J 13	Kolloidchemie, z.B. Herstellung von kolloidalen Stoffen oder deren Lösungen, soweit nicht anderweitig vorgesehen
B01J 14	Chemische Verfahren allgemein zur Umsetzung von Flüssigkeiten mit Flüssigkeiten
B01J 15	Chemische Verfahren allgemein zur Umsetzung gasförmiger Medien mit nicht teilchenförmigen Feststoffen, z.B. blattförmigem Material
B01J 16	Chemische Verfahren allgemein zur Umsetzung von Flüssigkeiten mit nicht teilchenförmigen Feststoffen, z.B. blattförmigem Material
B01J 19	Chemische, physikalische oder physiko-chemische Verfahren allgemein
B01J 20	Feste Sorbentien
B01J 21	Katalysatoren, die Magnesium, Bor, Aluminium, Kohlenstoff, Silicium, Titan, Zirkonium oder Hafnium als Elemente, Oxide oder Hydroxide enthalten
B01J 23	Katalysatoren, die nicht in Gruppe
B01J 25	Katalysatoren des Raney-Typs
B01J 27	Katalysatoren, welche Elemente oder Verbindungen der Halogene, des Schwefels, Selens, Tellurs, Phosphors oder Stickstoffs enthalten
B01J 29	Katalysatoren, welche Molekularsiebe enthalten
B01J 31	Katalysatoren, welche Hydride, Koordinationskomplexe oder organische Verbindungen enthalten
B01J 38	Regenerierung oder Reaktivierung von Katalysatoren, im Allgemeinen
B01J 39	Ionenaustausch
B01J 41	Anionenaustausch
B01J 47	Ionenaustauschverfahren allgemein
B01J 49	Regenerieren oder Reaktivieren von Ionenaustauschern

⁵¹ European Commission (2021): Advanced Technologies for Industry – Methodological Report: Indicator framework and data calculations, Brüssel.

B01J 8	Chemische oder physikalische Verfahren allgemein, die in Gegenwart fließender Medien und fester Teilchen ausgeführt werden
B01L	Chemische oder physikalische Laboratoriumsgeräte zum allgemeinen Gebrauch
B04B	Zentrifugen
B04C	Zentrifugalapparate mit freier Wirbelströmung, z.B. Zyklone
B32B 37	Verfahren oder Vorrichtungen zur Herstellung von Schichtkörpern
B32B 38	Ergänzende Bearbeitungsvorgänge in Verbindung mit Laminierverfahren
B32B 39	Gestaltung von Vorrichtungen oder Anlagen, z.B. modulare Laminiersysteme
B32B 41	Anordnungen zur Steuerung oder Überwachung von Laminierverfahren
B81C 3	Zusammenbau von Bauelementen oder Systemen aus individuell hergestellten Teilen
B82B 3	Herstellung oder Behandlung von Nanostrukturen durch die Manipulation von einzelnen Atomen oder Molekülen oder einer begrenzten Ansammlung von Atomen oder Molekülen als einzelne Einheiten
B82Y 35	Verfahren oder Vorrichtungen für die Messung oder Analyse von Nanostrukturen
B82Y 40	Herstellung oder Behandlung von Nanostrukturen
C01B 17	Schwefel
C01B 21	Stickstoff
C01B 25	Phosphor
C01B 31	Nichtmetallische Elemente; deren Verbindungen
C01B 9	Allgemeine Verfahren zur Herstellung von Halogeniden
C01C 1	Ammoniak
C01D 1	Oxide oder Hydroxide des Natriums, des Kaliums oder der Alkalimetalle allgemein
C01D 3	Halogenide des Natriums, des Kaliums oder der Alkalimetalle allgemein
C01D 5	Sulfate oder Sulfite des Natriums, des Kaliums oder der Alkalimetalle allgemein
C01D 7	Carbonate des Natriums, des Kaliums oder der Alkalimetalle allgemein
C01D 9	Nitrate des Natriums, des Kaliums oder der Alkalimetalle allgemein
C01F 1	Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Metalle Beryllium, Magnesium, Aluminium, Calcium, Strontium, Barium, Radium, Thorium oder der Seltenen Erden allgemein
C01G 1	Verfahren zur Herstellung von Metallverbindungen, die in den Unterklassen
C02F 11	Behandlung von Schlamm
C02F 3	Biologische Behandlung von Wasser, kommunalem oder industriellem Abwasser
C03B 20	Verfahren, die besonders zur Herstellung von Artikeln aus Quarzglas oder Quarzglas ausgebildet sind
C03B 5	Schmelzen in Öfen
C03C 21	Behandeln von Glas, außer Fasern oder Filamenten aus Glas, durch Diffusion von Ionen oder Metallen in die Oberfläche
C03C 29	Verbinden von Metallen mit Hilfe von Glas
C04B 11	Calciumsulfat-Bindemittel
C04B 35	Geformte keramische Erzeugnisse, die durch ihre Zusammensetzung gekennzeichnet sind
C04B 37	Verbinden gebrannter keramischer Gegenstände mit anderen gebrannten keramischen Gegenständen oder sonstigen Gegenständen durch Erhitzen
C04B 38	Poröser Mörtel, Beton, Kunststein oder poröse keramische Erzeugnisse
C04B 40	Verfahren zum Beeinflussen oder Modifizieren der Eigenschaften von Mörtel-, Beton- oder Kunststeinzusammensetzungen, z.B. der Abbinde- oder Aushärtbarkeit
C04B 7	Zemente
C04B 9	Magnesiacemente oder ähnliche Zemente
C07C 17	Verbindungen, die Kohlenstoff und Halogen mit oder ohne Wasserstoff enthalten

C07C 2	Herstellung von Kohlenwasserstoffen aus Kohlenwasserstoffen, die eine geringere Anzahl von Kohlenstoffatomen enthalten
C07C 201	Verbindungen, die Kohlenstoff und Stickstoff mit oder ohne Wasserstoff, Halogene oder Sauerstoff enthalten
C07C 209	Herstellung von Verbindungen mit Aminogruppen, die an ein Kohlenstoffgerüst gebunden sind
C07C 213	Herstellung von Verbindungen, die Amino- und Hydroxyl-, Amino- und veretherte Hydroxyl- oder Amino- und veresterte Hydroxylgruppen enthalten, die an dasselbe Kohlenstoffgerüst gebunden sind
C07C 227	Herstellung von Verbindungen, die Amino- und Carboxylgruppen enthalten, die an dasselbe Kohlenstoffgerüst gebunden sind
C07C 231	Herstellung von Carbonsäureamiden
C07C 249	Herstellung von Verbindungen, die an ein Kohlenstoffgerüst doppelt gebundene Stickstoffatome enthalten
C07C 253	Herstellung von Carbonsäurenitrilen
C07C 263	Herstellung von Derivaten der Isocyansäure
C07C 269	Herstellung von Derivaten der Carbaminsäure, d.h. Verbindungen die eine der folgenden Gruppen enthalten
C07C 273	Herstellung von Harnstoff oder seinen Derivaten, d.h. Verbindungen, die eine der folgenden Gruppen enthalten
C07C 277	Herstellung von Guanidin oder seinen Derivaten, d.h. Verbindungen, die die Gruppe
C07C 29	Herstellung von Verbindungen, die Hydroxyl- oder O-Metall-Gruppen an ein Kohlenstoffatom gebunden enthalten, das nicht einem sechsgliedrigen aromatischen Ring angehört
C07C 303	Herstellung von Estern oder Amidinen von Schwefelsäuren
C07C 315	Herstellung von Sulfonen
C07C 319	Herstellung von Thiolen, Sulfiden, Hydropolysulfiden oder Polysulfiden
C07C 37	Herstellung von Verbindungen, die Hydroxyl- oder O-Metall-Gruppen an ein Kohlenstoffatom eines sechsgliedrigen aromatischen Rings gebunden enthalten
C07C 4	Herstellung von Kohlenwasserstoffen aus Kohlenwasserstoffen, die eine größere Anzahl von Kohlenstoffatomen enthalten
C07C 41	Herstellung von Ethern
C07C 45	Herstellung von Verbindungen, die CO-Gruppen nur an Kohlenstoff- oder Wasserstoffatome gebunden enthalten
C07C 46	Herstellung von Chinonen
C07C 47	Verbindungen mit CHO-Gruppen
C07C 5	Herstellung von Kohlenwasserstoffen aus Kohlenwasserstoffen, die die gleiche Anzahl von Kohlenstoffatomen im Molekül enthalten
C07C 51	Herstellung von Carbonsäuren oder deren Salzen, Halogeniden oder Anhydriden
C07C 57	Ungesättigte Verbindungen, die Carboxylgruppen an acyclische Kohlenstoffatome gebunden enthalten
C07C 67	Herstellung von Carbonsäureestern
C07C 68	Herstellung von Estern der Kohlensäure oder der Halogenameisensäuren
C07C 7	Reinigung, Trennung oder Stabilisierung von Kohlenwasserstoffen
C07D 201	Heterocyclische Verbindungen, die nur Stickstoff als Ring- Heteroatom(e) enthalten
C07D 209	Heterocyclische Verbindungen, die fünfgliedrige Ringe mit 1 Stickstoffatom als einziges Ring-Heteroatom enthalten, die mit carbocyclischen Ringen kondensiert sind
C07D 213	Heterocyclische Verbindungen, die sechsgliedrige Ringe mit 1 Stickstoffatom als einziges Ring-Heteroatom enthalten, die nicht mit anderen Ringen kondensiert sind und die drei oder mehr Doppelbindungen innerhalb des Rings oder zwischen Ringatomen und Atomen außerhalb des Rings enthalten
C07D 251	Heterocyclische Verbindungen, die 1,3,5-Triazinringe enthalten
C07D 301	Heterocyclische Verbindungen, die Sauerstoffatome, mit oder ohne Schwefel-, Selen- oder Telluratome, als Ring- Heteroatome enthalten
C07D 311	Heterocyclische Verbindungen, die sechsgliedrige Ringe mit 1 Sauerstoffatom als einziges Ring-Heteroatom enthalten, die mit carbocyclischen Ringen kondensiert sind

C07D 499	Heterocyclische Verbindungen, die 4-Thia-1-azabicyclo [3.2.0]heptan-Ringsysteme enthalten, d.h. Verbindungen, die ein Ringsystem der Formel
C07D 501	Heterocyclische Verbindungen, die 5-Thia-1-azabicyclo [4.2.0]octan-Ringsysteme enthalten, d.h. Verbindungen, die ein Ringsystem der Formel
C07F 7	Verbindungen, die Elemente der Gruppen 4 oder 14 des Periodensystems enthalten
C07H 1	Verfahren zur Herstellung von Zuckerderivaten
C07K 1	Allgemeine Verfahren zur Herstellung von Peptiden
C08B 1	Herstellung
C08B 17	Vorrichtungen zur Veresterung oder Veretherung von Cellulose
C08B 30	Herstellung von Stärke, abgebauter oder nicht- chemisch modifizierter Stärke, Amylose oder Amylopektin
C08C	Behandlung oder chemische Modifizierung von Kautschuken
C08F 2	Verfahren
C09B 41	Besondere Verfahren beim Ausführen der Kupplungsreaktion
C09B 67	Beeinflussen der physikalischen Eigenschaften, z.B. der färbenden oder Druckeigenschaften, von Farbstoffen ohne chemische Reaktion, z.B. durch Behandeln mit Lösungsmitteln
C09D 7	Merkmale von Überzugsmitteln soweit nicht in Gruppe
C09J 5	Klebeverfahren allgemein
C12M	Vorrichtungen für Enzymologie oder Mikrobiologie
C12S	Vorrichtungen für Enzymologie oder Mikrobiologie
C21C 5	Herstellen von Kohlenstoffstahl, z.B. von unlegiertem Stahl mit niedrigem oder mittlerem Kohlenstoffgehalt, oder von Gussstahl
C21C 7	Behandeln von Ferrolegierungen, z.B. Stahl, in geschmolzenem Zustand, soweit nicht von den Gruppen
C21D	Veränderung der physikalischen Struktur von Eisenmetallen
C22B 11	Gewinnung von Edelmetallen
C22B 21	Gewinnung von Aluminium
C22B 26	Gewinnung von Alkalimetallen, Erdalkalimetallen oder Magnesium
C22B 4	Elektrothermische Behandlung von Erzen oder metallurgischen Erzeugnissen für die Gewinnung von Metallen oder Legierungen
C22B 59	Gewinnung von Metallen aus der Gruppe der Seltenen Erden
C22B 9	Allgemeine Verfahren zum Feinen oder Umschmelzen von Metallen
C22C 1	Nichteisen-Legierungen, d.h. überwiegend auf anderen Metallen als Eisen basierende Legierungen
C22C 3	Entfernen von Bestandteilen aus Nichteisen-Legierungen zur Herstellung von Legierungen anderer Zusammensetzung
C22C 33	Eisenlegierungen, d.h. Legierungen auf Eisenbasis
C22C 35	Vorlegierungen für Eisen oder Stahl
C22C 47	Legierungen, die Fasern oder Fäden enthalten
C22F	Verändern der physikalischen Struktur von Nichteisenmetallen oder Nichteisenlegierungen
C23C 14	Beschichten durch Vakuumbedampfen, durch Aufstäuben oder durch Ionenimplantation
C23C 16	Chemisches Abscheiden oder Beschichten durch Zersetzung
C25B 9	Zellen oder Zusammenbauten von Zellen
C25B 15	Betrieb oder Wartung von Zellen
C25C	Verfahren für die elektrolytische Herstellung, Wiedergewinnung oder Raffination von Metallen
C25D 1	Galvanoplastik
C30B 15	Erzeugen von Einkristallen durch Ziehen aus einer Schmelze, z.B. Czochralsky-Verfahren

