

GED Focus Paper

Analyse des Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und volkswirtschaftlichem Wachstum

Maximilian Lucas Wurster

Analyse des Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und volkswirtschaftlichem Wachstum

BACHELORARBEIT

vorgelegt der

Dualen Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart

Fakultät Wirtschaft

Studiengang BWL-Bank

Jahrgang WBK 2018

Version: 3. Mai 2021

Autor:

Maximilian Lucas Wurster

Wissenschaftlicher Betreuer DHBW:

Prof. Dr. Michael Grobosch

Kontakt

Thomas Rausch

Senior Project Manager

Global Economic Dynamics

Programm Megatrends

Bertelsmann Stiftung

Telefon: +49 5241 81-81330

E-Mail: thomas.rausch@bertelsmann-stiftung.de

www.bertelsmann-stiftung.de

Gütersloh, 2021

Titelbild: © Tierney - stock.adobe.com

Vorwort

Unter dem Titel „Weltklassepatente in Zukunftstechnologien“ haben die beiden Projekte der Bertelsmann Stiftung, „Innovationskraft stärken. Potentiale erschließen“ und „Global Economic Dynamics“, im Juni 2020 gemeinsam eine Studie zur Innovationskraft europäischer, nordamerikanischer und ostasiatischer Volkswirtschaften veröffentlicht. Als Indikator für Innovationskraft fungiert die Anzahl der besonders wichtigen Patente in für den wirtschaftlichen und gesellschaftlich Fortschritt bedeutsamen Schlüsselbereichen wie alternative Antriebe, künstliche Intelligenz oder Quantentechnologie. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die Vereinigten Staaten in den allermeisten Industrien immer noch klar die höchste Innovationskraft aufweisen, aber Südkorea und China stark aufholen, während europäische Staaten langsam zurückfallen. Sie empfiehlt daher insbesondere eine stärkere europäische Forschungsk Kooperation, um ihre Stärken – etwa im Gesundheitsbereich – zu bündeln und ihre Schwächen – z. B. bei der Digitalisierung – offensiv anzugehen.

Seit Erscheinen der Studie hat die Bertelsmann Stiftung den ihr zugrunde liegenden Datensatz von Weltklassepatenten, der vom Wirtschaftsforschungsinstitut Econsight erhoben und analysiert wurde, an mehrere Forscher:innen und Analyst:innen für ihre eigenen wissenschaftlichen Arbeiten weitergegeben. So sind die Ergebnisse etwa in die Studie „Deutschland 2030. Kreative Erneuerung“ der Unternehmensberatung McKinsey aus dem Juni 2021 eingeflossen. Auch das vorliegende Fokuspapier stellt eine solche weitere Anwendung der Daten dar. In seiner Bachelorarbeit untersucht Maximilian Wurster die Beziehung zwischen Weltklassepatenten und volkswirtschaftlichem Wachstum und stellt dabei einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Wirtschaftswachstum einkommensreicher Volkswirtschaften fest. Um seine Vorgehensweise und die Ergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen, veröffentlicht die Bertelsmann Stiftung seine Arbeit als Focus Paper des Teams Global Economic Dynamics.

Executive Summary

The role of patent protection is addressed by policymakers all over the world. By granting exclusive exploitation rights, countries hope to offer market participants the prospect of appropriate returns and thus stimulate a country's long-term innovation activities. However, from a scientific point of view the macroeconomic impact of patent protection is highly controversial.

Therefore, this research paper aims to analyze whether there is a positive relationship between the number of patents and the GDP per capita income of wealthy economies. A recently conducted mass data analysis by the Bertelsmann Foundation enables this research to only focus on key technology patents, which are distinguished by their high economic relevance.

The methodology is characterized by a bivariate regression model conducted for 36 high-income countries for the year 2018. In addition to the analysis on a global level, a dynamic time series analysis of the growth rates concerning key technology patents and GDP per capita income is conducted for the United States over the period from 2001 to 2018 (ARDL Model).

The results of the regression analysis indicate that a 1 % increase in key technology patents results in an average increase of 0.108 % in GDP per capita income. Long-term time series effects for the USA are higher with an average increase of 0.188 %. As results suggest, key technology patents have a positive effect on the economic growth of high-income economies. Regarding future research, one must expect the rising importance of key technology patents, especially in modern knowledge-based economies, where intellectual property increasingly turns into a strategic competitive advantage.

**Analyse des Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und
volkswirtschaftlichem Wachstum**

BACHELORARBEIT

vorgelegt der

Dualen Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart

Fakultät Wirtschaft

Studiengang BWL-Bank

Jahrgang WBK 2018

am 03. Mai 2021

von

Maximilian Lucas Wurster

Wissenschaftlicher Betreuer DHBW

Prof. Dr. Michael Grobosch

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Vorgehensweise	3
1.4 Forschungslücke	4
2 Theoretische Grundlagen	5
2.1 Definitionen	6
2.1.1 Der Patentbegriff	6
2.1.2 Weltklassepatente oder Schlüsselpatente?	7
2.1.3 Patentfamilie	9
2.2 Die Rolle von Patenten in einer globalisierten Welt	10
2.3 Schlüsselpatente – ein neuer Forschungsansatz	14
2.4 Volkswirtschaftliches Wachstum	17
2.4.1 Wachstum im historischen und zeitgenössischen Kontext	17
2.4.2 Wachstumstheorien	19
2.4.3 Der Zusammenhang von Patentschutz, Innovation und Wirtschaftswachstum ..	26
2.5 Methoden zur Messung volkswirtschaftlichen Wachstums	31
2.6 Forschungshypothesen	32
3 Empirische Untersuchungen	33
3.1 Forschungsmethodik	33
3.2 Empirisches Modell	35
3.3 Bivariate Regressionsanalyse	41
3.3.1 Ergebnisse der Regressionsanalyse	41
3.4 Zeitreihenanalyse	44
3.4.1 Entwicklung der Schlüsselpatente und des Pro-Kopf-Einkommens in den USA	44
3.4.2 Ergebnisse des Augmented-Dickey-Fuller Tests	46

3.4.3	Ergebnisse des geschätzten ARDL-Modells	47
3.4.4	Ergebnisse des Bounds-Test-Kointegrationsverfahrens	50
3.4.5	Ergebnisse des Fehlerkorrekturmodells	52
3.5	Kritische Würdigung der Ergebnisse	52
4	Schlussbetrachtung und Ausblick.....	57
5	Quellenverzeichnis.....	60
6	Anhang.....	69
7	Ehrenwörtliche Erklärung.....	75

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Augmented-Dickey-Fuller
AIC	Akaike Informationskriterium (engl. Akaike information criterion)
ARDL	Auto Regressive Distributed Lag
BIP	Bruttoinlandsprodukt
ECM	Fehlerkorrekturmodell (engl. Error Correction Model)
F&E	Forschung und Entwicklung
PatG	Patentgesetz
PKE	Pro-Kopf-Einkommen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Intangible und tangible Investitionen in Europa und den Vereinigten Staaten	11
Abbildung 2: Das Vorgehen zur Ermittlung von Schlüsselpatenten	16
Abbildung 3: Wachstumsraten des Pro-Kopf-Einkommens über sieben Jahrhunderte	18
Abbildung 4: Entwicklung der Wachstumstheorie	20
Abbildung 5: Empirische Modelle dieser Arbeit.....	35
Abbildung 6: Selektionsschema zur Ermittlung geeigneter Modelle der Zeitreihenanalyse .	36
Abbildung 7: Graphische Darstellung zum Einfluss von Schlüsselpatenten auf das Pro-Kopf-Einkommen	42
Abbildung 8: Entwicklung der Schlüsselpatente der fünf größten Patentnationen im Zeitraum 2001-2018	45
Abbildung 9: Wachstumsraten der Schlüsselpatente und des Pro-Kopf-Einkommens in den USA für die Jahre 2001-2018	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definition der Variablen	34
Tabelle 2: Bivariate Regressionsanalyse zum Einfluss von Schlüsselpatenten auf das Pro-Kopf-Einkommen	43
Tabelle 3: Zuwachsraten der Schlüsselpatente in den USA für den Beobachtungszeitraum 2001-2018	45
Tabelle 4: Ergebnisse des ADF-Tests.....	47
Tabelle 5: Ergebnisse des ARDL (1,1) Modells	49
Tabelle 6: Ergebnis des Bounds-Test-Kointegrationsverfahrens	50
Tabelle 7: Ergebnisse des langfristigen Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum in den USA	51
Tabelle 8: Ergebnisse des Fehlerkorrekturmodells.....	52

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

CRISPR-Cas9. Der Begriff ist nicht nur Ausdruck einer der größten wissenschaftlichen Durchbrüche des 21. Jahrhunderts¹, sondern auch der, eines milliardenschweren Streits: Es geht um Patente und die damit verbundenen Verwertungsrechte hinter dem technischen Verfahren, das erstmals die gezielte Veränderung von Bausteinen im Erbgut des Menschen ermöglicht. Der Marktwert der verschiedenen CRISPR-Cas9 Anwendungen wird auf mehrere Milliarden US-Dollar geschätzt. Seit Jahren versuchen sich Konzerne und Forschungsinstitute die zukünftig erwarteten Renditen durch entsprechende Patente zu sichern.²

Was auf Unternehmensebene den Kampf um zukünftige Gewinne darstellt, ist auf makroökonomischer Ebene Ausdruck der Frage, wie sich langfristig Innovation und Wirtschaftswachstum in einer Volkswirtschaft steigern lassen. Viele Staaten reagieren auf diese Frage unter anderem mit einem starken Patentschutz. Patente sind staatlich gewährte Schutzrechte an Technologien, die dem Besitzer ein zeitlich befristetes Verbot gegenüber Dritten einräumen. Diesen ist es somit untersagt, die patentgeschützte Technologie zu benutzen oder auf ihr basierende Produkte anzubieten.³ Durch die Gewährung exklusiver Verwertungsrechte erhoffen sich Staaten, Marktteilnehmern angemessene Renditen in Aussicht zu stellen und somit langfristig die Innovationsaktivitäten eines Landes zu stimulieren.⁴ Die gesamtwirtschaftliche Wirkung des Patentschutzes ist wissenschaftlich jedoch höchst umstritten. Setzen Patente die gewollten Innovationsanreize oder hemmt die monopolähnliche Stellung des Innovators die Technologiediffusion und damit auch die Entstehung von Folgeinnovationen?

Politische Entscheidungsträger fordern dringlich nach einer Antwort, da das Wirtschaftswachstum und der zukünftige Wohlstand insbesondere von hochentwickelten und vermögenden Ökonomien zunehmend auf Innovationen, wie beispielsweise CRISPR-Cas9, beruhen.⁵ Es sind deshalb weitere Erkenntnisse darüber notwendig, inwieweit die

¹ Vgl. Fischer, L. (2020), www.spektrum.de (Stand: 06.04.2021).

² Vgl. Larthz, S. (2020), www.nzz.ch (Stand: 06.04.2021).

³ Vgl. Walter, L./ Schnittker, F.C. (2016), S. 13 f.

⁴ Vgl. WIPO (2020), S. 222.

⁵ Vgl. Porter, M./ Ketels, C. (2003), S. 15.