C30B 35	Vorrichtungen, besonders ausgebildet für Wachstum, Herstellung und Nachbehandlung von Einkristallen oder von homogenen polykristallinen Stoffen mit definierter Struktur, sofern nicht anderweitig vorgesehen
C40B 60	Geräte besonders ausgebildet für den Einsatz in der kombinatorischen Chemie oder für Bibliotheken
D01D 10	Physikalische Behandlung von produzierten Filamenten oder dgl. während der Herstellung, d.h. während eines fortlaufenden Herstellungsprozesses, bevor die Filamente zusammengefasst worden sind
D01D 11	Andere Herstellungsmerkmale
D01D 13	Maschinenanlagen zum Herstellen produzierter Zwirne
D01F 9	Produzierte Filamente oder dgl. aus anderen Stoffen
D06B 23	Bestandteile, Einzelheiten oder Zubehör von Geräten oder Maschinen, in besonderer Weise an die Behandlung von Textilgut angepasst, die nicht auf einzelne Geräte der Gruppen
D21H 23	Verfahren oder Vorrichtungen, um der Pulpe oder dem Papier Material zuzusetzen
D21H 27	Spezialpapier, soweit nicht anderweitig vorgesehen, z.B. im Mehrstufenverfahren hergestellt
F24J 1	Apparate oder Vorrichtungen, die Wärme aus exothermen chemischen Umsetzungen, auf andere Weise erzeugt als durch Verbrennung, verwenden
F25J 3	Verfahren oder Vorrichtungen zum Abtrennen der Bestandteile von Gasgemischen unter Verflüssigung oder Verfestigung
F25J 5	Anordnung von Kältetauschern oder Kältespeichern in Trenn- oder Verflüssigungsanlagen
F27B 17	Industrieöfen, die nicht von einer der Gruppen
F27B 19	Kombinationen verschiedener Ofenarten, bei denen nicht alle Einzelöfen von einer einzigen der Hauptgruppen
F27D 19	Anordnung von Steuer- oder Regelvorrichtungen [Feuerbrücken]
F27D 7	Herstellen, Erhalten oder Umwälzen der Atmosphäre in Heizräumen
G01C 19	Kreiselgeräte
G01C 25	Herstellen, Eichen, Reinigen oder Reparieren von Instrumenten oder Vorrichtungen, auf die in den anderen Gruppen dieser Unterklasse Bezug genommen ist
G01R 3	Geräte oder Verfahren, die zur Herstellung von Messinstrumenten in besonderer Weise ausgebildet sind
G11B 7	Aufzeichnen oder Wiedergabe durch optische Einrichtungen, z.B. Aufzeichnen mit thermo-optischer Strahlung, Wiedergabe mit optischer Strahlung niedrigerer Leistung
H01L 21	Verfahren oder Geräte, besonders ausgebildet für die Herstellung oder Behandlung von Halbleiter- oder Festkörperbauelementen oder Teilen davon
H01L 31	Halbleiterbauelemente, die auf Infrarot-Strahlung, Licht, elektromagnetische Strahlung kürzerer Wellenlänge als Licht oder Korpuskularstrahlung ansprechen und besonders ausgebildet sind, entweder für die Umwandlung der Energie einer derartigen Strahlung in elektrische Energie oder für die Steuerung elektrischer Energie durch eine derartige Strahlung eingerichtet sind
H01L 35	Thermoelektrische Bauelemente mit einer Kontaktstelle zwischen ungleichen Materialien, d.h. den Seebeck- oder Peltiereffekt ausnützende Bauelemente mit oder ohne Ausnutzung weiterer thermoelektrischer oder thermomagnetischer Effekte
H01L 39	Bauelemente, die Supra- oder Hyperleitfähigkeit nutzen
H01L 41	Piezoelektrische Bauelemente allgemein
H01L 43	Bauelemente mit galvanomagnetischen oder ähnlichen magnetischen Effekten
H01L 51	Festkörperbauelemente, die organische Materialien oder eine Kombination von organischen mit anderen Materialien als aktives Medium aufweisen
H01S 3	Laser, d.h. Vorrichtungen, die stimulierte Emission elektromagnetischer Strahlung im infraroten, sichtbaren oder ultravioletten Wellenlängenbereich verwenden
H01S 5	Halbleiterlaser
H05B 33	Elektrolumineszierende Lichtquellen
H05K 13	Geräte oder Verfahren, die zum Herstellen oder Justieren von Baugruppen elektrischer Schaltelemente besonders ausgebildet sind
H05K 3	Geräte oder Verfahren zum Herstellen gedruckter Schaltungen

Advanced Materials	
B32B 9	Schichtkörper, gekennzeichnet durch die Verwendung bestimmter Werkstoffe
B32B 15	Schichtkörper, die als wichtigen Bestandteil Metall enthalten
B32B 17	Schichtkörper, die als wichtigen Bestandteil Glastafeln, Glasfasern, Schlacke oder Ähnliches enthalten
B32B 18	Schichtkörper, die als wichtigen Bestandteil keramische Massen enthalten, z.B. feuerfeste Erzeugnisse
B32B 19	Schichtkörper, die als wichtigen Bestandteil natürliche mineralische Fasern oder Partikeln enthalten, z.B. Asbest, Glimmer
B32B 25	Schichtkörper, die als wichtigen Bestandteil Natur-oder synthetischen Kautschuk enthalten
B32B 27	Schichtkörper, die als wichtigen Bestandteil Kunstharz enthalten
B82Y 30	Nanotechnologie für Werkstoffe oder die Oberflächenwissenschaften, z.B. Nanoverbundwerkstoffe
C01B 31	Kohlenstoff; dessen Verbindungen
C01D 15	Lithiumverbindungen
C01D 17	Verbindungen des Rubidiums, Cäsiums oder Franciums
C01F 13	Verbindungen des Radiums
C01F 15	Verbindungen des Thoriums
C01F 17	Verbindungen der Seltenen Erden, d.h. des Scandiums, des Yttriums oder der Lanthanoide
C03C	Chemische Zusammensetzungen für Gläser, Glasuren oder Emails
C08F	Makromolekulare Verbindungen, erhalten durch Reaktionen, an denen nur ungesättigte Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen beteiligt sind
C08J 5	Herstellung von Gegenständen oder geformten Materialien [Formkörpern], die makromolekulare Stoffe enthalten
C08L	Massen auf Basis makromolekularer Verbindungen
C22C	Legierungen
C23C	Beschichten metallischer Werkstoffe
D21H 17	Nicht-faseriges Material, das der Pulpe zugesetzt wird, gekennzeichnet durch seine Konstitution
G02B 1	Optische Elemente, gekennzeichnet durch das Material, aus dem sie hergestellt sind
H01B 3	Isolatoren oder isolierende Körper, gekennzeichnet durch den isolierenden Werkstoff
H01F 1	Magnete oder magnetische Körper, gekennzeichnet durch die hierfür verwendeten magnetischen Werkstoffe
H01L 51	Festkörperbauelemente, die organische Materialien oder eine Kombination von organischen mit anderen Materialien als aktives Medium aufweisen
Industrial Biotechnology	
C02F 3	Biologische Behandlung von Wasser, kommunalem oder industriellem Abwasser
C07C 29	Herstellung von Verbindungen, die Hydroxyl- oder O-Metall-Gruppen an ein Kohlenstoffatom gebunden enthalten, das nicht einem sechsgliedrigen aromatischen Ring angehört
C07D 475	Heterocyclische Verbindungen, die das Pteridin- Ringsystem enthalten
C07K 2	Peptide mit unbestimmter Anzahl an Aminosäuren
C08B 3	Herstellung von Celluloseestern organischer Säuren
C08B 7	Herstellung von Celluloseestern organischer und anorganischer Säuren
C08H 1	Makromolekulare, von Eiweißstoffen abgeleitete Produkte
C08L 89	Massen auf Basis von natürlichen makromolekularen Verbindungen oder von deren Derivaten
C09D 11	Tinten
C09D 189	Überzugsmittel auf der Basis von natürlichen makromolekularen Verbindungen oder ihren Derivaten
C09J 189	Klebstoffe auf der Basis von natürlichen makromolekularen Verbindungen oder ihren Derivaten

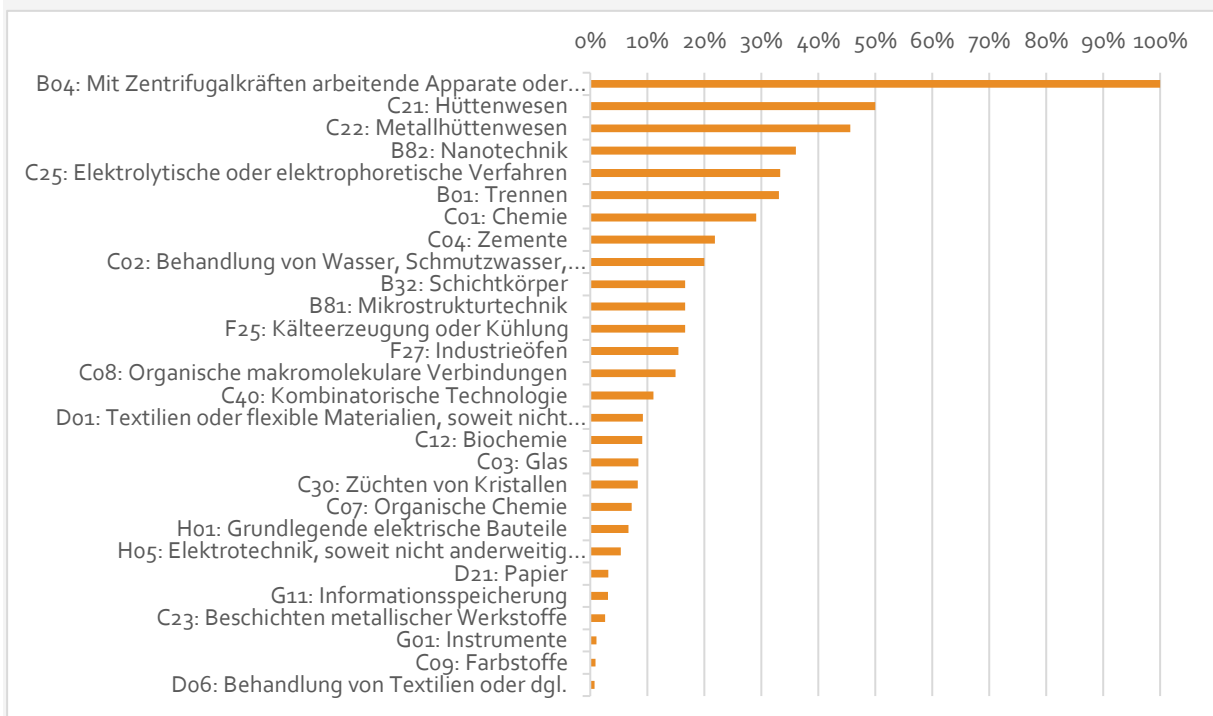
C12P	Gärungsverfahren oder Verfahren unter Verwendung von Enzymen zur gezielten Synthese von chemischen Verbindungen oder Zusammensetzungen oder zur Trennung optischer Isomerer aus einer racemischen Mischung
C12Q	Mess- oder Untersuchungsverfahren unter Einbeziehung von Enzymen, Nukleinsäuren oder Mikroorganismen
C12S	Verfahren zur Freisetzung, Trennung [Abtrennung] oder Reinigung einer bereits bestehenden Verbindung oder Zusammensetzung, bei denen Enzyme oder Mikroorganismen verwendet werden
G01N 27	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch Anwendung elektrischer, elektrochemischer oder magnetischer Mittel
A61	Gesundheitswesen
C07K 14	Peptide mit mehr als 20 Aminosäuren
C07K 16	Immunglobuline, z.B. monoclonale oder polyclonale Antikörper
C12N 15	Mutation oder genetische Verfahrenstechnik
C12N 5	Undifferenzierte menschliche, tierische oder pflanzliche Zellen, z.B. Zell-Linien
C12P 21	Herstellung von Peptiden oder Proteinen
C12Q 1	Mess- oder Untersuchungsverfahren unter Einbeziehung von Enzymen, Nukleinsäuren oder Mikroorganismen
G01N 33	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den Gruppen
C12N 1	Mikroorganismen, z.B. Protozoen
C12N 15	Mutation oder genetische Verfahrenstechnik
C12P 21	Herstellung von Peptiden oder Proteinen
Photonics	
F21K	Nicht-elektrische Lichtquellen unter Verwendung von Lumineszenz
F21V	Funktionsmerkmale oder Einzelheiten von Leuchten oder Beleuchtungssystemen
F21Y	Index-Schema in Verbindung mit den Unterklassen
G01D 5	Mechanische Vorrichtungen zur Übertragung des Ausgangssignals eines Abtast-Elements
G01D 15	Einzelbauteile von Aufzeichnungseinrichtungen, die nicht an eine spezielle Veränderliche angepasst sind
G01G 23	Zusatzeinrichtungen für Wägevorrichtungen
G01J	Messen der Intensität, der Geschwindigkeit, der spektralen Zusammensetzung, der Polarisation, der Phase oder der Pulscharakteristik von infrarotem, sichtbarem oder ultraviolettem Licht
G01L 1	Kraftmessung oder Messen der mechanischen Spannung allgemein
G01L 3	Messen des Drehmoments, der Arbeit, der mechanischen Leistung oder des mechanischen Wirkungsgrades allgemein
G01L 11	Messen des stationären oder quasi-stationären Druckes eines Fluids oder eines fließfähigen festen Stoffes durch Mittel, soweit sie in der Gruppe
G01L 23	Vorrichtungen zum Messen, Anzeigen oder Aufzeichnen von schnellen Änderungen, z.B. Schwingungen, im Druck eines Dampfes, Gases oder einer Flüssigkeit
G01M 11	Prüfen optischer Apparate
G01P 3	Messen der Linear- oder Winkelgeschwindigkeit
G01P 5	Messen der Geschwindigkeit von fließfähigen Medien, z.B. einer Luftströmung
G01Q 20	Überwachung der Bewegung oder der Position der Sonde
G01Q 30	Hilfsmittel zur Unterstützung oder Verbesserung von Rastersondentechniken oder -vorrichtungen, z.B. Anzeige- oder Datenverarbeitungseinrichtungen
G01Q 60	Besondere Arten der Rastersondenmikroskopie [SPM] oder Vorrichtungen hierfür
G01R 15	Einzelheiten von Messanordnungen der Art, wie sie in den Gruppen
G01R 23	Anordnungen zum Messen von Frequenzen
G01R 31	Anordnungen zum Prüfen auf elektrische Eigenschaften

G01R 33	Anordnungen oder Instrumente zum Messen magnetischer Größen
G01S 7	Einzelheiten der Systeme gemäß den Gruppen
G01V 8	Prospektieren oder Aufspüren durch optische Mittel
G02B 5	Optische Elemente außer Linsen
G02B 6	Lichtleiter
G02B 13	Objektive, besonders für die nachstehend angegebenen Zwecke ausgebildet
G03B 42	Erstellen von Aufzeichnung mittels nicht optischer Wellen
G03G 21	Verfahren oder Geräte, soweit in den Gruppen
G06E	Rechner mit optischen Recheneinrichtungen
G06F 3	Eingabeeinrichtungen, in denen digitale Daten in eine von dem Digitalrechner verarbeitbare Form gebracht werden
G06K 9	Verfahren oder Anordnungen zum Lesen oder Erkennen gedruckter oder geschriebener Zeichen oder zum Erkennen von Mustern, z.B. Fingerabdrücken
G06N 3	Rechnersysteme, die auf biologischen Modellen basieren
G08B 13	Alarmer bei Einbruch, Diebstahl oder unbefugtem Eintritt
G08C 19	Elektrische Signalübertragungssysteme
G08C 23	Nichtelektrische Signalübertragungssysteme, z.B. optische Systeme
G08G 1	Anlagen zur Verkehrs-Regelung oder -Überwachung für Straßenfahrzeuge
G11B 11	Aufzeichnen auf oder Wiedergabe von demselben Aufzeichnungsträger, wobei die Verfahren und Mittel für diese beiden Betriebsabläufe von verschiedenen Hauptgruppen
G11C 11	Digitale Speicher, gekennzeichnet durch die Verwendung besonderer elektrischer oder magnetischer Speicherelemente
G11C 13	Digitale Speicher, gekennzeichnet durch die Verwendung von Speicherelementen, soweit sie nicht von den Gruppen
G11C 19	Digitale Speicher, in denen die Information schrittweise bewegt wird, z.B. Schieberegister
H01J 3	Einzelheiten von elektronenoptischen oder ionenoptischen Anordnungen oder von Ionenfallen, die zwei oder mehr Grundtypen von Entladungsröhren oder -lampen gemeinsam sind
H01J 5	Einzelheiten in Bezug auf Gefäße oder Leitungseinführungen, die zwei oder mehr Grundtypen von Entladungsröhren oder -lampen gemeinsam sind
H01J 29	Einzelheiten von Kathodenstrahlröhren oder von Elektronenstrahlröhren der von Gruppe
H01J 31	Kathodenstrahlröhren
H01J 37	Entladungsröhren mit Vorkehrung zum Einführen von Gegenständen oder Werkstoffen, die der Entladung ausgesetzt werden sollen, z.B. zur Prüfung oder Bearbeitung derselben
H01J 49	Teilchenspektrometer oder -trennröhren
H01L 33	Halbleiterbauelemente mit wenigstens einer Potentialsprung-Sperrschicht oder Oberflächensperrschicht, besonders ausgebildet zur Lichtemission
H02N 6	Generatoren, in denen Lichtstrahlung direkt in elektrische Energie umgewandelt wird
H05B 33	Elektrolumineszierende Lichtquellen
Nanotechnology	
B82Y	Bestimmter Gebrauch oder bestimmte Anwendung von Nanostrukturen
B81C	Verfahren oder Geräte besonders ausgebildet zur Herstellung oder Behandlung von Mikrostrukturbauelementen oder -systemen
B82B	Nanostrukturen, gestaltet durch die Manipulation von einzelnen Atomen, Molekülen, oder einer begrenzten Ansammlung von Atomen oder Molekülen als einzelne Einheiten
Micro- and Nanoelectronics	
G01R 31	Anordnungen zum Prüfen auf elektrische Eigenschaften
G09G 3	Steuer- oder Regelanordnungen oder Schaltungen, die nur in Zusammenhang mit anderen sichtbaren Anzeigevorrichtungen als Kathodenstrahlröhren von Interesse sind

H01F 10	Dünne magnetische Schichten, z.B. mit Einbereichsstruktur
H01G 9	Elektrolytische Kondensatoren, Gleichrichter, Detektoren, Schaltvorrichtungen, lichtempfindliche oder temperaturempfindliche Bauelemente
H01H 47	Schaltungsanordnungen, die nicht für eine bestimmte Anwendung des Relais ausgebildet, sondern zur Erlangung gewünschter Betriebsdaten oder zum Beliefern mit Speisestrom konstruiert sind
H01H 57	Elektrostriktive Relais
H01L	Halbleiterbauelemente
H03B 5	Erzeugung von Schwingungen unter Verwendung eines Verstärkers mit Rückkopplung vom Ausgang auf den Eingang
H03C 3	Winkelmodulation [Frequenz- bzw. Phasenwinkelmodulation]
H03F 3	Verstärker, die nur Entladungsröhren oder nur Halbleiterbauelemente als Verstärkerelemente enthalten
H03K 17	Kontaktloses elektronisches Schalten oder Austasten, d.h. nicht durch Öffnen oder Schließen von Kontakten bewirkt
H05K 1	Gedruckte Schaltungen
B82Y 25	Nanomagnetismus, z.B. Magnetoimpedanz, anisotrope Magnetoresistenz, Riesenmagnetowiderstand (GMR) oder magnetischer Tunnelwiderstand (TMR)

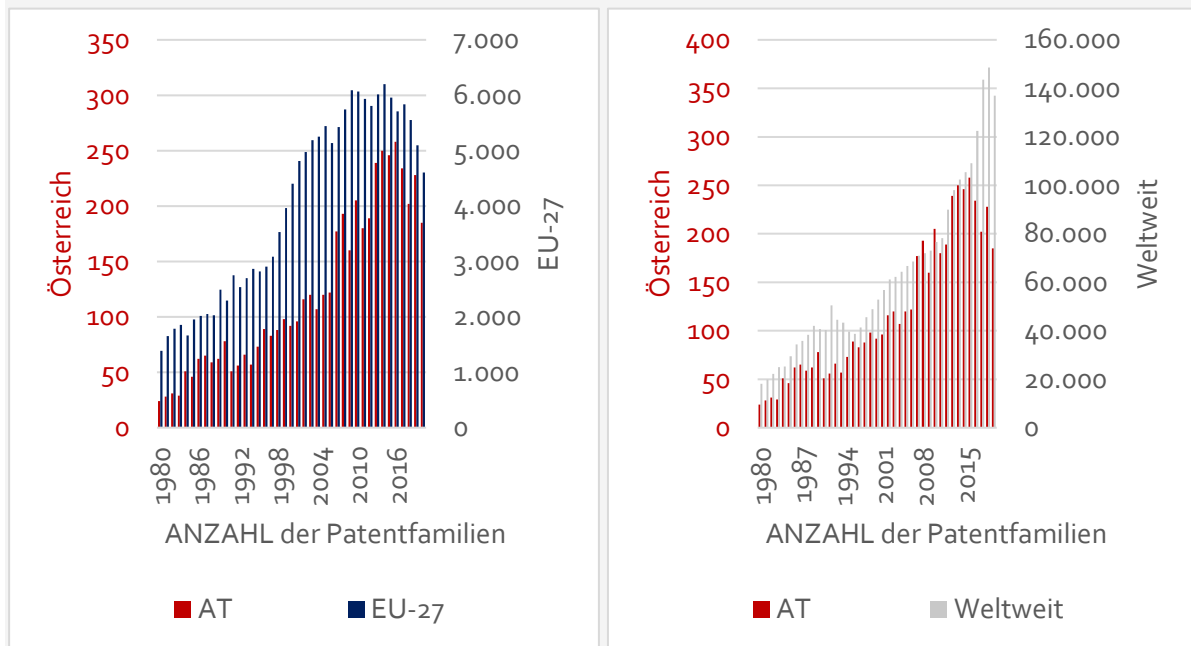
Advanced Manufacturing Technology

Abbildung 37: Advanced Manufacturing Technology, Abdeckungsgrad der Patentklassen



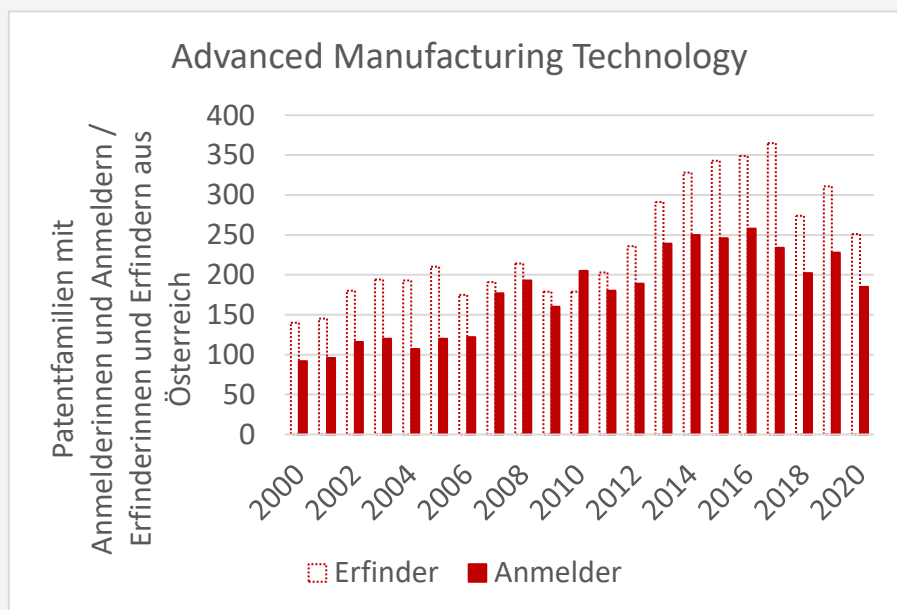
Quelle: Economica.

Abbildung 38: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung der Patentfamilien



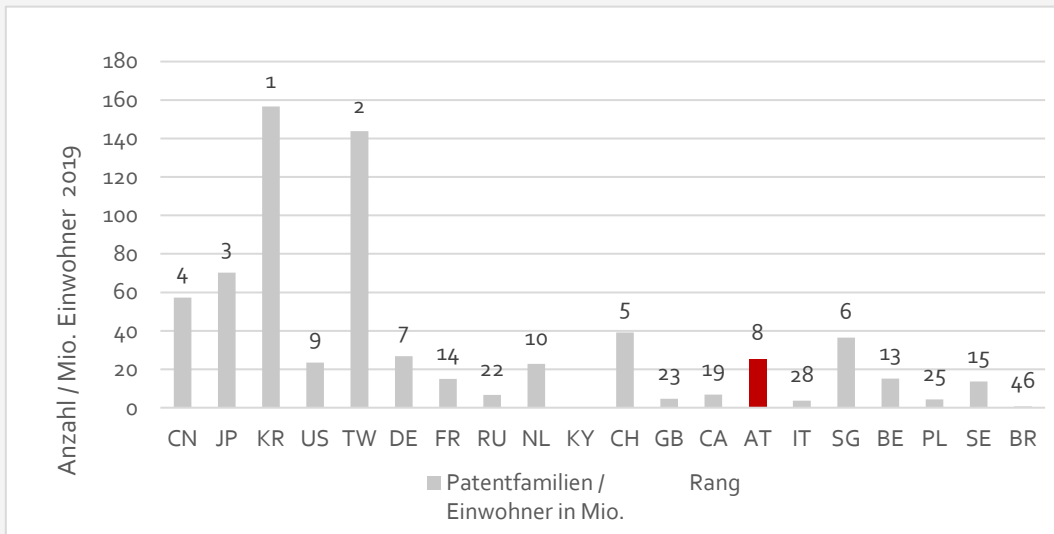
Quelle: Economica.

Abbildung 39: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich



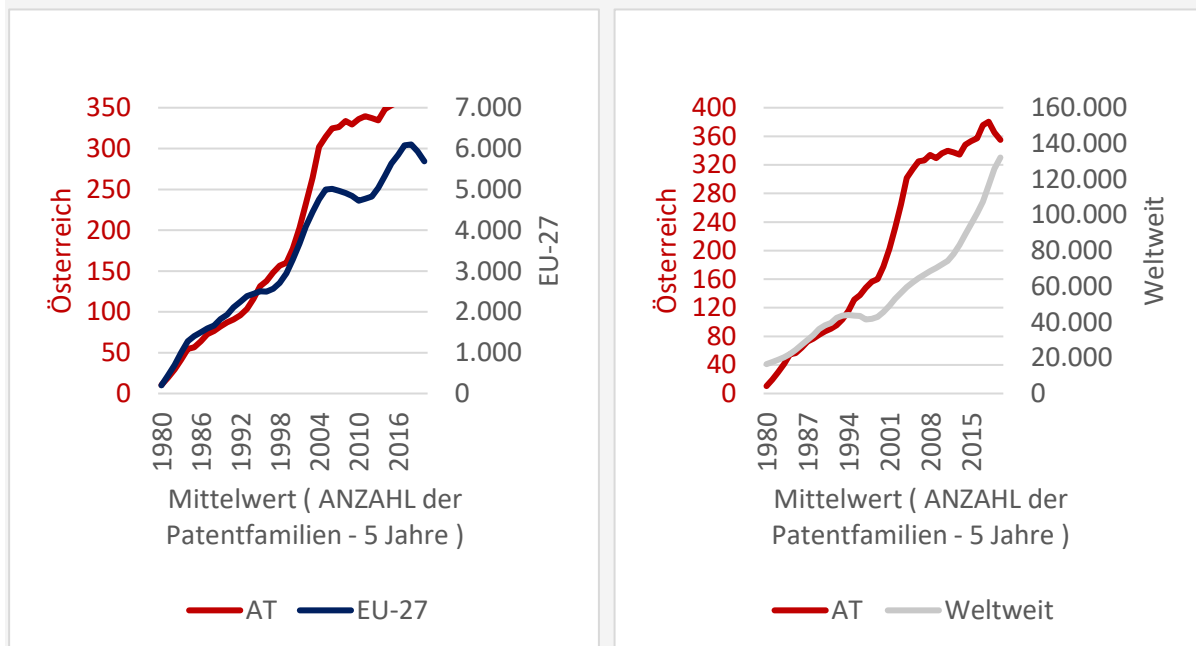
Quelle: Economica.

Abbildung 40: Advanced Manufacturing Technology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

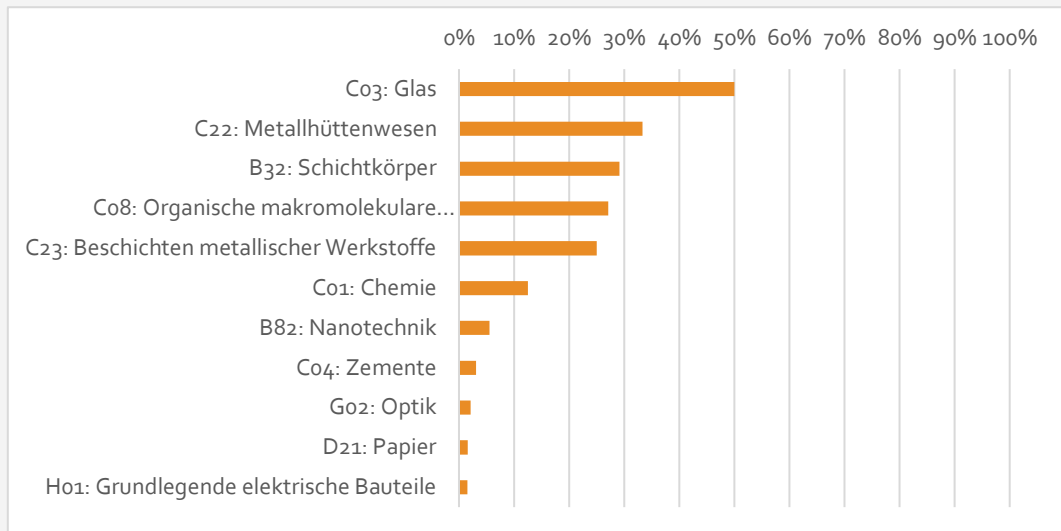
Abbildung 41: Advanced Manufacturing Technology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderrinnen und Erfinder



Quelle: Economica.