Patentierung von solchen Schlüsseltechnologien in diesen Volkswirtschaften zu Innovation und Wirtschaftswachstum beitragen.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es zu analysieren, ob es einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Pro-Kopf-Einkommen einkommensreicher Volkswirtschaften gibt. Dieser Zusammenhang wird zunächst mit Hilfe einer bivariaten Regression für 36 Länder für das Jahr 2018 analysiert. Sie gehören nach der *Atlas-Methode* der Weltbank, mit Ausnahme von China, Bulgarien und Rumänien, zu den „High-income“ Ökonomien und damit zu den reichsten Ländern dieser Welt.⁶ Das Jahr 2018 stellt den aktuellsten Beobachtungszeitraum des dieser Arbeit zugrundeliegenden Schlüsselpatentdatensatzes dar. Neben dieser globalen Analyse wird zudem eine dynamische Zeitreihenanalyse der Wachstumsraten der Schlüsselpatente und des Pro-Kopf-Einkommens für die USA im Zeitraum 2001-2018 durchgeführt. Das Forschungsinteresse widmet sich dabei im Besonderen den USA, da das Land als weltweit größtes Schwergewicht im Patentsystem die meisten Schlüsselpatente besitzt.⁷ Hinzu kommt, dass die USA ihren eigenen Patentschutz zunehmend weiter vorantreibt⁸ und mit einem Pro-Kopf-Einkommen von 54.832 US-\$ (Stand 2018) zu den sehr vermögenden Volkswirtschaften gehört.⁹

Bei der Analyse von Schlüsselpatenten handelt es sich um einen neuen Forschungsansatz. Er berücksichtigt im Vergleich zu herkömmlichen Ansätzen ausschließlich Patente aus 58 besonders relevanten Schlüsseltechnologien. Zudem integriert er sowohl die Qualität des Patents als auch seine internationale Marktabdeckung. Dieses Vorgehen ermöglicht somit erstmals eine neue Sichtweise auf den Zusammenhang von Patenten und Wirtschaftswachstum und soll so zur gewünschten Zielsetzung dieser Arbeit beitragen.

⁶ Vgl. Weltbank (2021a), www.worldbank.org (Stand: 19.04.2021).

China, Bulgarien und Rumänien gehören nach der *Atlas-Methode* der Weltbank definitorisch zu den „Upper-middle-income“ Ökonomien, werden aber aufgrund ihres vergleichsweise hohen Bruttonationaleinkommens pro Kopf innerhalb dieser Klassifizierung ebenfalls zu den vermögenden Ländern hinzugezählt.

⁷ Vgl. Breiting, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 6.

⁸ Vgl. Atun, R./ Harvey, I./ Wild, J. (2006), S. 6.

⁹ Vgl. Weltbank (2021b), www.worldbank.org (Stand: 17.02.2021).

1.3 Vorgehensweise

Die Arbeit gliedert sich in zwei Forschungsbereiche. Das sind zum einen die theoretischen Grundlagen und zum anderen die darauffolgenden empirischen Untersuchungen. Mit Blick auf die Zielsetzung sollen beide Bereiche gemeinsam zum wissenschaftlichen Verständnis über den Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum beitragen.

Die theoretischen Grundlagen untergliedern sich in den Themenkomplex der Schlüsselpatente, bevor sie sich nachfolgend dem Wirtschaftswachstum und der Verknüpfung beider Bereiche zuwenden. Das Fundament für die Erarbeitung des ersten Themenbereiches beginnt zunächst in Kapitel 2.1 mit den Definitionen der für diese Arbeit besonders relevanten Begriffe. Diesen schließt sich eine Einführung in die Rolle von Patenten in einer globalisierten Welt an. Es wird aufgezeigt, welche makroökonomischen Entwicklungen dazu geführt haben, dass geistiges Eigentum zunehmend an Relevanz gewinnt und dargelegt, welche besondere Rolle Patenten dabei zukommt. Vor dem Hintergrund dieses Bedeutungswandels stellt das darauffolgende Kapitel den Forschungsansatz der Schlüsselpatente näher vor. Im Mittelpunkt steht dabei die Erklärung des zugrundeliegenden Ansatzes und seine Bedeutung für diese Arbeit. Das Kapitel 2.4 beschäftigt sich mit Wirtschaftswachstum, dem zweiten Themenkomplex der theoretischen Grundlagen. Um das Forschungsinteresse dieser Arbeit besser einzuordnen, setzt es Wirtschaftswachstum zunächst in einen historischen und zeitgenössischen Kontext. Im darauffolgenden Kapitel werden die führenden Wachstumstheorien vorgestellt. Hierzu gehören die neoklassische Wachstumstheorie nach Solow und die die endogenen Wachstumstheorien. Sie erklären Wirtschaftswachstum aus theoretischer Perspektive. Dabei wird ein besonderer Fokus auf ihren Erklärungsgehalt hinsichtlich des Einflusses von technologischem Fortschritt und Innovation gelegt. Die aus den Wachstumstheorien gewonnenen Erkenntnisse bilden das Fundament, um den Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum zu plausibilisieren. Das anschließende Kapitel 2.4.3 fasst den aktuellen Forschungsstand zusammen, der sich auf Grundlage der Wachstumstheorien mit den volkswirtschaftlichen Zusammenhängen von Patentschutz, Innovation und Wachstum beschäftigt. So soll die theoretische Perspektive mit den bislang erzielten empirischen Forschungsergebnissen verknüpft werden.

Dieses Vorgehen mündet in der Formulierung der Forschungshypothesen über den Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum, die in Kapitel 2.6 vorgestellt werden.

Der zweite Teil der Arbeit widmet sich den empirischen Untersuchungen und einer umfangreichen Analyse der abgeleiteten Forschungshypothesen. Er beginnt mit der Darlegung der Forschungsmethodik und der Beschreibung der zwei verwendeten empirischen Modelle in Kapitel 3.1 und 3.2. Zur Überprüfung der beiden Hypothesen führt diese Arbeit die bivariate Regressionsanalyse für 36 Länder für das Jahr 2018 durch und des Weiteren auch eine dynamische Zeitreihenanalyse der Wachstumsraten der Schlüsselpatente und des Pro-Kopf-Einkommens für die USA im Zeitraum 2001-2018. Für die Zeitreihenanalyse wird das von Pesaran et al. (2001)¹⁰ entwickelte Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Modell in Verbindung mit dem „Bounds-Testing“-Kointegrationsverfahren verwendet. Die Ergebnisse der beiden Modelle sind Gegenstand des Kapitels 3.3, respektive 3.4. Sie werden im anschließenden Kapitel 3.5 kritisch diskutiert.

Die Arbeit endet mit der Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse und einem Ausblick in weitere Forschungsschwerpunkte.

1.4 Forschungslücke

In vielen Fällen weist die bisherige Forschung über den Zusammenhang von Patenten und Wirtschaftswachstum drei wesentliche Schwächen auf, die die Aussagekraft der Ergebnisse verzerren:¹¹

1. Die meisten Analysen betrachten schlichtweg quantitative Patentdaten, die die Qualität der zugrundeliegenden Patente nicht berücksichtigen.¹² Dieses Vorgehen wird in der Literatur zunehmend bemängelt, da sich der ökonomische Wert der analysierten Patentdaten nicht nur an der reinen Anzahl, sondern vor allem an der Qualität der Patente bemisst.
2. Die Analysen unterscheiden zudem selten zwischen verschiedenen Technologien. So werden Patente aus besonders innovationskräftigen Technologiebereichen der Volkswirtschaft, wie beispielsweise der künstlichen Intelligenz, gegenüber weniger relevanten Technologiebereichen gleichgewichtet.

¹⁰ Vgl. Pesaran, M. H./ Shin, Y./ Smith, R. J. (2001), S. 289 f.

¹¹ Vgl. Overdiek, M./ Rausch, T./ Gramke, K. (2020), S. 9 f.

¹² Vgl. Maradana, P. R. et al. (2019), S. 269.

Vgl. Sinha, D. (2008), S. 182.

Vgl. Josheski, D./ Koteski, C. (2011), S. 1.

Vgl. Saini, A. K./ Jain, S. (2011), S. 2.

3. Es werden häufig nur die Zahlen der reinen Patentanmeldungen eines Landes herangezogen. Zwischen der Patentanmeldung und der abschließenden Erteilung vergehen mitunter viele Jahre.¹³ Für die ökonomische Betrachtung ist also vor allem auch das aktive Patentportfolio eines Landes relevant.

Diese Arbeit greift deshalb auf einen Datensatz der EconSight GmbH zurück, welcher für die im Jahr 2020 erschienene Studie der Bertelsmann Stiftung „Weltklassepatente in Zukunftstechnologien. Die Innovationskraft Ostasiens, Nordamerikas und Europas“¹⁴ entwickelt wurde. In diesem Datensatz werden erstmals die Unzulänglichkeiten der bisherigen Patentforschung umfassend berücksichtigt. So werden neben reinen Patentanmeldungen auch das aktive Patentportfolio eines Landes erfasst und lediglich Patente aus 58 Schlüsseltechnologien herangezogen. Um der obigen Kritik Rechnung zu tragen, wird zusätzlich die individuelle Qualität eines jeden Patents ermittelt. Ein weiteres neuartiges Merkmal dieser Arbeit ist der Analysezeitraum. Trotz weltweit ansteigender Patenterteilungen gibt es bislang nur wenig Forschung, die den Zusammenhang von Patenten und Wirtschaftswachstum nach der Jahrtausendwende analysiert.

An dieser Stelle sei ergänzend vorweggenommen: Breitinger et al. prägen in ihrer Studie den Begriff des Weltklassepatents, welcher sich auf die besten 10 % der nach den obigen Kriterien eingegrenzten Patente bezieht. Dieser soll für die nachfolgende Forschung jedoch nicht in seiner herkömmlichen Form übernommen werden. An seine Stelle wird der Begriff des Schlüsselpatents treten, da dieser den wissenschaftlichen Konzepten dieser Arbeit näherkommt. Die ausführliche Begründung dieser Entscheidung erfolgt in Kapitel 2.1.2.

2 Theoretische Grundlagen

Die theoretischen Grundlagen bilden das Fundament dieser Arbeit. Sie beginnen mit den Definitionen der besonders relevanten Begriffe. Zu diesen gehören das Patent, das Schlüsselpatent und die Patentfamilie.

¹³ Vgl. Frietsch, R./ Köhler, F./ Blind, K. (2008), S. 2.

¹⁴ Vgl. Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 66.

2.1 Definitionen

2.1.1 Der Patentbegriff

Das heute vorherrschende Verständnis für den Patentbegriff entstand mit der Entwicklung des modernen Patentsystems im 19. Jahrhundert.¹⁵ Im deutschen Sprachgebrauch haben sich dabei inhaltlich zumeist sehr einheitliche Definitionen etabliert, wenngleich es zum Teil Unterschiede in den sprachlichen Formulierungen gibt. So nutzen rechtlich orientierte Definitionen des Patents, selbst bei sehr kurzen Definitionen, die Paragraphen des deutschen Patentgesetzes (PatG).¹⁶ Aufgrund des internationalen Bezugs dieser Arbeit sollen an dieser Stelle zwei allgemeiner gefasste Kurzdefinition des Patents vorgestellt werden, die mit den jeweils geltenden nationalen Patentgesetzen vereinbar sind.