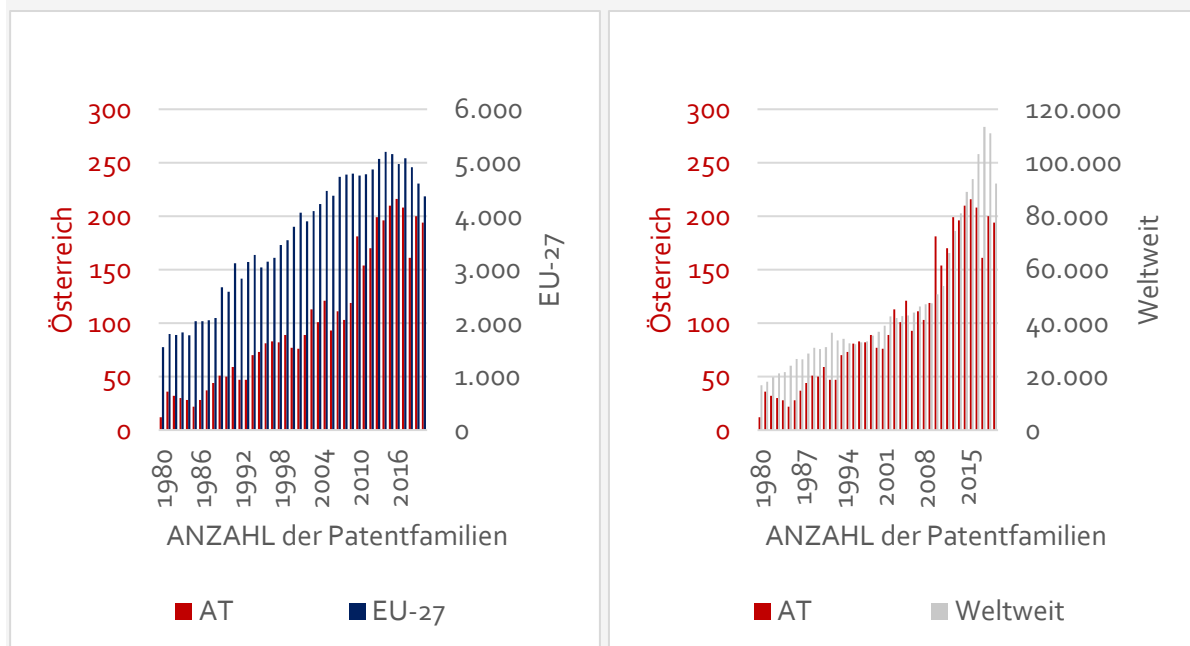
Advanced Materials

Abbildung 42: Advanced Materials, Abdeckungsgrad der Patentklassen



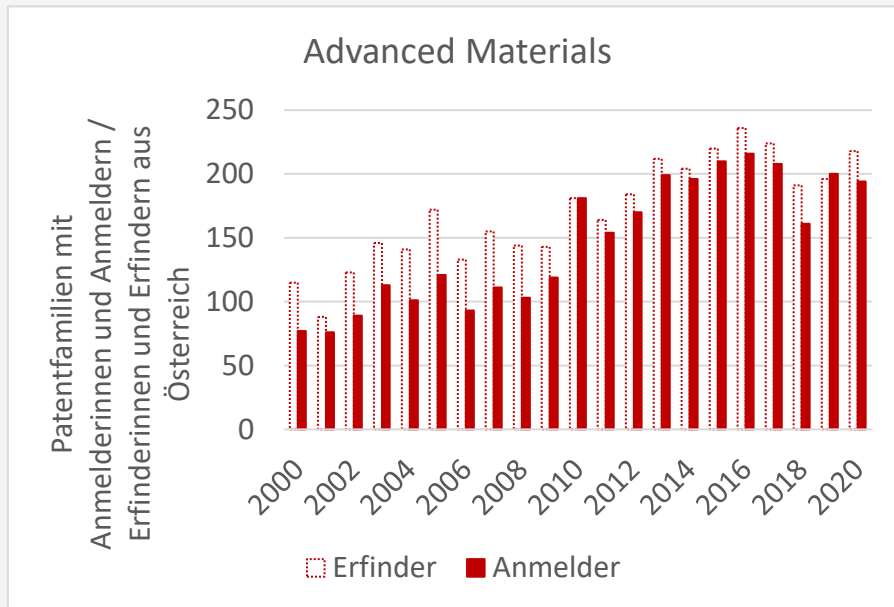
Quelle: Economica.

Abbildung 43: Advanced Materials, Entwicklung der Patentfamilien



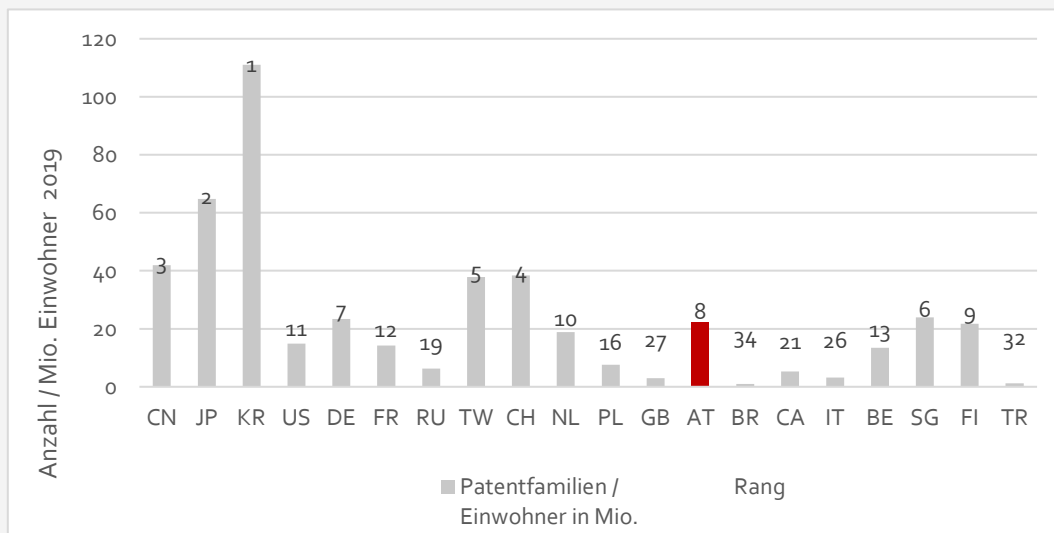
Quelle: Economica.

Abbildung 44: Advanced Materials, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich



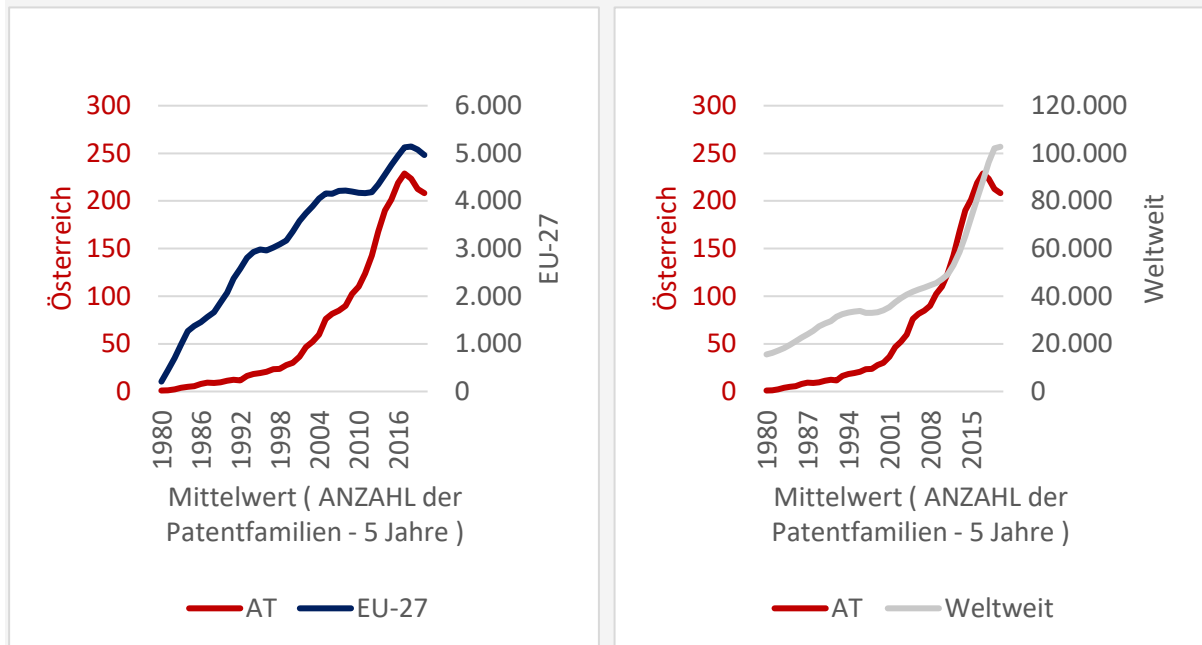
Quelle: Economica.

Abbildung 45: Advanced Materials, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

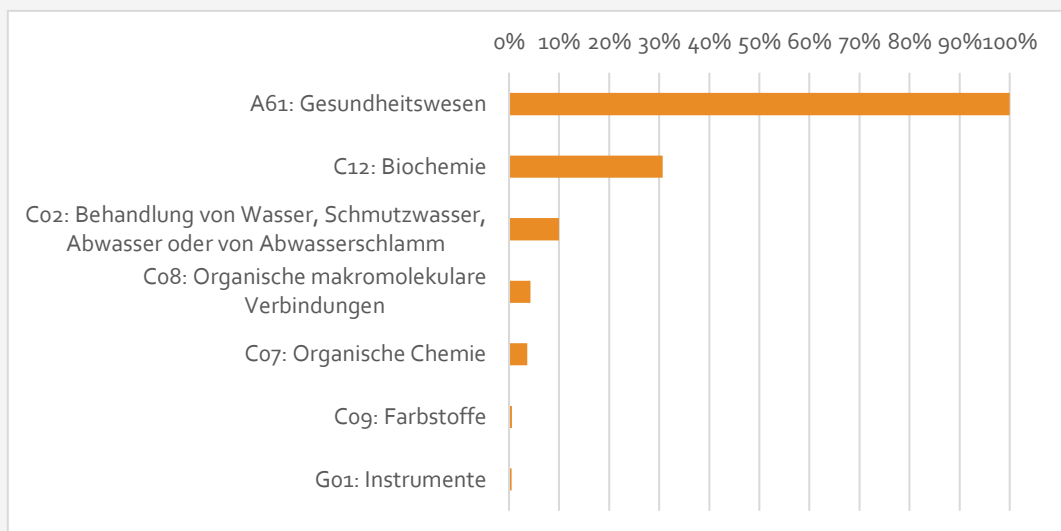
Abbildung 46: Advanced Materials, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder



Quelle: Economica.

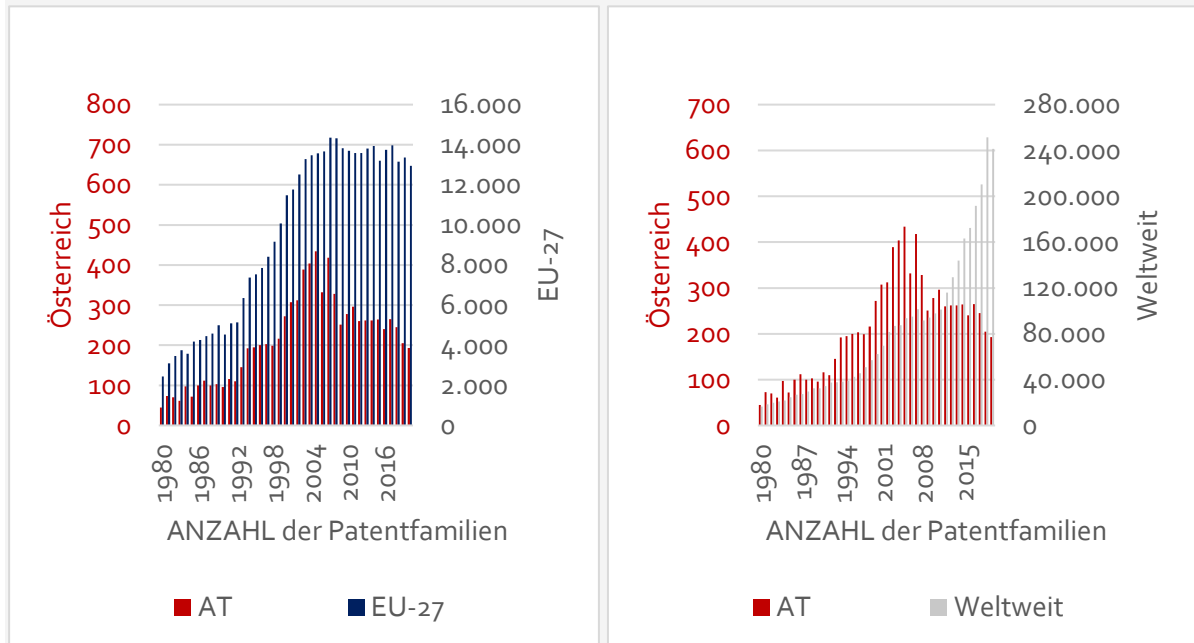
Industrial Biotechnology

Abbildung 47: Industrial Biotechnology, Abdeckungsgrad der Patentklassen



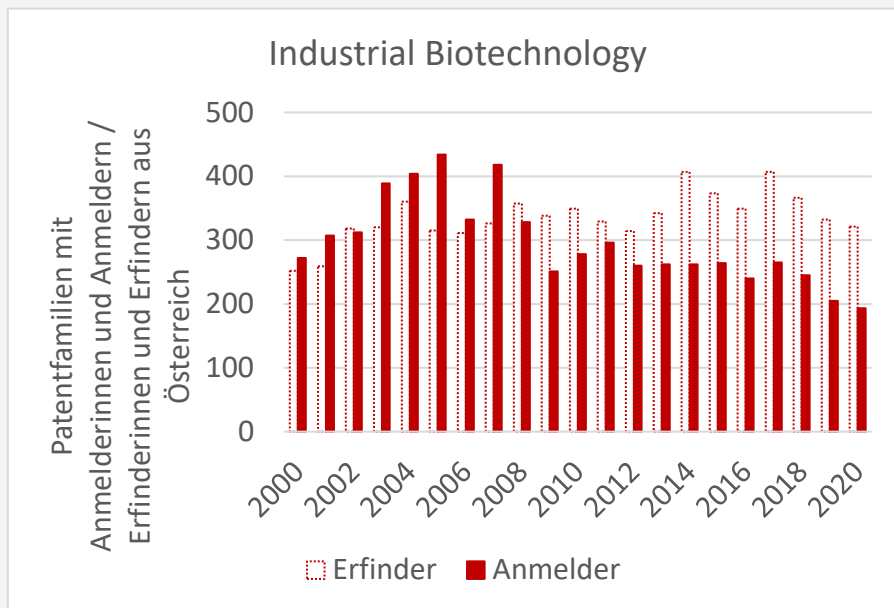
Quelle: Economica.

Abbildung 48: Industrial Biotechnology, Entwicklung der Patentfamilien



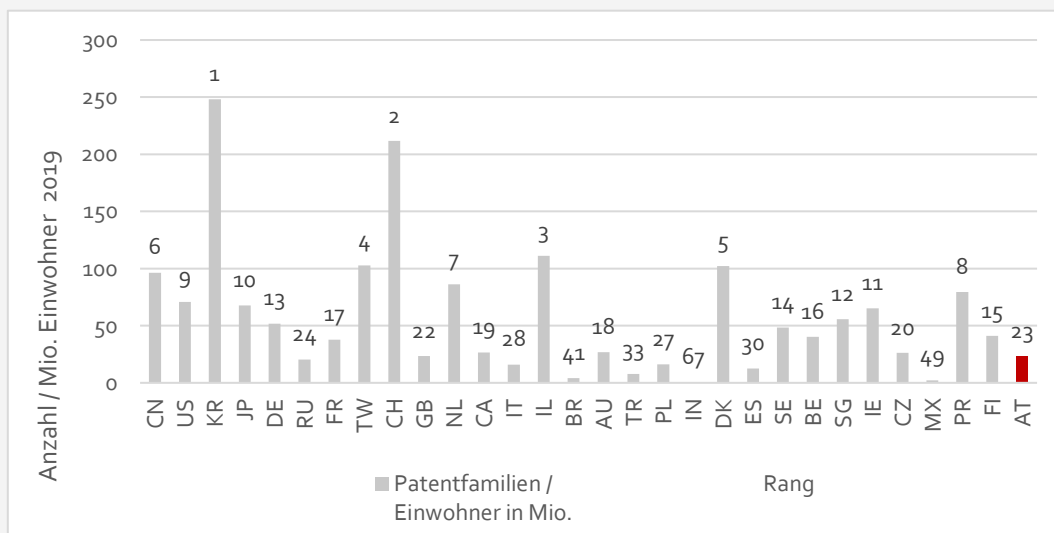
Quelle: Economica.

Abbildung 49: Industrial Biotechnology, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich



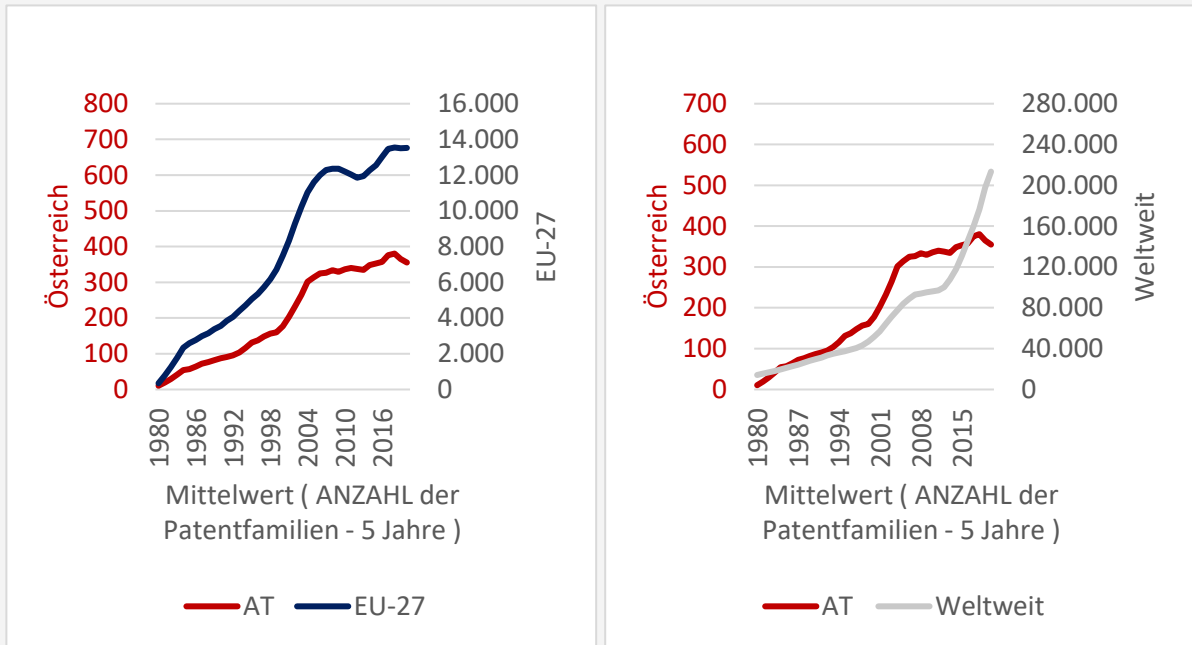
Quelle: Economica.

Abbildung 50: Industrial Biotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

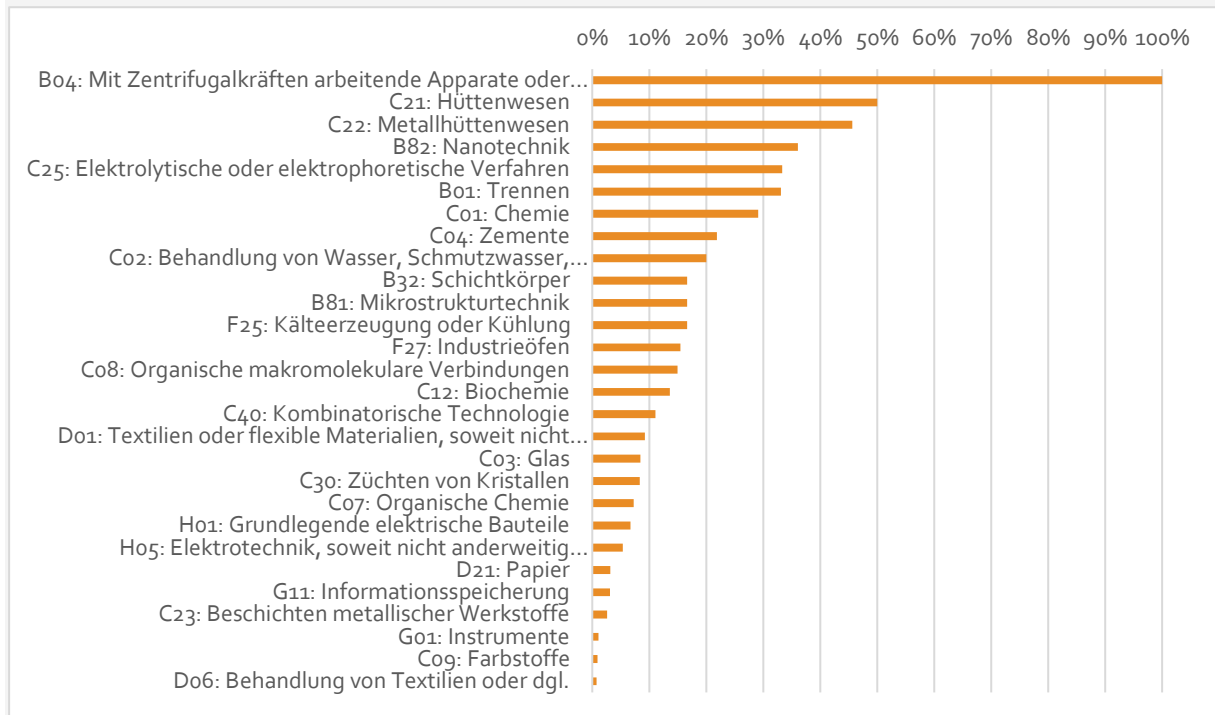
Abbildung 51: Industrial Biotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder



Quelle: Economica.

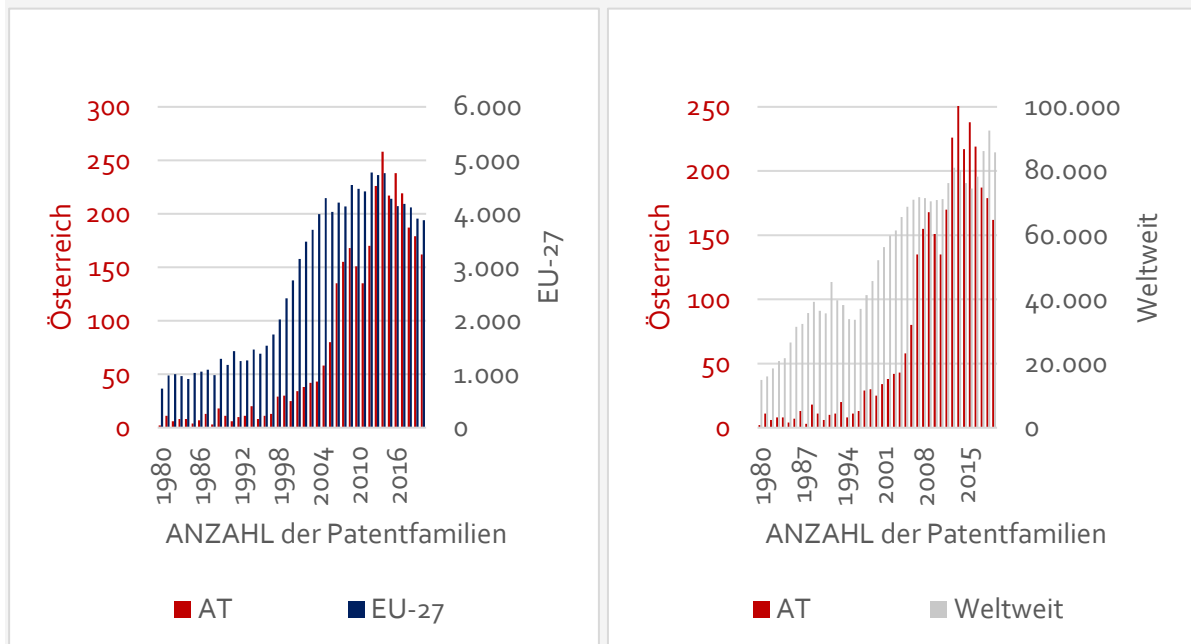
Micro- and Nanoelectronics

Abbildung 52: Micro- and Nanoelectronics, Abdeckungsgrad der Patentklassen



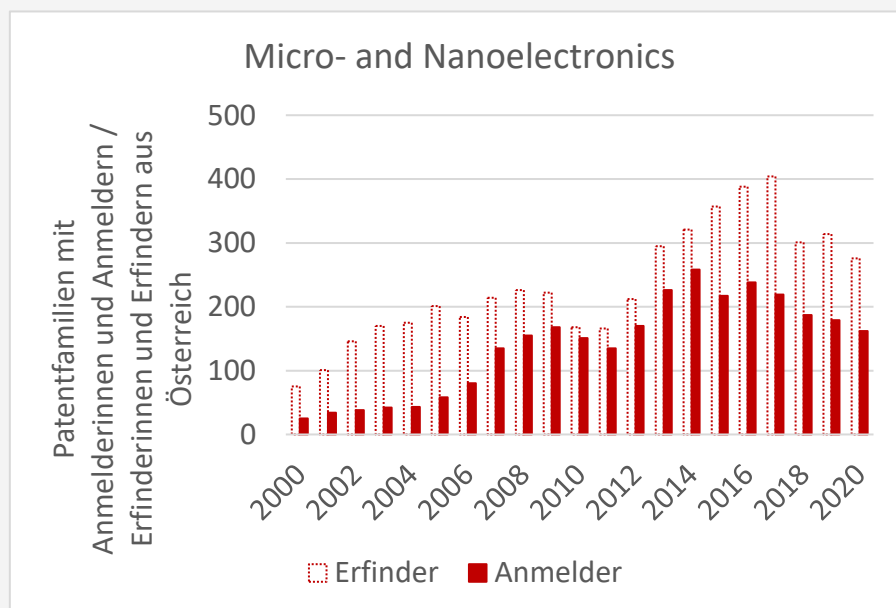
Quelle: *Economica*.

Abbildung 53: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung der Patentfamilien



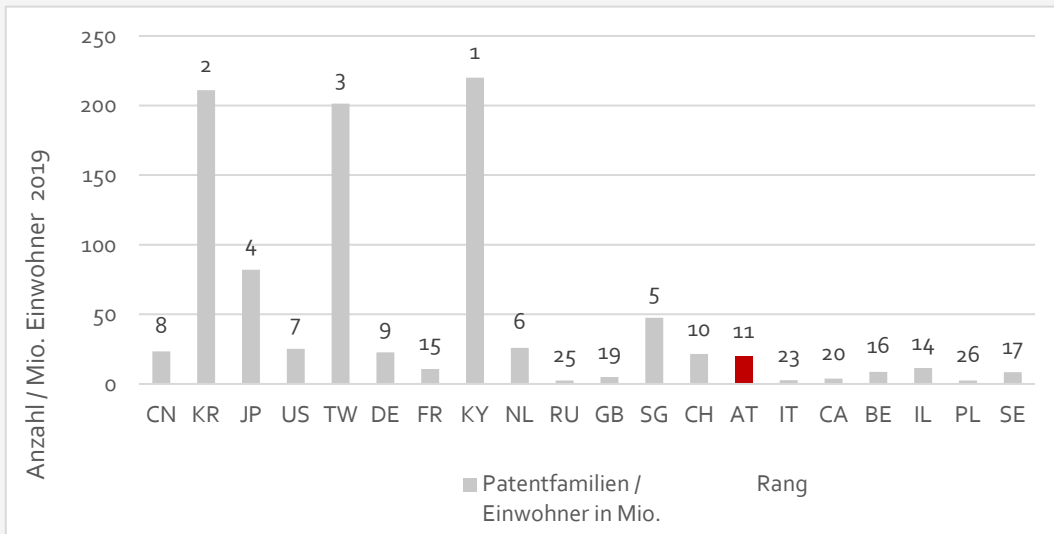
Quelle: Economica.

Abbildung 54: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich



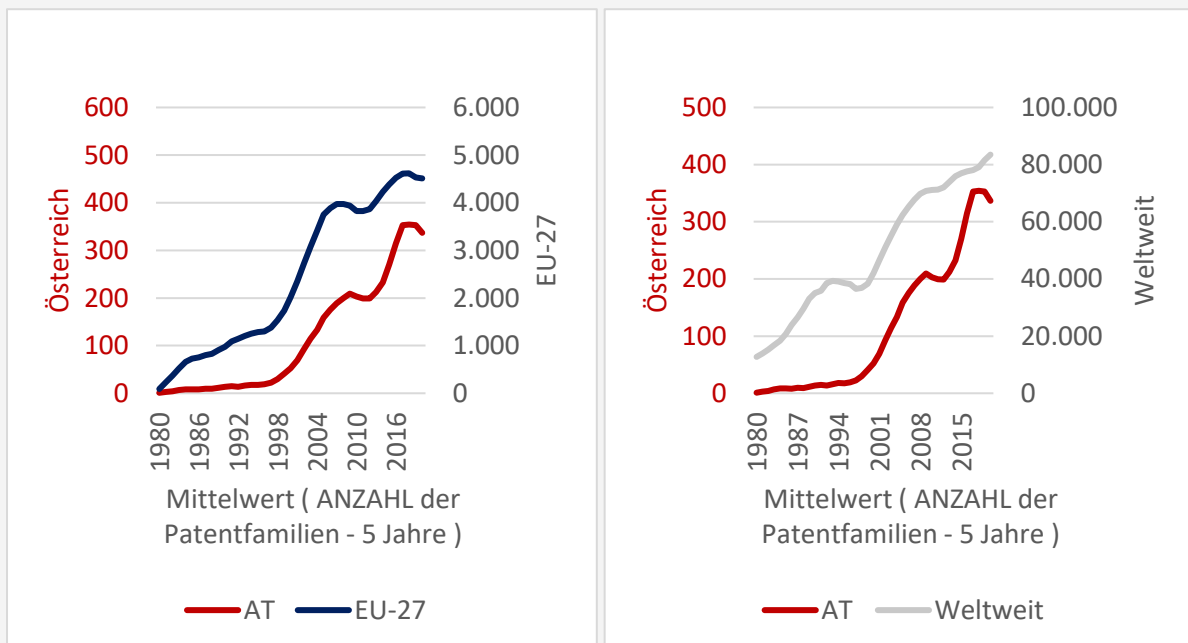
Quelle: Economica.