Eine sehr allgemeingültige Definition nimmt Paul (2020) vor. Nach Paul ist ein Patent „ein von Staats wegen durch ein Patentamt nach gesetzlichen Regeln verliehenes Recht, eine Erfindung allein unter Ausschluss Dritter zu benutzen.“¹⁷ Eine weitere Definition dieser Art liefern Aichberger et al. (2019). Ihnen zufolge ist ein Patent „die einem Erfinder oder dessen Rechtsnachfolger vom Staat erteilte ausschließliche, aber zeitlich begrenzte Befugnis, eine Erfindung zu benutzen.“¹⁸ Beide Definitionen eignen sich aufgrund ihrer allgemeingültigen Beschreibung und der weitestgehend inhaltlichen Kongruenz für diese Arbeit. Dennoch wird die Definition nach Aicherberger et al. bevorzugt. Zwar berücksichtigt sie nicht den Erteilungsprozess des Patents durch ein Patentamt, hebt dafür aber zwei weitere wesentliche Aspekte hervor: Zum einen, das Patente ein zeitlich begrenztes Nutzungsrecht darstellen und zum anderen, das Patente über die Rechtsnachfolge übertragbar sind.

Um dem vollen Bedeutungsumfang des Patentbegriffs Rechnung zu tragen, eignet sich neben der Kurzdefinition dennoch das Patentgesetz der Bundesrepublik Deutschland in der Neufassung vom 1.1.1981 als Anhaltspunkt. Grundsätzlich dient ein Patent dem Schutz

¹⁵ Vgl. Seebold, E. (2011), S. 688.

In seiner rechtsgeschichtlichen Bedeutung bezeichnet ein Patent zumeist „die Urkunde über eine Rechtshandlung, durch die öffentlich ein Recht verliehen wird.“ Köbler, G. (2018), S. 325.

Vgl. hierzu auch Gräbinger-Seißinger et al. (2005), S. 517.

¹⁶ Vgl. Köbler, G. (2018), S. 325.

Vgl. Alpmann, J. A. et al. (2010), S.885.

¹⁷ Paul, D. A. (2020), S. 853.

¹⁸ Aichberger, T. et al. (2019), S. 1077.

des Erfinders, indem es andere von der Nutzung der Erfindung ausschließt.¹⁹ So ist es Dritten nach § 9 PatG untersagt, die patentgeschützte Erfindung nachzuahmen, herzustellen, anzubieten oder zu den genannten Zwecken entweder einzuführen oder zu besitzen. Eine nähere Erläuterung des Begriffs der Erfindung ist im PatG nicht vorzufinden. Nach herrschender Rechtsprechung soll eine Erfindung jedoch „[...] eine Lehre zum konkreten Handeln [bereitstellen], die zu einem mit technischen Mitteln wiederholbaren Erfolg führt. Die Lehre zum Handeln besteht aus der Aufgabe (Problem) und deren Lösung.“²⁰ Patente werden gemäß §1 PatG auf allen Gebieten der Technik erteilt, sofern sie neu sind, auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhen und gewerblich anwendbar sind. Dabei erstreckt sich der Schutzbereich eines Patents sowohl auf Erzeugnisse als auch Verfahren (§ 1 PatG). Das Schutzrecht wird zeitlich begrenzt gewährt und beläuft sich gemäß § 16 PatG auf 20 Jahre. Im Gegenzug für den exklusiven Schutz ist der Patentanmelder verpflichtet, die Erfindung spätestens 18 Monate nach der Anmeldung offenzulegen.²¹ Maßgeblich für den Umfang des Patentschutzes ist das Territorialprinzip. Danach ist die Schutzwirkung „zunächst begrenzt auf das Territorium des schutzgewährenden Staates.“²² Der Grund liegt in der national beschränkten Gesetzgebungskompetenz der Länder, die international zu zersplitterten Ausgestaltungen des Patentrechts führt.²³ Soll der Patentschutz also entsprechend auf mehrere Länder ausgeweitet werden, ist dies nur mit Hilfe weiterer Patentanmeldung im jeweiligen Land möglich.

2.1.2 Weltklassepatente oder Schlüsselpatente?

Wie bereits im Forschungstitel vorweggenommen, werden Schlüsselpatente den wesentlichen Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit darstellen. Anders als das Patent bleibt der Begriff des Schlüsselpatents jedoch gesetzlich undefiniert. Auch in der Wissenschaft findet sich bislang keine einheitliche Definition dafür, was unter einem Schlüsselpatent zu verstehen ist. Lediglich vereinzelt taucht der Begriff des Schlüsselpatents in der externen Unternehmenskommunikation oder in der tagesaktuellen Medienlandschaft auf, um Patente mit besonders relevanter Bedeutung zu adressieren.²⁴

¹⁹ Vgl. Walter, L./ Schnittker, F.C. (2016), S. 13 f.

²⁰ Einsele, R.W. (2016), §1, Rn. 29.

²¹ Vgl. Burr, W./ Stephan, M. (2019), S. 216.

²² Koch, S. (2014), Rn. A 3.

²³ Vgl. Koch, S. (2014), Rn. A 3.

Vgl. Maskus, K. (2000), S. 3 f.

²⁴ Vgl. Quercis Pharma AG (2021), www.prnewswire.com (Stand: 24.03.2021).

Bei tieferer Betrachtung lassen sich in der Forschungsliteratur jedoch Begriffe finden, die eine Definition des Schlüsselpatents ermöglichen. So sprechen Frietsch et al. von Hochtechnologie-Patenten.²⁵ Gemeint sind hierbei Patentanmeldungen aus Sektoren, „die [...] ein Mindestmaß an Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen von 2,5 % [ihres sektorialen] Umsatzes erfordern.“²⁶ Diese Klassifizierung der Hochtechnologie-Patente aus dem Jahr 2008 wurde in der Forschung jedoch nicht weiter herangezogen. Breitinger et al. arbeiten in ihrer Studie mit sogenannten Weltklassepatenten.²⁷ Die Autoren definieren Weltklassepatente als „die besten 10 Prozent aller Patente innerhalb einer definierten Technologie, gemessen an ihrer Patenstärke.“²⁸ Beiden Forschungen ist gemein, dass sie Patente klassifizieren, um ihnen anschließend eine bestimmte Güte zuzusprechen. Frietsch et al. nehmen eine Klassifizierung über die F&E-Investitionen vor, wohingegen Breitinger et al. ihre Klassifizierung aus einem Technologieraster und der individuellen Patentstärke ableiten. Ziel dieser Herangehensweisen ist es, Patente zu identifizieren, die gegenüber anderen eine besondere Qualität und damit einen hohen ökonomischen Wert besitzen. In den folgenden Ausführungen wird sich diese Arbeit stark an der Definition nach Breitinger et al. orientieren. Hierfür spricht vor allem dessen differenzierte Vorgehensweise, welche im Kapitel 2.3 genauer beleuchtet wird. Für diese Arbeit soll die Definition nach Breitinger et al. zwar übernommen werden, jedoch soll sie Anstelle der Beschreibung von Weltklassepatenten zur Definition von Schlüsselpatenten dienen. Die Begründung dieses Vorgehens liegt im Detail der Begrifflichkeiten. Der Zusatz „Weltklasse“ assoziiert zunächst eine hervorgehobene Stellung der Weltklassepatente. Sie ergibt sich aus ihrer besonderen Patentstärke und ihrem Bezug auf 58 Technologien „die aktuelle technologische Trends aufgreifen, welche entsprechend einer wirtschaftspolitischen Diskussion gewichtig sind und insgesamt den technischen Fortschritt im Sinne der besonders relevanten Zukunftstechnologien passgenau abbilden.“²⁹ Diese technologischen Trends sind in hohem Maße deckungsgleich mit den Technologien, die in der Wissenschaft als

Vgl. Meyer-Dulheuer MD Legal Patentanwälte PartG mbB (2018), www.legal-patent.com (Stand: 24.03.2021)

²⁵ Vgl. Frietsch, R./ Köhler, F./ Blind, K. (2008), S.3.

²⁶ Vgl. ebenda, S.3.

²⁷ Vgl. Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 6.

²⁸ Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 67.

²⁹ Ebenda, S.67.

Schlüsseltechnologien (engl. key technologies) bezeichnet werden.³⁰ Anstelle von Weltklassepatenten lässt sich also ebenso der Begriff der Schlüsselpatente verwenden. Zwei Aspekte sprechen dafür, dies zu tun. Zum einen ist der Ausdruck des Schlüsselpatents eine präzise Beschreibung dessen, was er im Kern abbildet: Patente im Bereich der Schlüsseltechnologien. Zum anderen geht auch die Assoziierung ihrer besonderen Relevanz durch den Zusatz „Schlüssel“ nicht verloren. In Anbetracht dieser Ausführungen werden Schlüsselpatente in dieser Arbeit deshalb wie folgt definiert:

Schlüsselpatente sind, gemessen an ihrer Patentstärke – die sich aus technologischer Relevanz und Marktabdeckung ergibt – die besten 10 Prozent aller Patente aus 58 Schlüsseltechnologien.³¹

Mit Blick in die Zukunft bleibt kritisch zu hinterfragen, inwieweit sich eine Definition etablieren und durchsetzen wird, die lediglich die stärksten 10 Prozent der Patente der 58 Schlüsseltechnologien beschreibt. So sind beispielsweise weiter oder enger gefasste Definitionen denkbar, in denen Schlüsselpatente schlichtweg alle Patente klassifizieren, die sich auf Schlüsseltechnologien beziehen oder eine Eingrenzung der Schlüsselpatente durch andere Prozentgrenzen erfolgt. Welches wissenschaftliche Verständnis sich langfristig für Schlüsselpatente etabliert, wird sich höchstwahrscheinlich im Laufe der Zeit herausstellen. Da Patente ökonomisch zunehmend an Relevanz gewinnen und dabei auch vermehrt ihre qualitative Untersuchung in den Fokus rückt, ist von einem Ausbau der Definitionen seitens der Wissenschaft zu rechnen.

2.1.3 Patentfamilie

Der Patentschutz für Erfindungen lässt sich grundsätzlich, unter Einhaltung der jeweils notwendigen Kriterien der nationalen Gesetzgebung, auf mehrere Länder ausweiten. Zur besseren Analyse werden deshalb Erfindungen, die in mehreren Ländern patentiert wurden, von Datenbanken zu Patentfamilien zusammengefasst. So lassen sich ihre Verwandtschaftsbeziehungen optimal abbilden. Eine Patentfamilie ist definiert als „eine Gruppe von Patentdokumenten, die denselben oder ähnlichen technischen Inhalt

³⁰ Eine genaue Auflistung aller Technologiefelder nach Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020) in Gegenüberstellung zu den nach der Europäischen Kommission (2018) definierten Schlüsseltechnologien ist im Anhang zu finden.

³¹ Vgl. Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S.66 f.

betreffen.³² Nach der Kategorisierung des Europäischen Patentamts gibt es zwei verschiedene Arten von Patentfamilien:³³

- 1.) Einfache Patentfamilie
- 2.) Erweiterte Patentfamilie

Patente einer einfachen Familie sind allesamt Patente, die sich auf dieselbe Erfindung beziehen. Der technische Inhalt ist folglich identisch. Demgegenüber steht die erweiterte Patentfamilie als eine Gruppe von Patenten, die nicht ausschließlich eine einzige Erfindung, sondern eine bestimmte Technologie betreffen. Der technische Inhalt der Patente ist ähnlich aber nicht zwangsläufig identisch. Die erweiterte Patentfamilie ist für diese Arbeit nicht weiter relevant, da sich die in dieser Arbeit verwendeten Schlüsselpatente ausschließlich auf die einfache Patentfamilie beziehen.³⁴ Das heißt, dass ein Schlüsselpatent beispielsweise in mehreren Ländern angemeldet bzw. erteilt wurde, die zugrundeliegende Erfindung aber immer dieselbe ist.

2.2 Die Rolle von Patenten in einer globalisierten Welt

Der Schutz geistigen Eigentums (engl. Intellectual Property; IP) hat in den vergangenen Jahrzehnten sowohl aus ökonomischer als auch aus juristischer Sicht einen erheblichen Bedeutungszuwachs erfahren.³⁵ Diese grundlegende Entwicklung hat dazu geführt, dass in der Konsequenz auch die Relevanz von Patenten signifikant zugenommen hat. Dieses Kapitel beleuchtet sowohl die Ursachen dieser Entwicklung als auch die Möglichkeiten, die Unternehmen haben, um ihr geistiges Eigentum in einer globalisierten Welt zu schützen.

Wesentlich für die heutige Relevanz geistigen Eigentums ist die Entwicklung und Markteinführung des ersten Mikroprozessors durch die Firma Intel im Jahr 1971 gewesen. Sie markiert den Beginn des Informations- und Kommunikationszeitalters, welches in der sozioökonomischen Theorie zugleich ein neues techno-ökonomisches Paradigma darstellt.³⁶ Durch die seither rasch fortschreitende Entwicklung von Mikroelektronik und digitaler Telekommunikationstechnik, verlagerte sich der Schwerpunkt moderner

³² Europäisches Patentamt (2021), www.epo-org.de (Stand: 12.04.2021).

³³ Vgl. Europäisches Patentamt (2021), www.epo-org.de (Stand: 12.04.2021).

³⁴ Vgl. Breiting, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 66.

³⁵ Vgl. Pierson, M./ Ahrens, T./ Fischer, K.R. (2018), S. 41.

³⁶ Vgl. Perez, C. (2009), S. 781 f.

Produktion auf eine zunehmend informationsintensive Wertschöpfung.³⁷ Zuvor vorherrschende material- und energieintensive Produktion trat durch die in Relation günstiger werdender Informationstechnologie in den Hintergrund.³⁸ So basiert die Wertschöpfung heutiger Unternehmen zunehmend weniger auf klassischen physischen Produktionsfaktoren wie Land oder Maschinen, sondern vielmehr auf immateriellen (intangiblen) Vermögenswerten wie Wissen, Informationen und belastbarem Know-How.³⁹ Der Bedeutungszuwachs dieser immateriellen Vermögenswerte wird bei einer Analyse der Unternehmen des Aktienindex Standard & Poors 500 ersichtlich. So setzten sich im Jahr 2020 bereits 90% der Marktkapitalisierung der Unternehmen des Index aus immateriellen Vermögenswerten zusammen. Im Jahr 1975 waren es lediglich 17%.⁴⁰ Diese Entwicklung spiegelt sich auch auf makroökonomischer Ebene wider. Die Investitionen in immaterielle Vermögenswerte in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (engl. GDP) haben in den vergangenen Jahren ersichtlich zugenommen.

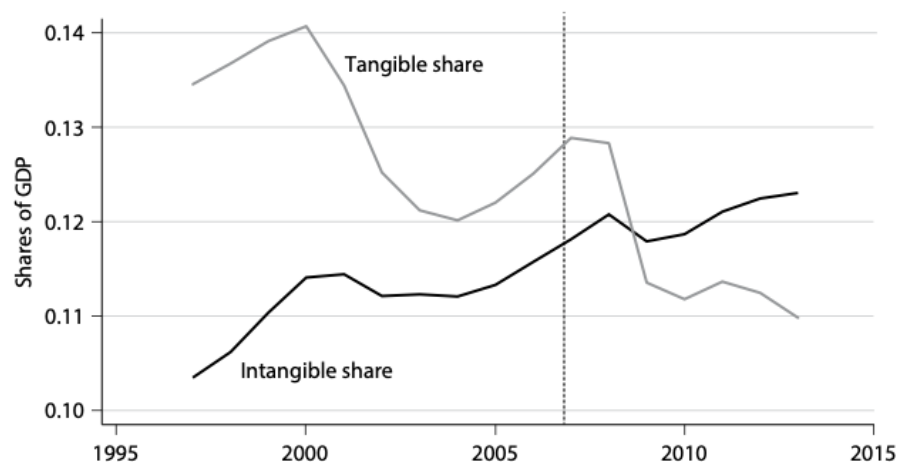


Abbildung 1: Intangible und tangible Investitionen in Europa und den Vereinigten Staaten⁴¹

³⁷ Vgl. Perez, C. (1985), S. 453.

³⁸ Vgl. ebenda, S. 453.

³⁹ Vgl. Jennewein, K. (2005), S. 1.

Vgl. Teece, D. J. (2000), S. 35.

Vgl. Lev, B. (2001), S.1.

⁴⁰ Vgl. Ocean Tomo Intellectual Capital Equity (2020), www.oceantomo.com (Stand: 09.03.2021).

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Moore, L. (2012), S. 77 und das Ponemon Institute (2019), www.aon.com (Stand: 09.03.2021).

⁴¹ Haskel, J./ Westlake, S. (2018), S.26.

Zu den abgebildeten Ländern gehören Österreich, Tschechien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Niederlande, Spanien, Schweden, Vereintes Königreich und USA.

Daum beschreibt diese Entwicklung zutreffend als „Übergang vom industriellen Kapitalismus, in dem die Wirtschaftstätigkeit auf materiellen Vermögenswerten basierte, zu einer neuen Ökonomie, in der die Produktion von Gütern und Dienstleistungen sowie allgemein die Wertschöpfung im Wesentlichen auf unsichtbaren immateriellen Unternehmenswerten, den Intangible Assets, aufbaut.“⁴²

Kennzeichnend für immaterielle Vermögenswerte ist ihre geistige Natur, weshalb sie im Vergleich zu körperlichen Gütern „ohne Einbuße an Substanz und Qualität, zu beliebiger Zeit und an beliebigem Ort genutzt [...] werden können“.⁴³ Diese Eigenschaft wird als Ubiquität bezeichnet. Ein Beispiel hierfür ist das Wissen hinter einer Erfindung. Es kann als Lösung für ein Problem überall auf der Welt verwendet werden, ohne dass der Kern der Erfindung, die immaterielle Lösung, an Substanz oder Qualität verliert.⁴⁴ Aus dieser Eigenschaft ergeben sich weitreichende Nutzungs- und Verwertungsmöglichkeiten, die sich im Zuge der zweiten Globalisierungswelle verstärkten.⁴⁵ Grundlage hierfür waren die eingangs beschriebenen Entwicklungsfortschritte in der Informationstechnologie.⁴⁶ Sie ermöglichten die Internationalisierung des Wirtschaftsverkehrs und die zunehmende Vernetzung der Wirtschaftsakteure untereinander.⁴⁷ Mit dem Anstieg der Nutzungs- und Verwertungsmöglichkeiten ist für Unternehmen jedoch auch der Schutzbedarf dieser immateriellen Vermögenswerten stärker denn je in den Vordergrund gerückt.⁴⁸ Grundsätzlich stehen Unternehmen eine Fülle an Möglichkeiten zur Verfügung, um ihre immateriellen Vermögenswerte und Innovationen zu schützen. Eine umfangreiche Übersicht ist dem Anhang beigelegt und erfolgte in Anlehnung an Burr/Stephan (2019) und Stauf (2016).⁴⁹ Dabei ist zu erwähnen, dass sich die meisten in der Literatur vorzufindenden Kategorisierungen der Schutzmöglichkeiten in ihrer Struktur sehr ähneln.⁵⁰ Eine besondere Rolle beim Schutz von immateriellen Vermögenswerten spielt das geistige Eigentum. Es umfasst all jene immateriellen Vermögenswerte, die dem gesonderten Schutz des

⁴² Daum, J.H., S.17.

⁴³ Vgl. Pierson, M./ Ahrens, T./ Fischer, K.R. (2018), S. 40.

⁴⁴ Vgl. ebenda, S. 40.

⁴⁵ Vgl. ebenda, S. 42.

⁴⁶ Vgl. Perez, C. (2010), S.200.

⁴⁷ Vgl. Pierson, M./ Ahrens, T./ Fischer, K.R. (2018), S. 42.

⁴⁸ Vgl. Mittelstädt, A. (2016), S.13 f.

⁴⁹ Burr, W./ Stephan, M. (2019), S. 211 und Stauf, C. (2016), S. 47.

⁵⁰ Vgl. Stauf, C. (2016), S. 45 f.

Immaterialgüterrechts unterliegen.⁵¹ Das Rechtsgebiet, das sich mit dem Schutz des geistigen Eigentums befasst, ist das Immaterialgüterrecht. Es gliedert sich in die Sphären des *gewerblichen Rechtsschutzes* und des *Urheberrechtes*.⁵² Zum gewerblichen Rechtsschutz zählen beispielsweise Patente, Designs und Marken, wohingegen das Urheberrecht auch andere geistige Werke der Literatur, Wissenschaft und Kunst schützt.⁵³ Das Immaterialgüterrecht ist abschließend, weshalb immaterielle Güter, die nicht ausschließlich zum Rechtsobjekt durch die Rechtsordnung erklärt werden, auch keinem gesonderten Schutz unterliegen.⁵⁴ Durch die eingangs geschilderten Veränderungen in der Wertschöpfung ist das professionelle Management von geistigem Eigentum für Unternehmen heute zu einer Schlüsselkompetenz geworden, die wesentlich zum Unternehmenserfolg beiträgt.⁵⁵ Eine besondere Rolle nehmen dabei Patente ein. Sie gelten als das wohl bekannteste und wichtigste gewerbliche Schutzrecht.⁵⁶ Ein Blick auf die vergangenen Jahre zeigt, dass Unternehmen verstärkt auf Patente zurückgreifen, um ihre technischen Innovationen zu schützen. Mit Ausnahmen der Jahre 2002, 2009 und 2019 sind die weltweit erfassten Patentanmeldungen seit 1995 kontinuierlich gestiegen.⁵⁷ Im Jahr 2019 beträgt die Anzahl der erteilten Patente weltweit etwa 15 Millionen.⁵⁸ Die zunehmende Bedeutung von Patenten spiegelt sich dabei auch deutlich in makroökonomischen Größen wider. So sind 16 % des Bruttoinlandsprodukts der Europäischen Union auf patentintensive Industrien zurückzuführen. Zusätzlich tragen patentintensive Industrien mit einem Beitrag von 130 Milliarden massiv zu einer positiven Handelsbilanz der Europäischen Union bei.⁵⁹ Patente fungieren dabei volkswirtschaftlich „als Bindeglied zwischen den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Unternehmen und der gewerblichen Verwertung von Erfindungen.“⁶⁰ Als Bindeglied haben Patente heute weitreichende wirtschaftliche Funktionen, die über die ursprüngliche Aufgabe von Patenten, den Schutz gegen Imitation,

⁵¹ Vgl. Pierson, M./ Ahrens, T./ Fischer, K.R. (2018), S. 40.

⁵² Vgl. ebenda, S. 39.

⁵³ Vgl. Hassemer, M. (2016), Rn. 2.

Vgl. Pierson, M./ Ahrens, T./ Fischer, K.R. (2018), S. 39.

⁵⁴ Vgl. ebenda, S. 40.

⁵⁵ Vgl. Mittelstädt, A. (2016), S.14.

⁵⁶ Vgl. Walter, L./ Schnittker, F.C. (2016), S. 14.

⁵⁷ Vgl. WIPO (2020), S. 12.

⁵⁸ Vgl. ebenda, S. 19.

⁵⁹ Vgl. Europäisches Patentamt/ Amt der europäischen Union für geistiges Eigentum (2019), S. 3.