Abbildung 55: Micro- and Nanoelectronics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

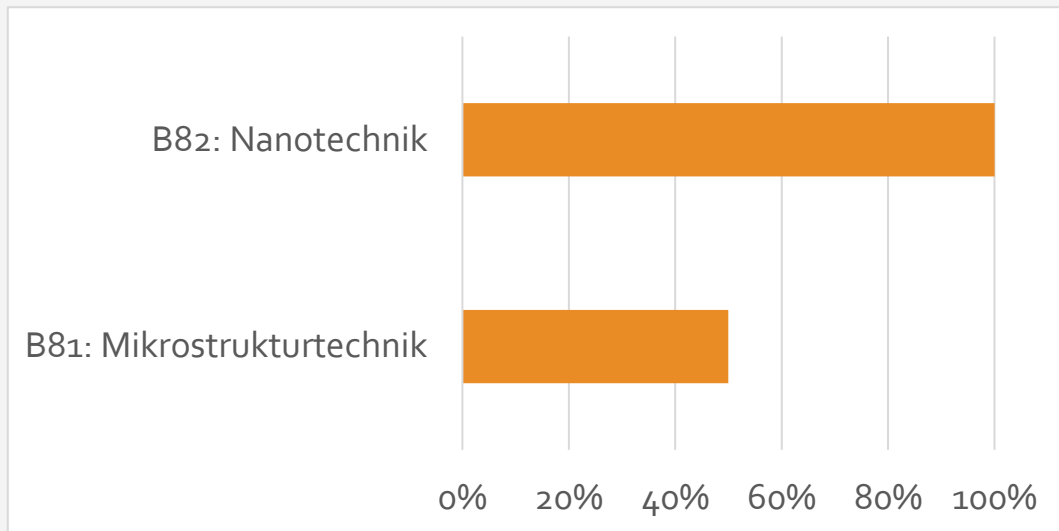
Abbildung 56: Micro- and Nanoelectronics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderrinnen und Erfinder



Quelle: Economica.

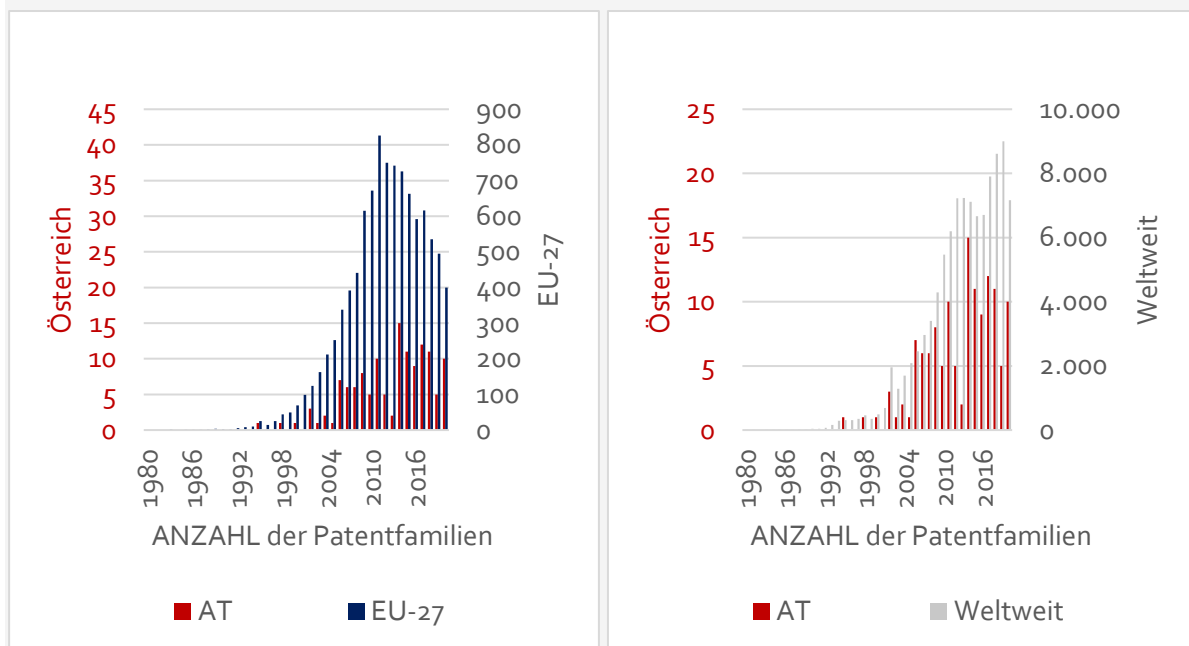
Nanotechnology

Abbildung 57: Nanotechnology, Abdeckungsgrad der Patentklassen



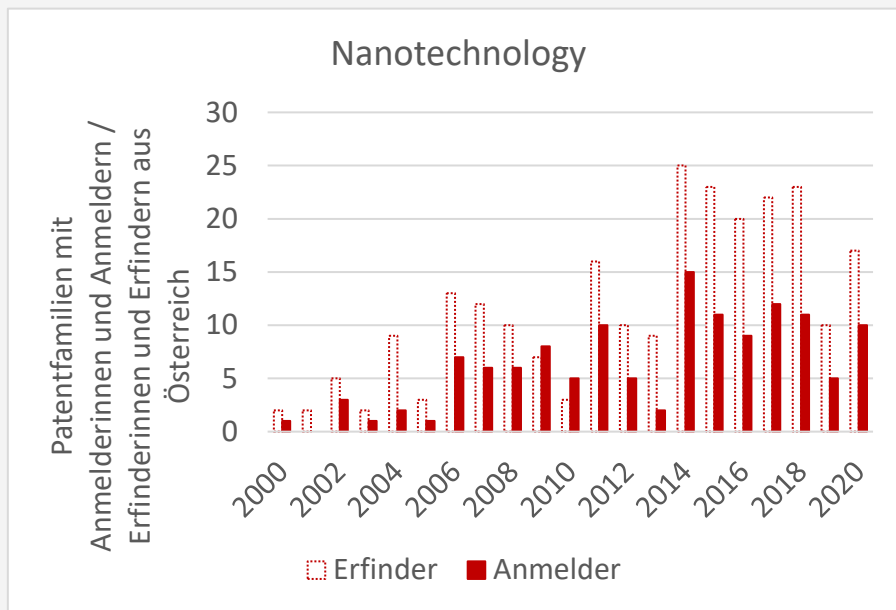
Quelle: Economica.

Abbildung 58: Nanotechnology, Entwicklung der Patentfamilien



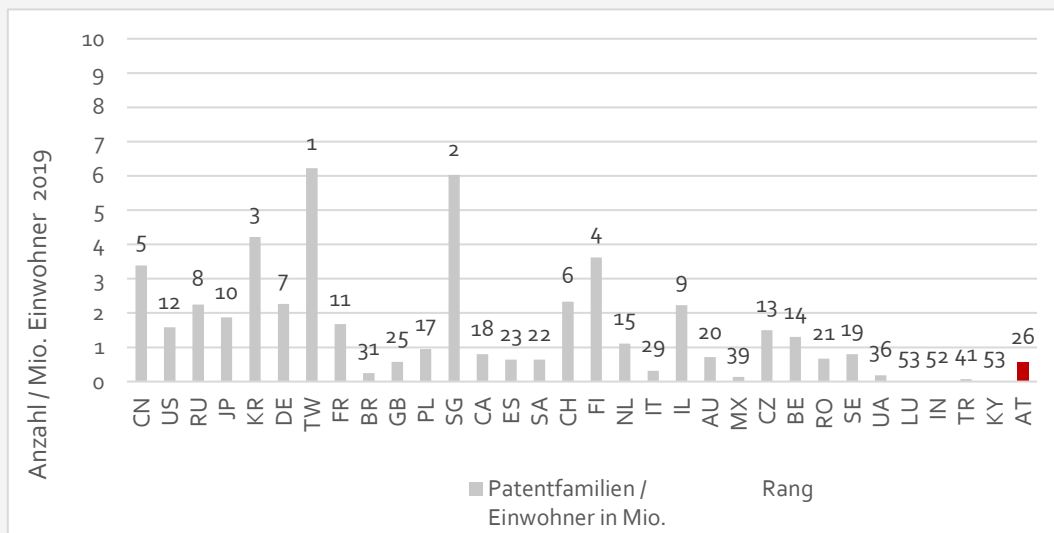
Quelle: Economica.

Abbildung 59: Nanotechnology, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich



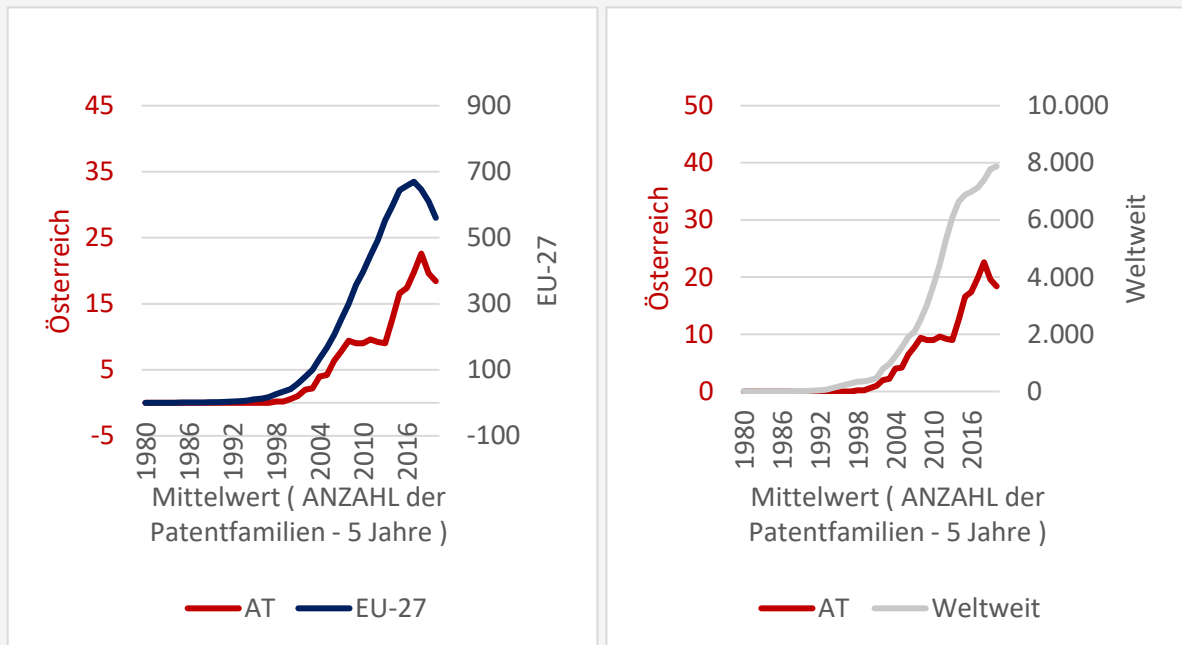
Quelle: Economica.

Abbildung 60: Nanotechnology, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

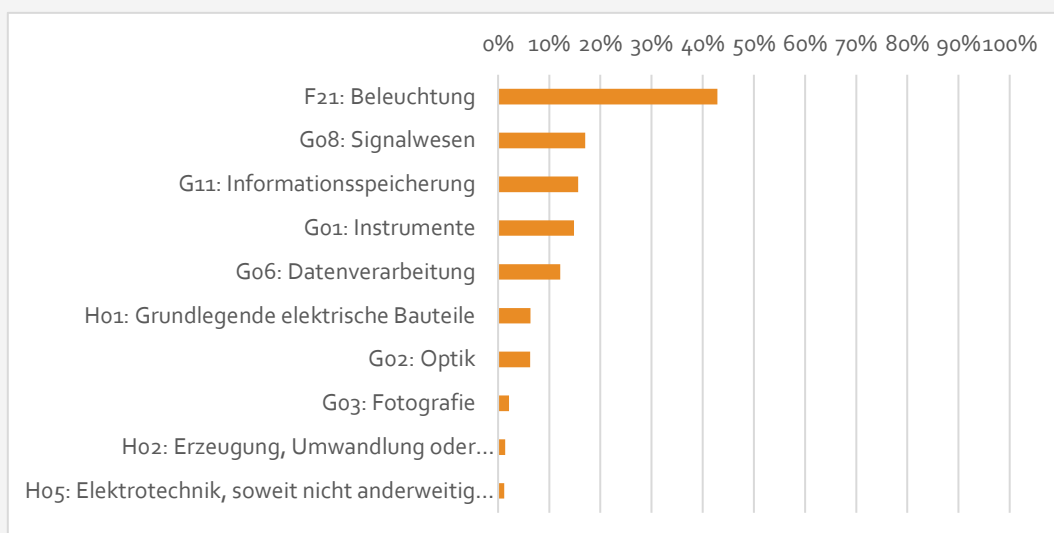
Abbildung 61: Nanotechnology, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder



Quelle: Economica.