⁶⁰ Walter, L./ Schnittker, F.C. (2016), S. 10.

hinausreichen.⁶¹ Zu den wichtigsten zählen die Anreizfunktion, die Ausschluss- und Schutzfunktion und die Informationsfunktion.⁶² Die Anreizfunktion soll gesamtwirtschaftlich dazu beitragen, dass Unternehmen in die Hervorbringung neuer Ideen, Technologien sowie innovativer Produkte und Dienstleistungen investieren und damit die volkswirtschaftlichen Innovationsaktivitäten langfristig erhöhen.⁶³ Hierzu räumen Staaten mit dem Patent ein zeitlich befristetes Monopolrecht an einer Technologie ein, das Unternehmen heute im globalen Wettbewerb als strategische Waffe umfangreich nutzen. So lassen sich im Rahmen der Ausschluss- und Schutzfunktion mit Patenten Wettbewerber gezielt zur Lizenzeinnahme eigener Technologien bewegen, Markteintrittsbarrieren temporär erhöhen und damit die eigene Marktstellung absichern. Aufgrund der Verpflichtung des Patentinhabers, die Erfindung in Patentdatenbanken spätestens 18 Monate nach der Erteilung zu veröffentlichen, stellen Patente zudem eine Öffentlichkeit her. Sie ist Ausdruck der Informationsfunktion, die anderen Marktteilnehmern damit Erschließungen von neuen technischen Informationen ermöglicht und so die gesamtwirtschaftliche Diffusion von Wissen und neuen Technologien vorantreiben soll.⁶⁴ Vor dem Hintergrund der makroökonomischen Veränderungen ist davon auszugehen, dass Patente zukünftig weiter an Relevanz gewinnen werden. Dabei nimmt jedoch auch die Bedeutung der Frage zu, inwieweit Patente als Vehikel des geistigen Eigentums ihre Funktionen erfüllen und zum langfristigen Ziel von Innovation und Wachstum beitragen. Wie sich in den weiteren Kapiteln herausstellen wird, lassen sich diesbezüglich verschiedene Standpunkte vertreten. Ein möglicher Ansatz, um diese Frage aus einem neuen Blickwinkel zu untersuchen, soll im nachfolgenden Kapitel vorgestellt werden.

2.3 Schlüsselpatente – ein neuer Forschungsansatz

Seit langer Zeit ziehen Patente und Patentstatistiken die Faszination von Ökonomen auf sich.⁶⁵ Sie gehören zu den wenigen statistischen Daten die gut verfügbar sind, Vergleichbarkeit über lange Zeiträume gewährleisten und bereits per Definition eine Verbindung zu Innovation aufweisen.⁶⁶ Sie werden deshalb häufig herangezogen um

⁶¹ Vgl. Burr, W. et al. (2007), S. 36.

⁶² Vgl. ebenda, S. 37.

Neben diesen drei Hauptfunktion gibt es noch weitere. Siehe hierzu ausführlich Burr, W. et al. (2007), S. 36.

⁶³ Vgl. Burr, W. et al. (2007), S. 38.

⁶⁴ Vgl. ebenda, S. 39.

⁶⁵ Vgl. Grichiles, Z. (1990), S. 1661.

⁶⁶ Vgl. ebenda, S. 1661.

schwierig messbare ökonomische Sachverhalte zu untersuchen. Wie jedoch bereits in der Forschungslücke beschrieben, weist die aktuelle Patentforschung einige Defizite auf. Es zeigt sich zunehmend, dass die Analyse von Patentstatistiken ein sehr differenziertes Vorgehen erfordert. So ist mittlerweile weitläufig anerkannt, dass die meisten Patente nur einen geringen oder keinen Wert haben.⁶⁷ So berechnen Ernst und Omland auf einer Studie von Gambardella et al., dass weniger als 20% der europäischen Patente einen Wert von mehr als drei Millionen Euro besitzen. Und dennoch sind es genau diese Patente, die in der Studie mehr als 90% des gesamten ökonomischen Werts der Patente ausmachen.⁶⁸ Das rein quantitative Zählen von Patenten ist deshalb kein ausreichendes Vorgehen, um den ökonomischen Wert von Patentportfolios zu bestimmen. Aus diesem Grund haben Ernst und Omland im Jahr 2011 einen neuen Ansatz entwickelt, der versucht, die Stärke von Patentportfolios auf Unternehmensebene besser abzubilden. Er stellt zugleich die wissenschaftliche Grundlage für die Ermittlung von Schlüsselpatenten dar. Der von Ernst und Omland entwickelte Ansatz berücksichtigt neben der Größe des Patentportfolios auch umfangreich die Qualität der Portfoliopatente.⁶⁹ Die Portfoliogröße setzt sich dabei aus dem aktiven Patentportfolio zusammen, also die zu einem Stichtag rechtsgültigen Patente. Sie wird zusätzlich um die noch ausstehenden Patentanmeldungen ergänzt. Zur Bestimmung der Qualität eines Patents wird einerseits seine technologische Relevanz und andererseits die Marktabdeckung des jeweiligen Patents ermittelt. Die technologische Relevanz eines Patents wird dabei aus der Häufigkeit der Patentzitiierungen durch Patentprüfer am jeweiligen Patentamt abgeleitet. Die Begründung beruht darauf, dass Patente, auf die Patentprüfer häufig Bezug nehmen, technisch relevanter sind und damit auch einen höheren ökonomischen Wert besitzen.⁷⁰ Die zweite Komponente, die Marktabdeckung des Patents, zeigt, in wie vielen Ländern die Erfindung mit einem Patent geschützt ist. Es wird davon ausgegangen, dass Erfindungen, die in mehreren Ländern patentiert werden, einen höheren wirtschaftlichen Wert und damit auch eine höhere Qualität besitzen. Andernfalls würden sich die Kosten und Bemühungen für das Ersuchen des länderübergreifenden Patentschutzes für den Erfinder nicht rentieren.⁷¹ Die Marktabdeckung wird bei Ernst und Omland nach der Größe des jeweiligen Marktes gewichtet, um den Patentschutz in großen Ländern gegenüber kleineren optimal zu berücksichtigen.⁷²

⁶⁷ Vgl. Ernst, H./ Omland, N. (2011), S. 34.

⁶⁸ Vgl. ebenda, S. 34.

⁶⁹ Vgl. ebenda, S. 35.

⁷⁰ Vgl. Trajtenberg, M. (1990), S. 184.

⁷¹ Vgl. OECD (2013), S. 154.

⁷² Siehe hierzu ausführlich Ernst und Omland (2011), S. 36.

Auf diesem wissenschaftlichen Ansatz hat die EconSight GmbH⁷³ nun erstmals mit Hilfe einer auf Künstlicher Intelligenz basierenden Anwendung eine Massendatenanalyse durchgeführt, um die Patentportfolios für mehr als 36 Länder über den Zeitraum von 2001-2019 zu ermitteln. Die Analyse wurde zudem auf 58 Technologiefelder eingegrenzt, um lediglich Patente aus wirtschaftlich und gesellschaftlich besonders relevanten Bereichen zu berücksichtigen.⁷⁴ Die Technologien umfassen im Einzelnen die Bereiche: Mobilität, Energie, Ernährung, Gesundheit, Industrie, Digitalisierung, Materialien, Infrastruktur, Sicherheit und Umwelt. Die besten 10 % Prozent der so klassifizierten Patente bezeichnen die Autoren Breitinger et al. als Weltklassepatente, in dieser Arbeit als Synonym für Schlüsselpatente geltend. Das Vorgehen ist in Abbildung 2 noch einmal visualisiert.

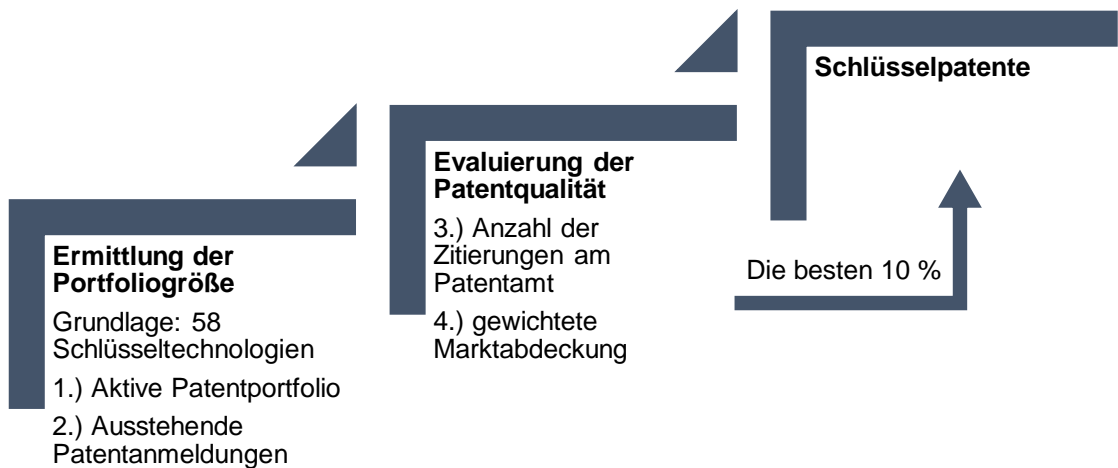


Abbildung 2: Das Vorgehen zur Ermittlung von Schlüsselpatenten⁷⁵

⁷³ EconSight ist ein in der Schweiz angesiedeltes Unternehmen, das technologiebasierte Wirtschaftsforschung für Unternehmen, Verbände, Stiftungen, Politik und internationale Organisationen betreibt. Der Datensatz wurde ursprünglich für die Studie der Bertelsmann Stiftung zur Verfügung gestellt. Eine Genehmigung für die Benutzung des Datensatzes liegt seitens der Autoren der Studie vor.

⁷⁴ Vgl. Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 67.

⁷⁵ Eigene Darstellung nach: Ernst, H./ Omland, N. (2011), S. 35-38 und Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 66-68.

2.4 Volkswirtschaftliches Wachstum

Dieses Kapitel gliedert sich in drei Teilkapitel. Das erste Teilkapitel dient als Überblick und ordnet das Wachstum von Volkswirtschaften in einen historischen und zeitgenössischen Kontext ein. Die Arbeit greift dabei auch die aktuelle wissenschaftliche Wachstumsdiskussion auf. Der zweite Teil beschäftigt sich mit den führenden makroökonomischen Theorien, die Wirtschaftswachstum aus modelltheoretischer Sicht erklären. Das ist zum einen die neoklassische Wachstumstheorie und zum anderen sind es die endogenen Wachstumstheorien. Mit Blick auf die Zielsetzung dieser Arbeit liegt der Fokus dieses Kapitels auf ihrer Erklärungskraft hinsichtlich des Einflusses von technologischem Fortschritt und Innovation auf das Wirtschaftswachstum. So soll zunächst überprüft werden inwiefern das, was ein Schlüsselpatent im Kern schützt, und zwar eine innovative technische Erfindung wie beispielsweise CRISPR-Cas9, langfristig zu Wirtschaftswachstum führen kann. Das dritte Kapitel verschiebt den Schwerpunkt auf Patente und beleuchtet die aktuellen empirischen Forschungsergebnisse, die sich auf Basis der Wachstumstheorien mit den gesamtwirtschaftlichen Zusammenhängen von Patentschutz, Innovation und Wachstum auseinandersetzen.