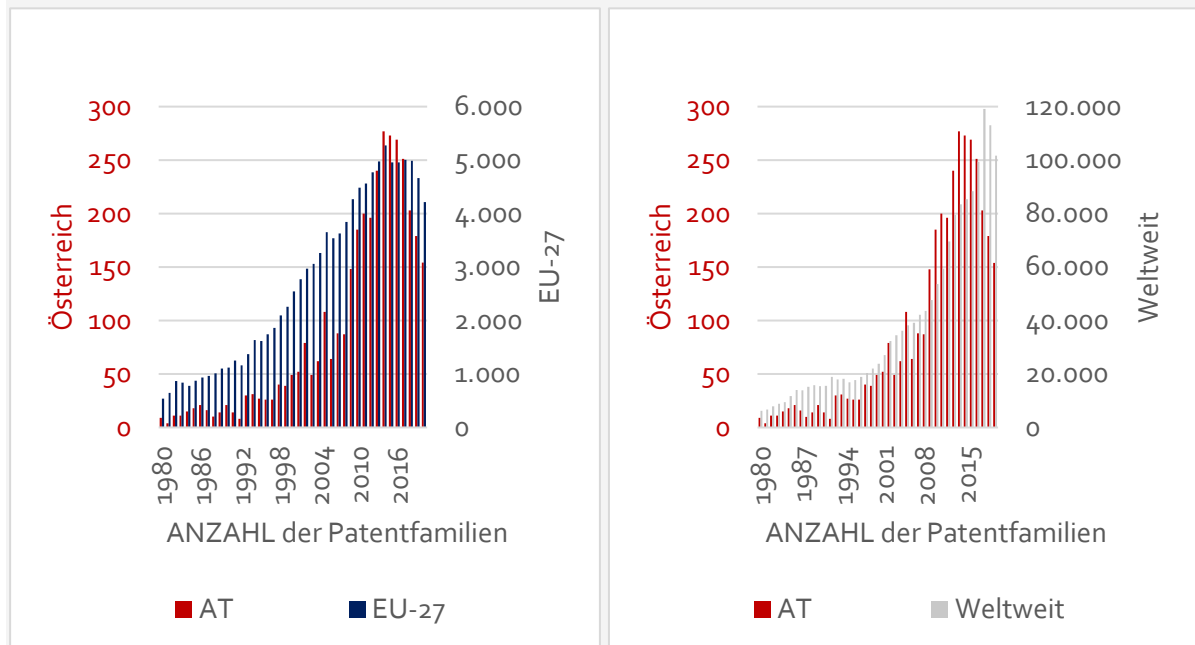
Photonics

Abbildung 62: Photonics, Abdeckungsgrad der Patentklassen



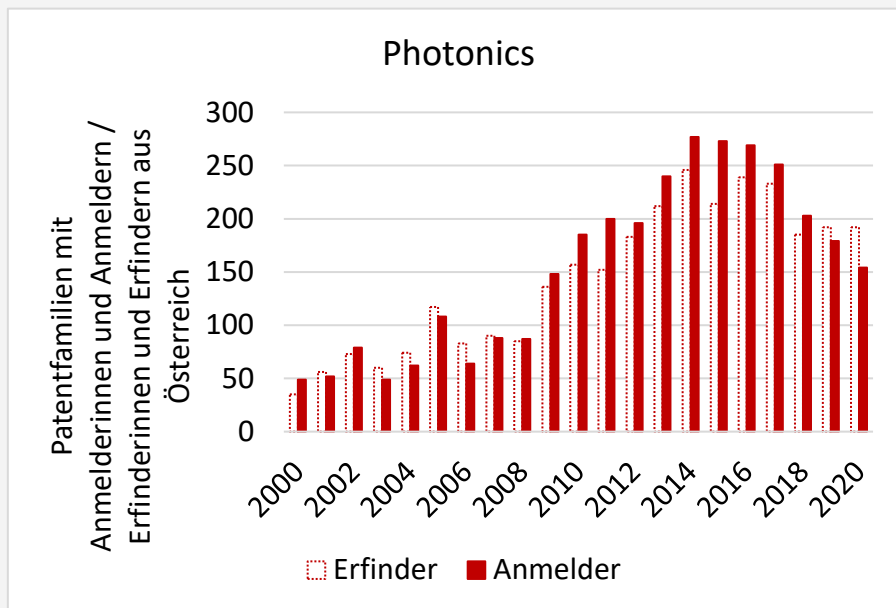
Quelle: Economica.

Abbildung 63: Photonics, Entwicklung der Patentfamilien



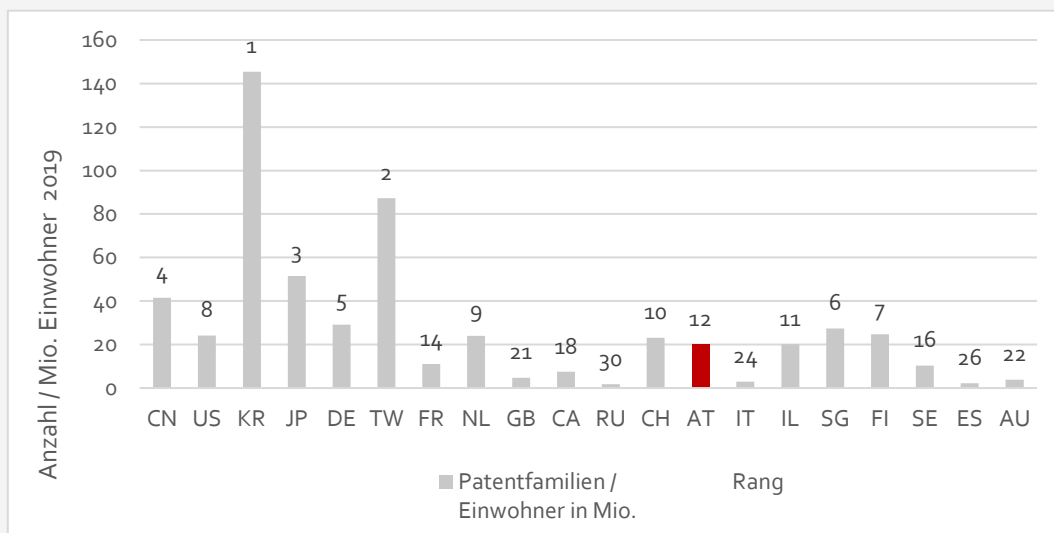
Quelle: Economica.

Abbildung 64: Photonics, Entwicklung der Patentfamilien in Österreich



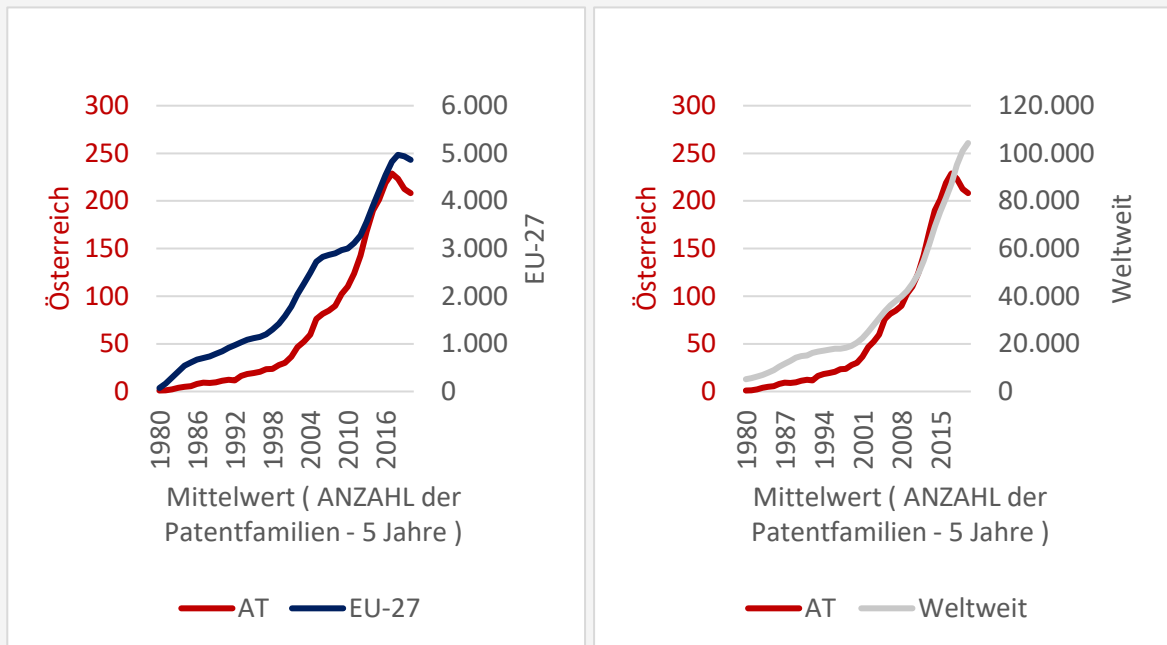
Quelle: Economica.

Abbildung 65: Photonics, Weltweite Verteilung der Patentfamilien 2019



Quelle: Economica.

Abbildung 66: Photonics, Entwicklung und heimischer Anteil der Patentfamilien aus Sicht der Erfinderinnen und Erfinder



Quelle: Economica.

Anhang II – Detaillierte Relevanz-Tabellen

Tabelle 8: Für die KETs-relevante Berufe nach BIS pro KET

Beruf_BIS	Advanced Materials	Advanced Manufacturing	Industrial Biotechnology	Micro and Nanoelectronics	Nano Technology	Photonics	Summe
Abwasser- und Abfallwirtschaftstechnikerin/-techniker			x				1
Agrarwissenschaftlerin/-wissenschaftler			x				1
Anlagentechnikerin/-techniker		x		x		x	3
Automatisierungstechnikerin/-techniker		x		x		x	3
Bäckereihilfskraft (m/w)			x				1
Bäckerin/Bäcker			x				1
Bautechnikerin/-techniker		x					1
Bautechnische Zeichnerin/bautechnischer Zeichner		x					1
Betriebs- und Unternehmensleiterin/-leiter				x			1

Betriebstechnikerin/-techniker				x				1
Bioinformatikerin/-informatiker			x		x			2
Biomedizinische Analytikerin/biomedizinischer Analytiker			x					1
Biotechnologin/-technologie			x		x			2
Biowissenschaftlerin/-wissenschaftler			x		x			2
Boot- und Schiffbauerin/-bauer							x	1
Chemiehilfskraft (m/w)			x					1
Chemieverfahrenstechnikerin/-techniker			x					1
Chemikerin/Chemiker			x		x			2
Chemotechnikerin/-techniker			x		x			2
Elektro- und Elektronikverkäuferin/-verkäufer				x				1
Elektroantriebstechnikerin/-techniker		x		x	x	x		4
Elektroenergietechnikerin/-techniker		x		x		x		3
Elektromaschinentechnikerin/-techniker		x		x		x		3
Elektromechanikerin/-mechaniker				x		x		2
Elektronikerin/Elektroniker		x		x	x	x		4
Elektrotechnikerin/-techniker für Anlagen- und Betriebstechnik				x		x		2
Elektrotechnikerin/-techniker für Installations- und Gebäudetechnik				x		x		2
Elektrotechnikingenieurin/-ingenieur		x		x		x		3
Ernährungswissenschaftlerin/-wissenschaftler			x					1
Fachkraft für Chemielabortechnik (m/w)			x		x			2
Feinoptikerin/-optiker							x	1
Fleischverarbeiterin/-verarbeiter			x					1
Fleischverarbeitungshilfskraft (m/w)			x					1
Flugverkehrstechnikerin/-techniker							x	1
Forschungs- und Entwicklungstechnikerin/-techniker		x	x	x	x	x		5
Getränketechnikerin/-techniker			x					1
Getreidemüllerin/-müller			x					1
Glasproduktionsfachkraft (m/w)	x					x		2
Hardware-Entwicklerin/-Entwickler		x		x	x	x		4
Hochschullehrerin/-lehrer				x		x		2
Holztechnikerin/-techniker		x						1
IC-Designerin/-Designer		x		x		x		3
Industrial Designerin/Designer	x			x		x		3
Informatikerin/Informatiker		x		x				2
Informations- und Kommunikationstechnikerin/-techniker		x		x		x		3
Installations- und Gebäudetechnikerin/-techniker		x						1
Kabelmonteurin/-monteur							x	1
Kälteanlagentechnikerin/-techniker				x		x		2
Karosseriebautechnikerin/-techniker		x						1
Konditorin/Konditor			x					1
Kulturtechnikerin/-techniker			x					1
Kunststofftechnikerin/-techniker			x			x		2
Land- und Forstwirtschaftstechnikerin/-techniker			x					1

Lebensmitteltechnikerin/-techniker			x		x		2
Luftfahrzeugtechnikerin/-techniker				x		x	2
Marketingmanagerin/-manager				x			1
Maschinenbauingenieurin/-ingenieur				x	x		2
Maschinenbauingenieurin/-ingenieur AMS-Maus		x					1
Maschinenbautechnikerin/-techniker		x		x	x	x	4
Mechatronikerin/Mechatroniker		x		x	x	x	4
Medizintechnikerin/-techniker		x		x		x	3
Mess- und Regeltechnikerin/-techniker		x		x		x	3
Metalldesignerin/-designer		x					1
Metalltechnikerin/-techniker für Schweißtechnik		x					1
Molekularbiologin/-biologe			x		x		2
Molkerei- und Käsereifachkraft (m/w)			x				1
Obduktionsassistentin/-assistent			x				1
Oberflächentechnikerin/-techniker	x		x		x		3
Ökologin/Ökologe			x				1
Pharmazeutin/Pharmazeut			x		x		2
Physikerin/Physiker				x	x	x	3
Physiklaborantin/-laborant					x		1
Produktions- und Prozesstechnikerin/-techniker	x	x	x	x	x		5
Programmiererin/Programmierer		x					1
Projektassistentin/-assistent in der Forschung			x				1
Projekttechnikerin/-techniker						x	1
Qualitätssicherungstechnikerin/-techniker			x	x		x	3
Schlosserin/Schlosser im Baubereich		x					1
Schlosserin/Schlosser im Metallbereich		x					1
Schmiedetechnikerin/-techniker	x						1
Sicherheitstechnikerin/-techniker				x		x	2
Software-Entwicklerin/-Entwickler		x					1
Solartechnikerin/-techniker				x		x	2
Studiotechnikerin/-techniker				x		x	2
Technikerin/Techniker im Bergwesen	x	x			x		3
Technische Physikerin/technischer Physiker		x	x		x		3
Technische Zeichnerin/technischer Zeichner		x				x	2
Telekommunikationsberaterin/-berater				x		x	2
Textiltechnikerin/V		x				x	2
Tiefbauerin/-bauer		x				x	2
Tierärztin/-arzt			x				1
Tischlerin/Tischler						x	1
Umweltanalytikerin/-analytiker			x				1
Umweltberaterin/-berater			x				1
Umwelttechnikerin/-techniker			x				1
Verfahrenstechnikerin/-techniker	x	x	x	x	x		5
Vermessungstechnikerin/-techniker		x					1

Vertriebstechnikerin/-techniker						x	1
Web-Designerin/Designer				x			1
Web-Entwicklerin/-Entwickler		x					1
Werkstofftechnikerin/-techniker	x		x		x		3
Werkstofftechnikerin/-techniker für Hochleistungswerkstoffe - Keramik Produktions- und Prozesstechnikerin/-techniker	x						1
Werkzeugbautechnikerin/-techniker	x	x					2
Windenergietechnikerin/-techniker		x		x		x	3
Zerspanungstechnikerin/-techniker		x					1

Quelle: Arbeitsmarktservice Österreich (AMS): Berufsinformationssystem des AMS. Online verfügbar unter: <https://bis.ams.or.at/bis/>, Economica,