2.4.1 Wachstum im historischen und zeitgenössischen Kontext

Wachstum – gemessen in Pro-Kopf-Einkommen – ist ein recht neues Phänomen.⁷⁶ Erst mit Beginn des 19. Jahrhunderts und der fortschreitenden Industrialisierung kam es zu einem rasanten Wachstum der Weltwirtschaft. Gemessen an der Volkswirtschaft, mit dem zum jeweiligen Zeitpunkt höchsten Pro-Kopf-Einkommen, betrug das jährliche Wachstum im Zeitalter des Frühkapitalismus lediglich 0,21 % und stieg erst im Zuge der Industrialisierung auf 1,10 % an. Zu noch höheren Wachstumsraten von 2,08 % kam es dann in der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg. Das entspricht einer Verdopplung des Einkommens alle 34 Jahre.⁷⁷ Abbildung 3 visualisiert diese Entwicklung der vergangenen sieben Jahrhunderte.

⁷⁶ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 5.

Vgl. Lange, S. (2018), S. 40.

⁷⁷ Vgl. WIPO (2015), S.8.

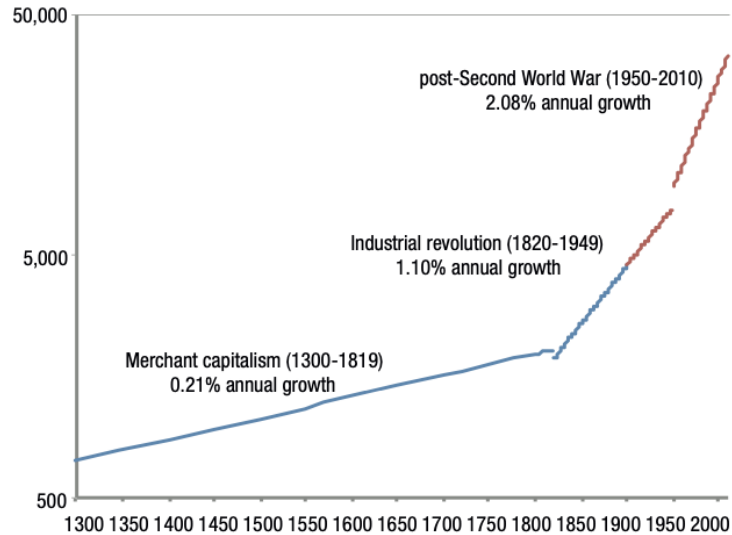


Abbildung 3: Wachstumsraten des Pro-Kopf-Einkommens über sieben Jahrhunderte⁷⁸

Die Auswirkungen des Wachstumstrends der vergangenen 200 Jahre werden aus ökonomischer Sicht kontrovers diskutiert. Die weitläufig anerkannte Meinung geht davon aus, dass wirtschaftliches Wachstum zu steigendem Wohlstand und einer Verbesserung der Lebensqualität führt.⁷⁹ Beispielsweise führte das Wachstum und der wirtschaftliche Aufschwung einiger bevölkerungsreicher asiatischer Länder, insbesondere Chinas und Indiens dazu, dass sich die weltweite Einkommensverteilung der Ärmsten verbesserte. So haben sich die dortigen Einkommensverhältnisse in den Jahren 1970-2000 zunehmend denen der OECD Staaten angepasst. Obwohl die Entwicklung in dieser Zeit auf dem afrikanischen Kontinent gegenläufig war, führte die starke Konvergenz der asiatischen Länder zu einer weltweiten Reduktion der absoluten Armut.⁸⁰ Dennoch haben nicht alle Länder und Bevölkerungsschichten von dieser Entwicklung gleichermaßen profitiert. So haben im Jahr 2012 von 158 erfassten Ländern nur 43 einen Entwicklungsstand erreicht, der „hinsichtlich der Lebenserwartung und des Bildungsstands der Bevölkerung sowie der pro Kopf erwirtschafteten Gütermenge den heutigen Vorstellungen [...] von Westeuropäern, Nordamerikanern oder Japanern entspricht.“⁸¹ Nach wie vor lässt sich keine allgemeine Konvergenz des Pro-Kopf-Einkommens einst armer Länder feststellen. Die Entwicklung ist

⁷⁸ WIPO (2015), S.8. Blaue Linie England, Großbritannien, Vereinigtes Königreich. Rote Linie USA. X-Achse: Jahre. Y-Achse: Pro-Kopf-Einkommen.

⁷⁹ Jackson, T. (2017), S. 15.

⁸⁰ Sala-i-Martin, X. (2006), S. 392.

⁸¹ Miegel, M. (2012), S. 3.

sogar konträr: Seit dem 19. Jahrhundert haben sich die Wohlstandsunterschiede der Länder im Vergleich verstärkt.⁸²

Hinzu kommt, dass der fortwährenden Expansion und dem Wachstum natürliche Grenzen gesetzt sind. Zum einen wird die ökonomische Aktivität auf der Inputseite des Produktionsprozesses durch begrenzte Ressourcen beschränkt. Zum anderen steht dem generierten Output, aus ökologischer Sicht, nur eine beschränkte Absorptionsfähigkeit des Planeten gegenüber.⁸³ Vor dem Hintergrund der signifikanten Entwicklungs- und Einkommensunterschiede und den globalen Herausforderungen wird das bestehende Wachstumsnarrativ deshalb zunehmend hinterfragt. Wirtschaftliches Wachstum ist nicht länger Maßstab und Garant für die Verbesserung der Lebensqualität und der volkswirtschaftlichen Wohlfahrt.⁸⁴ Diese Ausführungen sollen zeigen, in welchem komplexen Umfeld die interdisziplinär geführte Wachstumsdiskussion eingebettet ist.⁸⁵ Der bisherige Beitrag der Ökonomie zu dieser Diskussion basierte wesentlich auf den vorherrschenden makroökonomischen Theorien, die ihren Fokus vor allem auf kontinuierlichem und exponentiellem Wachstum legten.⁸⁶ Die Untersuchung des Zusammenhangs von Schlüsseltechnologien und volkswirtschaftlichem Wachstum schließt sich somit dem vorherrschenden Untersuchungsinteresse der Ökonomen an. Welche Wachstumstheorien einen möglichen Erklärungsansatz für diesen Zusammenhang bieten können, wird im nachfolgenden Kapitel untersucht.

2.4.2 Wachstumstheorien

Das zunehmende Wirtschaftswachstum in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts führte zu der Entwicklung erster ökonomischer Wachstumstheorien. Zu einigen der bekanntesten Vordenker moderner Wachstumstheorien gehören die Nationalökonominnen Adam Smith, David Ricardo, Thomas Robert Malthus und John Stuart Mill.⁸⁷ Über den Zeitverlauf hinweg entwickelten sich aus ihren Ansätzen fundierte Theorien, die sich mit dem Wachstum von Volkswirtschaften beschäftigen. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Ursprünge und Zusammenhänge der heute bekannten Wachstumstheorien.

⁸² Vgl. WIPO (2015), S.8.

Vgl. Jackson, T. (2017), S. 39.

⁸³ Vgl. Lange, S. (2018), S. 48.

⁸⁴ Vgl. OECD (2019), S. 21.

⁸⁵ Jackson, T. (2017), S. 16.

⁸⁶ Pirgmaier, E./ Stocker, A./ Hinterberger, F. (2010), S.1.

⁸⁷ WIPO (2015), S.21.

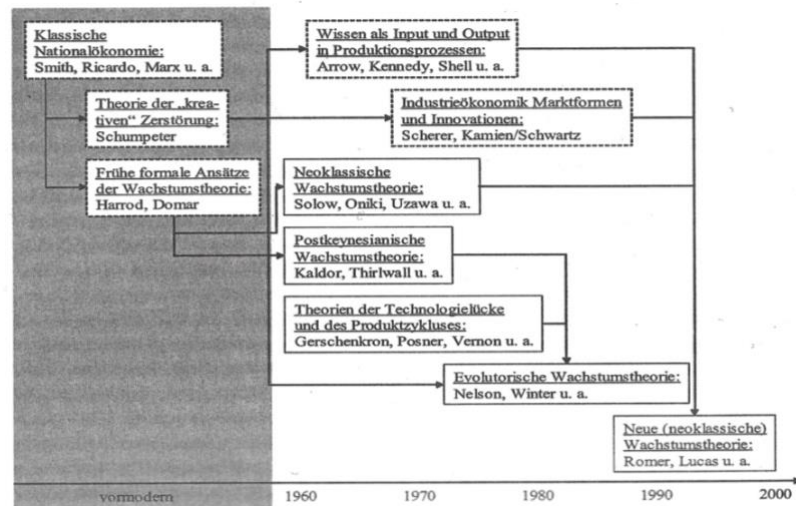


Abbildung 4: Entwicklung der Wachstumstheorie⁸⁸

In Anbetracht der begrenzten Analysefähigkeit dieser Arbeit, wird der Schwerpunkt des Kapitels auf den führenden modernen Wachstumstheorien liegen. Das ist zum einen die neoklassische Wachstumstheorie mit den Erklärungsansätzen aus dem Standardmodell von Solow, und zum anderen sind es die endogenen Wachstumstheorien. Hierzu zählen das AK-Modell und innovationsbasierte Wachstumsmodelle, wie das Modell der Produktvielfalt und das Schumpeterianische Modell.⁸⁹ Wie eingangs begründet, wird insbesondere ihre Erklärungskraft hinsichtlich des Einflusses von technologischem Fortschritt und Innovation als Wachstumstreiber analysiert. Es gibt eine Vielzahl von Determinanten, die den Wachstumsprozess beeinflussen. Es ist deshalb nahezu unmöglich, die Realität mit ihren Zusammenhängen in einem allumfassenden Modell abzubilden. Aus diesem Grund arbeiten die Modelle mit Abstrahierungen und Annahmen. Solow beschreibt das in seinem grundlegenden Werk zur Begründung der neoklassischen Wachstumstheorie im Jahr 1956 treffend:

„All theory depends on assumptions which are not quite true. That is what makes it theory.“⁹⁰

In Folge dieser systemimmanenten Unzulänglichkeiten sind die getroffenen Annahmen eines Modells deshalb bei der Beurteilung der Aussagekraft zu berücksichtigen und kritisch zu hinterfragen.

⁸⁸ Vgl. Jungmittag, A. (2006), S. 12.

⁸⁹ Vgl. Aghion, P./Howitt, P. (2015), S. 11.

⁹⁰ Solow, R. M. (1956), S. 65.

Die neoklassische Wachstumstheorie nach Solow

Das in den 1950er Jahren von dem Ökonom Robert M. Solow entwickelte Modell stellt die Grundlage für die neoklassische Wachstumstheorie dar.⁹¹ Es etablierte sich aus der Kritik Solows als gegenläufiges Modell zum vorher entwickelten Harrod-Domar-Wachstumsmodell. Anders als das Modell Solows ging es nicht von einer inhärenten Tendenz zu Stabilität und Gleichgewichtszuständen in Volkswirtschaften aus, sondern zeigte, dass Abweichungen von Gleichgewichtszuständen letztendlich zu sich selbst verstärkenden Prozessen – weg vom Gleichgewicht – führen.⁹² Das Modell von Solow bildet nach wie vor den Standard, wenn es um die einfache Modellierung von Wachstum und Konvergenz geht.⁹³ Mit seinem Modell erklärt der Ökonom die Auswirkungen, die das Wachstum des Kapitalstocks sowie der Erwerbsbevölkerung und der technologische Fortschritt auf das volkswirtschaftliche Pro-Kopf-Einkommen haben.⁹⁴ Die Kernaussage des Modells ist, dass langfristiges Wirtschaftswachstum – gemessen in Pro-Kopf-Einkommen – durch technologischen Fortschritt entsteht.⁹⁵ Die Argumentationskette soll im Folgenden prägnant aufgezeigt werden. Grundlage für das Güterangebot im Solow-Modell ist folgende Produktionsfunktion:⁹⁶

$$Y = F(K, L)$$

Der Output der Volkswirtschaft (Y) bestimmt sich also aus dem zur Verfügung stehenden Angebot an Arbeit (L) und Kapital (K). Solow geht davon aus, dass eine hohe volkswirtschaftliche Sparquote zu steigenden Investitionen führt, die den Kapitalstock in der Konsequenz erhöht. So wird ein temporär höheres Produktionsniveau erreicht, die Wirtschaft wächst. Dieser Effekt ist jedoch nur vorübergehend, da sich nach Solow langfristig ein neuer Gleichgewichtszustand (engl. Steady-State) einstellt, in dem sich die Investitionen in den Kapitalstock unter anderem durch die Abschreibungen auf den Kapitalstock ausgleichen.⁹⁷ Deshalb führt die Ersparnis – und damit Kapitalakkumulation – auf lange Sicht zu keinem anhaltenden Wirtschaftswachstum.⁹⁸ Für eine steigende

⁹¹ Solow, R. M. (1956), S. 65.

⁹² Vgl. Gundlach, E. (2002), S. 153.

⁹³ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 379.

⁹⁴ Mankiw, N.G. (2017), S.255.

⁹⁵ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 34.

⁹⁶ Vgl. Mankiw, N. G. (2017), S.255.

⁹⁷ Vgl. ebenda, S.264 f.

⁹⁸ Vgl. ebenda, N. G. (2017), S.286.

Erwerbsbevölkerung schlussfolgert Solow, dass diese lediglich zu einem Anstieg des Gesamtoutputs (Y), nicht aber zu einem Anstieg des Pro-Kopf-Einkommens führt. Das wird damit begründet, dass sich die Kapitalintensität bei einer steigenden Erwerbsbevölkerung verringert, da nun mehr Erwerbstätige mit dem bestehenden Kapital ausgestattet werden müssen.⁹⁹ In der Konsequenz sieht Solow lediglich in technologischem Fortschritt die Erklärungskraft für dauerhaftes und langfristiges Wachstum.¹⁰⁰ Technischer Fortschritt umfasst bei Solow „die Summe aller technologischen und organisatorischen Verbesserungen, die es einer Volkswirtschaft gestatten, mit gegebenem Faktorbestand dauerhaftes Wirtschaftswachstum zu erzeugen.“¹⁰¹

Das Modell weist jedoch einige Einschränkungen auf. Zuallererst trifft es keine Aussagen über die Ursache der Rate des technischen Fortschritts.¹⁰² Das Modell betrachtet technologischen Fortschritt als exogen gegeben.¹⁰³ Nach Barra und Sala-i-Martin konnte durch diese Modellannahme die Tatsache überdeckt werden, dass positive Wachstumsraten des Pro-Kopf-Einkommens über mehr als ein Jahrhundert existierten, ohne dass es zu einer Abnahme der Wachstumsraten kam. Durch die Externalisierung des technischen Fortschritts war das Modell so mit der Realität vereinbar.¹⁰⁴ Hinzu kommt die ohnehin bestehende Kritik an der Neoklassik für die „starke Orientierung [...] auf wirtschaftliche Gleichgewichte, die sich aufgrund der Optimierungskalküle streng rational handelnder Akteure bei Knappheit einstellen.“¹⁰⁵ Denn spätestens seit der *Prospect Theory* von Kahnemann und Tversky im Jahr 1979 gilt die Modellannahme streng handelnder Akteure, auch bekannt als Homo-Oeconomicus, als widerlegt.¹⁰⁶ Trotz der Kritik hat sich das Modell von Solow als Standard etabliert, wenn es um die Erklärung von Wirtschaftswachstum in Volkswirtschaften geht. Zwar kann es technischen Fortschritt nicht aus dem Modell heraus erklären, dennoch sieht es in ihm die Ursache für langfristiges Wachstum. Es bietet damit einen ersten Ansatz, um den Zusammenhang des technischen Fortschritts hinter Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum zu plausibilisieren.

⁹⁹ Vgl. Mankiw, N. G. (2017), S. 278 f.

¹⁰⁰ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 25.

¹⁰¹ Vgl. Gundlach, E. (2002), S. 154.

¹⁰² Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 34.

¹⁰³ Vgl. Jungmittag, A. (2006), S. 9.

¹⁰⁴ Vgl. Barro, R. J./ Sala-i-Martin, X. (1998), S. 12 f.

¹⁰⁵ Jungmittag, A. (2006), S. 11.

¹⁰⁶ Vgl. Kahnemann, D./ Tversky, A. (1979), S. 263.

Die endogenen Wachstumstheorien

Die endogenen Wachstumstheorien, auch neue Wachstumstheorien, entstanden Ende der 1980er Jahre als Reaktion auf die unzulänglichen Annahmen und Modellkonstruktionen der neoklassischen Wachstumstheorie. Dies waren insbesondere die Exogenität des technischen Fortschritts und die Vorstellung abnehmender Grenzerträge des Kapitals.¹⁰⁷ Dieses Unterkapitel stellt die drei eingangs genannten eigenständigen Modelle der endogenen Wachstumstheorien mit ihren wesentlichen Erkenntnissen vor. Hierzu gehören das AK-Modell, das Modell der Produktvarianten und das Schumpeterianische Modell. Zu den endogenen Wachstumstheorien gehören jedoch eine Vielzahl weiterer Modelle, die zum Teil unterschiedliche Wachstumsquellen wie zum Beispiel „Investitionen in physisches Kapital, in Humankapital, in öffentliches Kapital, „learning by doing“, Arbeitsteilung und Forschung und technologische Innovation [betonen].“¹⁰⁸ Allen endogenen Wachstumstheorien ist gemein, dass sie versuchen, langfristiges Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens aus dem Modell heraus, d.h. endogen, zu erklären.¹⁰⁹ Ein weiteres Charakteristikum liegt in der „Abwesenheit abnehmender Kapitalproduktivitäten.“¹¹⁰

Das elementarste Modell endogenen Wachstums ist das AK-Modell, das zu einem wesentlichen Teil auf den gleichen grundlegenden Annahmen wie das neoklassische Modell basiert, auch wenn die Produktionsfunktion eine andere ist.¹¹¹ Das Modell geht davon aus, dass Kapitalakkumulation zu technologischem Fortschritt, in Form von „learning by doing“, führt.¹¹² Learning by doing bezeichnet zum einen den Prozess, dass Wirtschaftsakteure während der Produktion und der Investition Erfahrung sammeln, die zur Produktivität beitragen. Zum anderen kann darüber hinaus ein Lerneffekt der Produzenten untereinander eintreten, der selbige Produktivitätswirkung entfaltet.¹¹³ Diese Wissensakkumulation ist dementsprechend ein Nebeneffekt der Kapitalakkumulation, der dazu führt, dass das Grenzprodukt von Kapital steigt und somit der fallenden

¹⁰⁷ Vgl. Diebolt, C./ Hippe, R./ Jaoul-Grammare, M. (2017), S. 67.

Vgl. Mankiw, N. G. (2017), S. 314.

¹⁰⁸ Diebolt, C./ Hippe, R./Jaoul-Grammare, M. (2017), S. 67 f.

¹⁰⁹ Vgl. Frenkel, M./ Hemmer, H.-R. (1999), S. 176.

¹¹⁰ Barro, R. J./ Sala-i-Martin, X. (1998), S. 45.

¹¹¹ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 59.

¹¹² Vgl. Romer, P. M. (1990), S. 77.

¹¹³ Vgl. Barro, R. J./ Sala-i-Martin, X. (1998), S. 48.

Grenzproduktivität von Kapital entgegenwirkt.¹¹⁴ Somit ist Sparsamkeit und die daraus resultierende Kapitalakkumulation eine entscheidende Ursache von Wachstum.¹¹⁵

Die innovationsbasierten Wachstumstheorien nehmen eine stärkere Differenzierung zwischen der Kapitalakkumulation und dem technischen Fortschritt vor.¹¹⁶ Das Produktvielfaltmodell von Romer aus dem Jahr 1990 betont den Prozess von Forschung und Entwicklung und den damit einhergehenden technischen Fortschritt. Marktanreize führen dazu, dass Individuen profit- und nutzenmaximierend Produktinnovationen entwickeln.¹¹⁷ Die dadurch neu entstehenden Produktvarianten bzw. Inputmöglichkeiten fördern das Wachstum und wirken den abnehmenden Grenzerträgen des aggregierten Kapitals entgegen.¹¹⁸

Eine weitere innovationsbasierte Wachstumstheorie ist die Schumpeterianische Wachstumstheorie. Sie basiert auf den Überlegungen Schumpeters aus dem Jahr 1942.¹¹⁹ Kernelement ist die Idee Schumpeters, dass Innovation durch den Prozess der „kreativen Zerstörung“ geschieht.¹²⁰ Die treibende Kraft sieht Schumpeter in dem Unternehmer, der, angetrieben durch die Aussicht auf Monopolgewinne, stets neue Innovationen hervorbringt. Diese führen zur Destruktion bestehender Technologien.¹²¹ Der Schlüssel für Wachstum ist also Kreativität und Innovation.¹²²

Wie auch die Wachstumstheorie nach Solow lassen sich ebenfalls die endogenen Wachstumstheorien für ihre Vorstellung eines gleichgewichtsähnlichen Wachstumsprozess kritisieren. Diese leitet sich unter anderem aus der impliziten Annahme der innovationsbasierten Wachstumstheorien ab, dass Wirtschaftsakteure hinsichtlich des technologischen Fortschritts rationale Erwartungen besitzen.¹²³ Hinzu kommt die Annahme eines auf Optimierung ausgerichteten Verhaltens der Wirtschaftsakteure, was den

¹¹⁴ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 44.

¹¹⁵ Vgl. ebenda, S. 89.

¹¹⁶ Vgl. ebenda, S. 59.

¹¹⁷ Vgl. Diebolt, C./ Hippe, R./Jaoul-Grammare, M. (2017), S. 77.

¹¹⁸ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 73.

¹¹⁹ Vgl. Mankiw, N. G. (2017), S. 318.

¹²⁰ Vgl. ebenda, S. 318.

¹²¹ Vgl. Aghion, P./ Akcigit, U./ Howitt, P. (2014), S. 517.

¹²² Vgl. ebenda, S. 89.

¹²³ Vgl. Verspagen, B. (1992), S. 649.