Tabelle 9: Lehrberufe mit KET-Relevanz

Lehrberufe (BIS)	Advanced materials	Advanced manufact.	Industrial Biotech.	Micro & Nanotel.	Nano Technology	Photonics
Applikationsentwicklung - Coding		x				
Bäckerin/Bäcker			x			
Backtechnologie			x			
Bautechnische Assistenz		x				
Bautechnische Zeichnerin/Bautechnischer Zeichner		x				
Biomasseproduktion und land- und forstwirtschaftliche Bioenergiegewinnung			x			
Bonbon- und Konfektmacherin/-macher (auslaufend)			x			
Bootbauerin/-bauer						x
Brau- und Getränketechnik			x			
Brunnen- und Grundbau		x				x
Chemieverfahrenstechnik	x	x	x	x	x	x
Chirurgieinstrumentenerzeugerin/-erzeuger	x	x				
Chocolatière/Chocolatier			x			
Destillateurin/Destillateur			x			
Einzelhandel - SP Elektro-Elektronikberatung				x		
Einzelhandel - SP Telekommunikation				x		
Einzelhandel - ZusatzSP Digitaler Verkauf				x		
Elektronik - HM Angewandte Elektronik		x		x	x	x
Elektronik - HM Informations- und Telekommunikationstechnik		x		x	x	x
Elektronik - HM Kommunikationselektronik		x		x	x	x

Elektronik - HM Mikrotechnik		x		x	x	x
Elektrotechnik - HM Anlagen- und Betriebstechnik		x		x		x
Elektrotechnik - HM Automatisierungs- und Prozessleittechnik		x		x		x
Elektrotechnik - HM Elektro- und Gebäudetechnik				x		x
Elektrotechnik - HM Energietechnik				x		x
Feinoptik						x
Fertigungsmesstechnikerin/-techniker - SP Produktionssteuerung	x	x	x	x	x	x
Fertigungsmesstechnikerin/-techniker - SP Produktmessung	x	x	x	x	x	x
Fleischverarbeitung			x			
Glasmacherei	x				x	
Glasverfahrenstechnik - Flachglasveredelung	x				x	
Glasverfahrenstechnik - Hohlglasproduktion	x				x	
Holztechnik - HM Fertigteilproduktion		x				
Holztechnik - HM Sägetechnik		x				
Holztechnik - HM Werkstoffproduktion		x				
Holztechnikerin/-techniker		x				
Hufschmiedin/-schmied	x					
Informationstechnologie - SP Betriebstechnik		x		x		x
Informationstechnologie - SP Systemtechnik		x		x		x
Installations- und Gebäudetechnik - HM Gas- und Sanitärtechnik		x				
Installations- und Gebäudetechnik - HM Heizungstechnik		x				
Installations- und Gebäudetechnik - HM Lüftungstechnik		x				
Kälteanlagentechnik		x		x		x
Karosseriebautechnik		x				
Konditorin/Konditor (Zuckerbäckerin/-bäcker) - SP Allgemeine Konditorei			x			
Konditorin/Konditor (Zuckerbäckerin/-bäcker) - SP Patisserie			x			
Konditorin/Konditor (Zuckerbäckerin/-bäcker) (auslaufend)			x			
Konstrukteurin/Konstrukteur – SP Elektroinstallationstechnik				x		x
Konstrukteurin/Konstrukteur – SP Installations- und Gebäudetechnik		x		x		x
Konstrukteurin/Konstrukteur – SP Maschinenbautechnik	x	x	x	x	x	x
Konstrukteurin/Konstrukteur – SP Metallbautechnik						x
Konstrukteurin/Konstrukteur – SP Stahlbautechnik		x				
Konstrukteurin/Konstrukteur – SP Werkzeugbautechnik	x					
Kunststoffformgebung	x	x	x	x	x	x
Kunststofftechnik	x	x	x	x	x	x
Kupferschmiedin/-schmied	x					
Labortechnik - HM Biochemie			x		x	
Labortechnik - HM Chemie			x		x	

Labortechnik - HM Lack- und Anstrichmittel			x		x	
Land- und Baumaschinentechnik - SP Baumaschinen		x		x	x	x
Lebensmitteltechnik			x		x	
Lebzelterin/Lebzelter und Wachszieherin/-zieher			x			
Leichtflugzeugbauerin/-bauer (auslaufend)				x		x
Luftfahrzeugtechnik				x		x
Mechatronik - HM Alternative Antriebstechnik		x		x	x	x
Mechatronik - HM Automatisierungstechnik		x		x	x	x
Mechatronik - HM Elektromaschinentechnik		x		x	x	x
Mechatronik - HM Fertigungstechnik	x	x	x	x	x	x
Mechatronik - HM IT-, Digitalsystem- und Netzwerktechnik		x		x	x	x
Mechatronik - HM Medizingerätetechnik		x		x	x	x
Medienfachfrau/Medienfachmann - SP Webdevelopment und audiovisuelle Medien (Audio, Video und Animation)				x		
Metallbearbeitung	x	x				
Metalldesign - SP Gravur		x				
Metalldesign - SP Gürtlerei		x				
Metalldesign - SP Metalldrückerei		x				
Metalltechnik - HM Fahrzeugbautechnik		x				
Metalltechnik - HM Maschinenbautechnik		x		x	x	x
Metalltechnik - HM Metallbau- und Blechtechnik		x				
Metalltechnik - HM Schmiedetechnik	x					
Metalltechnik - HM Schweißtechnik		x				
Metalltechnik - HM Stahlbautechnik		x				
Metalltechnik - HM Werkzeugbautechnik	x	x				
Metalltechnik - HM Zerspanungstechnik		x				
Milchtechnologie			x			
Molkerei- und Käsereiwirtschaft			x			
Oberflächentechnik - SP Emailtechnik	x		x		x	
Oberflächentechnik - SP Feuerverzinkung	x		x		x	
Oberflächentechnik - SP Galvanik	x		x		x	
Oberflächentechnik - SP Mechanische Oberflächentechnik	x		x		x	
Oberflächentechnik - SP Pulverbeschichtung	x		x		x	
Obst- und Gemüsekonservierer/-konservierer			x		x	
Pharmatechnologie			x			
Physiklaborantin/-laborant					x	
Prozesstechnikerin/-techniker	x	x	x	x	x	
Schiffbauerin/-bauer (auslaufend)						x
Skibautechnik			x			x

Spenglerin/Spengler		x				
Technische Zeichnerin/Technischer Zeichner		x				x
Textilchemie			x		x	
Textilgestaltung - SP Strickwaren		x				x
Textilgestaltung - SP Weberei		x				x
Textiltechnologie		x				x
Tiefbauerin/-bauer		x				x
Tiefbauspezialistin/-spezialist - SP Baumaschinenbetrieb		x				x
Tiefbauspezialistin/-spezialist - SP Siedlungswasserbau		x				x
Tiefbauspezialistin/-spezialist - SP Verkehrswegebau		x				x
Tischlerei						x
Tischlereitechnik - SP Planung						x
Tischlereitechnik - SP Produktion						x
Veranstaltungstechnik				x		x
Verfahrenstechnik für die Getreidewirtschaft - SP Backmittelherstellung		x	x	x		x
Verfahrenstechnik für die Getreidewirtschaft - SP Futtermittelherstellung		x	x	x		x
Verfahrenstechnik für die Getreidewirtschaft - SP Getreidemüller		x	x	x		x
Vermessungstechnikerin/-techniker		x				
Wagnerin/Wagner						x
Werkstofftechnik - HM Werkstoffprüfung	x		x		x	

Quelle: Arbeitsmarktservice Österreich (AMS): Berufsinformationssystem des AMS. Online verfügbar unter: <https://bis.ams.or.at/bis/>, *Economica*,

Tabelle 10: BMS und BHS Ausbildungen mit KET-Relevanz

	Advanced Materials	Advanced Manufact.	Industrial Biotech.	Micro & Nanotel.	Nano Technology	Photonics
BMS Ausbildungen (BIS)						
BMS - Elektrotechnik, Informationstechnologie, Mechatronik	x	x	x	x	x	x
BMS - Maschinenbau, Metalltechnik	x	x	x	x	x	x
BMS - Chemie, Rohstofftechnik, Lebensmittel	x	x	x	x	x	
BMS - Kunst, Medien, Design		x		x		x
BMS - Bau, Holz, Gebäudetechnik		x				x
BMS - Kaufmännische Berufe				x		x
BMS - Landwirtschaft, Forstwirtschaft		x	x			
BMS - Textil, Mode		x				x

BMS - Tourismus, Gastronomie			X			
	Advanced Materials	Advanced Manufact.	Industrial Biotech.	Micro & Nanonel.	Nano Technology	Photonics
BHS Ausbildungen (BIS)						
BHS - Biotechnik, Medizintechnik	X	X	X	X	X	X
BHS - Chemie, Rohstofftechnik, Lebensmittel	X	X	X	X	X	X
BHS - Elektrotechnik, Informationstechnologie, Mechatronik	X	X	X	X	X	X
BHS - Maschinenbau, Metalltechnik	X	X	X	X	X	X
BHS - Wirtschaftsingenieurwesen	X	X	X	X	X	X
BHS - Bau, Holz, Gebäudetechnik		X	X	X		X
BHS - Kaufmännische Berufe		X	X	X		X
BHS - Kunst, Medien, Design	X	X		X		X
BHS - Wirtschaftliche Berufe	X		X	X		X
BHS - Landwirtschaft, Forstwirtschaft			X		X	
BHS - Textil, Mode		X				X

Quelle: *Arbeitsmarktservice Österreich (AMS): Berufsinformationssystem des AMS. Online verfügbar unter: <https://bis.ams.or.at/bis/>, Economica,*

Tabelle 11: Tertiäre Ausbildungen mit KET-Relevanz

	Advanced Materials	Advanced Manufact.	Industrial Biotech.	Micro & Nanonel.	Nano Technology	Photonics
Tertiäre Ausbildungen (FH und Universität), (BIS)						
Agrar- und Lebensmitteltechnologie			X		X	
Allgemeines Management, Business und Public Management				X		X
Automatisierungstechnik		X	X	X	X	X
Bauingenieurwesen		X		X		X
Betriebswirtschaft, Controlling, Rechnungswesen				X		X
Bildung und Erziehung				X		X
Bioinformatik		X	X	X	X	
Biologie			X		X	
Biomedizin			X		X	
Biotechnologie	X	X	X	X	X	
Bodenkultur, Umwelt		X	X	X	X	X
Chemie	X	X	X	X	X	
E-Health		X		X		

Elektrotechnik		x	x	x	x	x
Energie- und Umweltmanagement			x			
Ernährung, Bewegung und Sport			x			
Forstwirtschaft		x	x			
Gebäudetechnik			x	x		x
Geistes- und Kulturwissenschaften				x		x
Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften				x		x
Geowissenschaften	x	x	x		x	
Informatik, Computer- und Datenwissenschaften		x		x	x	x
Informatik, IT	x	x	x	x	x	x
Innovations- und Produktmanagement	x	x	x	x	x	x
Internationales Management				x		
Kommunikation und Informationsdesign				x		x
Kunst	x			x		x
Land- und Forstwirtschaft, Umwelt		x	x	x	x	x
Landwirtschaft			x		x	
Marketing und Sales				x		
Maschinen- und Anlagenbau	x	x	x	x	x	x
Material- und Werkstoffwissenschaften	x	x	x	x	x	
Mechatronik	x	x	x	x	x	x
Medien, Design, Kunst, Kommunikation	x	x		x		x
Medien, Medientechnik und -produktion	x	x		x		x
Medieninformatik, Design	x			x		x
Medieninformatik, Mediendesign	x	x		x		x
Medizin, Gesundheit			x		x	
Medizintechnik		x	x	x	x	x
Molekulare Medizin			x		x	
Naturwissenschaften	x	x	x	x	x	x
Pädagogik, Sozialwesen				x		x
Pharmazie			x		x	
Physik		x	x	x	x	x
Rohstofftechnik	x	x	x		x	
Sozialwissenschaften				x		x
Technik, Ingenieurwesen	x	x	x	x	x	x
Technische Informatik		x		x	x	x
Umwelttechnik	x	x	x	x	x	x
Unternehmensführung und Entrepreneurship				x		
Verfahrenstechnik	x	x	x	x	x	x
Wirtschaft, Recht, Management	x	x	x	x	x	x
Wirtschaftsinformatik		x		x		
Wirtschaftsingenieurwesen	x	x	x	x	x	x

Quelle: Arbeitsmarktservice Österreich (AMS): Berufsinformationssystem des AMS. Online verfügbar unter: <https://bis.ams.or.at/bis/>, Economica.

Anhang III – Konkordanztabellen

Tabelle 12: Zuordnung BIS-Studiengänge zur ISCED 2013 Klassifizierung

BIS-Studiengang	ISCED2013 Studiengang	ISCED
Agrar- und Lebensmitteltechnologie	Nahrungsmittel	721
Automatisierungstechnik	Computer Ingenieur	714
Bauingenieurwesen	Baugewerbe, Hoch- und Tiefbau	732
Bioinformatik	Biologie	511
Biologie	Biologie	511
Biomedizin	Biologie	511
Biotechnologie	Biochemie	512
Bodenkultur, Umwelt	Umwelt	520
Chemie	Chemie	531
Elektrotechnik	Computer Ingenieur	714
Forstwirtschaft	Forstwirtschaft	821
Gebäudetechnik	Baugewerbe, Hoch- und Tiefbau	732
Geowissenschaften	Geowissenschaften	532
Informatik, IT	Informatik und Kommunikationstechnologie	6
Kunst	Audiovisuelle Techniken und Medienproduktion	211
Landwirtschaft	Landwirtschaft	810
Maschinen- und Anlagenbau	Maschinenbau und Metallverarbeitung	715
Material- und Werkstoffwissenschaften	Werkstoffe	722
Mechatronik	Elektrizität und Energie	713
Mechatronik	Computer Ingenieur	714
Mechatronik	Maschinenbau und Metallverarbeitung	715
Mechatronik	Kraftfahrzeug, Schiffe und Flugzeuge	716
Mechatronik	Sonstiges Ingenieurwesen	719
Medien, Design, Kunst, Kommunikation	Audiovisuelle Techniken und Medienproduktion	211
Medien, Medientechnik und -produktion	Audiovisuelle Techniken und Medienproduktion	211
Medieninformatik, Design	Audiovisuelle Techniken und Medienproduktion	211
Medieninformatik, Mediendesign	Audiovisuelle Techniken und Medienproduktion	211
Medizintechnik	Medizin Ingenieur	915
Molekulare Medizin	Biologie	511
Naturwissenschaften	Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik	5
Pharmazie	Pharmazie	916
Physik	Physik	533
Technik, Ingenieurwesen	Ingenieurwesen	7
Technische Informatik	Computer Ingenieur	714
Umwelttechnik	Umweltschutztechnologie	712
Verfahrenstechnik	Chemie und Verfahrenstechnik	711

Quelle: *Arbeitsmarktservice Österreich (AMS): Berufsinformationssystem des AMS. Online verfügbar unter: <https://bis.ams.or.at/bis/>, Economica.*



AutorInnen:

Berrer, H., Boch, M., Gross, M., Linder, A., Zalesak, M., Zanol, A.

Titel: Beschäftigungspotenziale durch Schlüsseltechnologien

© 2022 Economica
Institut für Wirtschaftsforschung
Institute of Economic Research
Liniengasse 50-52
A-1060 Wien
www.economica.eu