Gleichgewichtscharakter der endogenen Wachstumstheorie weiter verstärkt.¹²⁴ Aus diesen möglichen Fehlannahmen haben sich unter anderem die evolutionstheoretischen Ansätze entwickelt, die wirtschaftliches Wachstum als einen ungleichgewichtigen Prozess charakterisieren.¹²⁵

Fazit

Das Kapitel hat die führenden Theorien zur Erklärung von Wirtschaftswachstum vorgestellt. Wesentliches Unterscheidungskriterium der Modelle lag in ihrem Umgang mit dem technologischen Fortschritt. Während das Standard-Modell nach Solow technologischen Fortschritt als extern gegeben ansieht, versuchen die endogenen Wachstumstheorien technologischen Fortschritt aus dem Modell heraus zu erklären. Trotz der verschiedenen Argumentationen kommen die vorgestellten Theorien zu dem Ergebnis, wenn auch mehr oder weniger explizit, dass technologischer Fortschritt und auch Innovation wesentliche Treiber von wirtschaftlichem Wachstum sind.¹²⁶ Innovative technologische Erfindungen wie CRISPR-Cas9 können also in der Theorie das Wirtschaftswachstum einer Volkswirtschaft langfristig positiv beeinflussen. Es bleibt kritisch anzumerken, dass die Erklärungskraft der Modelle erheblich durch Annahmen und Einschränkungen gemindert wird. Durch ihr hohes Maß an Abstraktion und Vereinfachung gehen zum Teil wichtige reale Sachverhalte verloren.¹²⁷ Es bleibt deshalb im Einzelfall zu prüfen, inwieweit sich ein Modell zur Erklärung realer Wachstumssachverhalte eignet. Bislang halten die Wirtschaftswissenschaften allerdings keine umfassende Theorie bereit, um langfristiges Wirtschaftswachstum einheitlich zu erklären. Zu komplex sind die Gegebenheiten, die in Gänze erfasst werden müssten. Es ließen sich dennoch auf Basis der Wachstumstheorien bereits umfangreiche empirische Forschungsergebnisse erzielen, die zu einem besseren Verständnis über die gesamtwirtschaftlichen Zusammenhänge von Patentschutz, Innovation und Wachstum beitragen. Das folgende Kapitel legt den Fokus deshalb nun auf Patente und den Patentschutz im Allgemeinen, um der Frage nachzugehen, inwiefern sie sich als Vehikel für die Stimulierung von Innovation und Wachstum eignen.

¹²⁴ Vgl. Verspagen, B. (1992), S. 659.

¹²⁵ Vgl. Frenkel, M./ Hemmer, H.-R. (1999), S. 304.

Vgl. Verspagen, B. (1992), S. 649.

¹²⁶ Jungmittag, A. (2006), S. 163.

¹²⁷ Vgl. Mankiw, N. G. (2017), S. 314.

2.4.3 Der Zusammenhang von Patentschutz, Innovation und Wirtschaftswachstum

Die Kernidee des Patentschutzes ist es, Innovation zu fördern. Durch die Gewährung exklusiver Verwertungsrechte an einer Technologie und die damit verbundene Aussicht auf angemessene Renditen, sollen Unternehmen und Erfinder motiviert werden, Innovation zu betreiben.¹²⁸ Dahinter steckt folgende mikroökonomische Begründung, die Arora und Ceccagnoli (2006) wie folgt zusammenfassen:

„The ability of firms to appropriate the returns from their innovations is a key driver of the willingness of firms to invest in innovative activity.“¹²⁹

Für hochentwickelte Länder ist permanente Innovation unabdingbar, um Produktivitätsfortschritte und stetiges Wachstum zu erzielen.¹³⁰ Umfangreiche Forschungen über die Zusammenhänge von Patentschutz, Innovation und wirtschaftlichem Wachstum entstanden Ende des 20. Jahrhunderts mit dem Aufstieg der endogenen Wachstumstheorien.¹³¹ Der empirische Forschungsstand spannt jedoch ein uneinheitliches Bild auf, wenn es um die Zusammenhänge von Patentschutz, Innovation und Wirtschaftswachstum geht:

Green und Scotchmer argumentieren, dass sich der Innovationsprozess in Forschung und Entwicklung (F&E) aufteilt. Nur ein angemessener Patentschutz entlang beider Prozessschritte, insbesondere wenn er von zwei unterschiedlichen Marktteilnehmern unternommen wird, führt zu Innovationsanstrengungen in Unternehmen.¹³² Sie räumen aber auch ein, dass der Patentschutz zwar die Renditen für Innovationen erhöht, aber zur gleichen Zeit ein zu umfangreicher Schutz die Technologiediffusion einer Wirtschaft und damit die Entstehung von Folgeinnovationen beeinträchtigen können.¹³³ Die Ausgestaltung des Patentschutzes erfordert also ein differenziertes Vorgehen, das Innovatoren einerseits genügend schützt und zugleich ausreichende Anreizstrukturen für Folgeinnovationen bietet.

¹²⁸ Vgl. WIPO (2020), S. 222.

¹²⁹ Arora, A./Ceccagnoli, M. (2006), S. 304.

¹³⁰ Vgl. Kilchenmann, C. (2005), S. 34.

Vgl. Aghion, P./Howitt, P. (2015), S. 6.

¹³¹ Vgl. Myszczyzyn, J. (2020), S. 550.

¹³² Vgl. Green, J.R./Scotchmer, S. (1995), S. 20 f.

¹³³ Vgl. ebenda, S. 31.

Neben der Herausforderung der richtigen Ausgestaltung des Patentschutzes zeigt sich aber bereits einen Schritt früher, dass die Wirkungsweise des Patentschutzes zum Teil stark von der bereits durchlaufenen Entwicklung eines Landes abhängt. Hu und Png kommen in ihrer Analyse von 54 Fertigungsbranchen aus 72 Ländern im Zeitraum von 1981-2000 zu dem Ergebnis, dass ein stärkerer Patentschutz zu schnellerem Industriegrowth führt, zugleich aber erhebliche Unterschiede für Länder unterschiedlicher Entwicklungsstufen bestehen. So hat ein starker Patentschutz in ärmeren und weniger patentintensiven Ländern einen deutlich geringeren Einfluss auf das Wirtschaftswachstum.¹³⁴ Diese Einschätzung wird indirekt auch von Kilchenmann geteilt. Er betont, dass vorwiegend Länder mit bereits starkem Patentschutz von einem weiteren Ausbau durch nachweisbar höhere Investitionen in F&E profitieren.¹³⁵ Diese Ergebnisse lassen sich zu den Ergebnissen von Maskus in Bezug setzen, wonach die Stärke des Patentschutzes eine nicht lineare Funktion der Entwicklung einer Volkswirtschaft ist. So beruht die Wertschöpfung von Ländern, die wenig entwickelt sind und im weltweiten Vergleich auf der Technologieleiter unten stehen, zunächst stark auf Imitationen und weniger auf eigener Innovationskraft. Folglich ist auch das Interesse an einem starken Patentschutz tendenziell geringer.¹³⁶ Erst mit deutlich steigendem Pro-Kopf-Einkommen und voranschreitender Entwicklung der Volkswirtschaft verändert sich die Wertschöpfung zunehmend hin zu differenzierteren Produkten und Dienstleistungen, womit auch das Interesse an stärkeren Schutzmöglichkeiten tendenziell zunimmt.¹³⁷ Ginarte und Park liefern mögliche Gründe, warum gerade weniger entwickelte Länder geringeres Interesse an einem ausgebauten Patentschutz besitzen. In ihrer umfangreichen Analyse von 110 Ländern unterstreichen sie, dass zuerst eine bestimmte Höhe an Innovationstätigkeit eines Landes notwendig ist, damit ein staatlicher Patentschutz erstrebenswert und profitabel wird. Andernfalls seien die Fixkosten und die laufenden Kosten eines Patentwesens zu hoch.¹³⁸

In der Literatur wird vielfach angemerkt, dass die Zusammenhänge weitaus komplexer sind als sie sich in einzelnen Forschungen abbilden lassen und der bisherige Forschungsstand bei weitem keine eindeutigen Rückschlüsse darüber zulässt, inwieweit nun ein starker

¹³⁴ Vgl. Hu, A.G.Z./ Png, I.P.L. (2013), S. 695.

¹³⁵ Vgl. Kilchenmann, C. (2005), S. 34.

¹³⁶ Vgl. Maskus, K. (2000), S. 144.

¹³⁷ Vgl. ebenda, S. 144.

¹³⁸ Vgl. Ginarte, J.C. /Park, W.G. (1997), S. 299.

Patentschutz Innovation und Wachstum stimuliert.¹³⁹ So steht das heutige Patentwesen mit seinen Schutzmöglichkeiten auch vielfach in der Kritik. Burk und Lemley führen beispielsweise an, dass das Patentwesen der USA die gänzlich verschiedenen Dynamiken der Entstehung von Innovation in Industriezweigen nicht ausreichend berücksichtigt.¹⁴⁰ So innovieren beispielsweise Unternehmen aus der Pharma- und Biotechindustrie anders als Unternehmen aus der IT-Industrie, was sich auch in ihrem Patentierverhalten widerspiegelt.¹⁴¹ Sie betonen deshalb, dass sich der Patentschutz hochentwickelter Ökonomien an dem individuellen Bedarf der Innovatoren orientieren sollte.¹⁴² Dieser Auffassung schließen sich auch Hu und Png an, die darauf plädieren, das Patentsystem stärker an länder- und industriespezifischen Unterschieden auszurichten.¹⁴³

Wiederum andere Forschungsergebnisse kritisieren nicht nur die konkreten Ausgestaltungen des Patentwesens, sondern vielmehr den Webfehler des Patentwesen im Allgemeinen, der einem unzureichenden Verständnis von Innovation entspringt. So führen Cohendet und Pénin an, dass Patente in heutigen netzwerk- und wissensbasierten Ökonomien neben einer Ausschlussfunktion, vor allem auch eine Koordinationsfunktion erfüllen sollten. Diese wurde bislang jedoch kaum berücksichtigt.¹⁴⁴ Sie sehen die Rolle des Patentwesen gerade in frühen Phasen des Innovationsprozesses als ein Koordinationsinstrument, um alle relevanten Stakeholder am Innovationsprozess zu beteiligen.¹⁴⁵ Neicu und Pénin zeigen ebenfalls die erheblichen Schwächen des bisherigen Patentwesens auf. Wesentliche Kritikpunkte sind die bislang schwer zugänglichen Patentdatenbanken und die schwierigen Identifizierungsmöglichkeiten der Patenteigentümer. Sie führen zu hohen Transaktionskosten, die gemeinsam mit der Fragmentierung der Eigentumsrechte¹⁴⁶ die Entstehung von kumulativen Innovationen

¹³⁹ Vgl. Hu, A.G.Z./ Png, I.P.L. (2013), S. 695.

Vgl. Hall, B. H. (2007), S. 583.

¹⁴⁰ Vgl. Burk, D. L./ Lemley, M. A. (2009), S. 3 f.

¹⁴¹ Vgl. ebenda, S. 4.

¹⁴² Vgl. Hu, A.G.Z./ Png, I.P.L. (2013), S. 695.

¹⁴³ Vgl. ebenda, S. 695.

¹⁴⁴ Vgl. Cohendet, P. / Pénin, J. (2011), S. 16.

¹⁴⁵ Vgl. ebenda, S. 16.

¹⁴⁶ Neicu, D. und Pénin, J. sprechen hier von sogenannten Anticommons. Der Begriff beschreibt das unvermeidbare Dilemma immer geringerer Nutzungsmöglichkeiten, wenn zu viele Personen Eigentumsrechte an etwas halten. Vgl. hierzu ausführlich Heller, M. (2013): „The Tragedy of Anticommons“

hindern. Sie fordern radikale Reformen des Patentwesens, die die Informationsqualität von Patentdaten in naher Zukunft erheblich verbessern sollen. So ließen sich Patente zukünftig als Instrument für Open Innovation nutzen, indem sie ähnlich wie bei Cohendet und Pénin eine Koordinationsfunktion übernehmen. Beispielsweise würden sich transparente Patentdatenbanken dazu eignen, Unternehmen einen schnellen Überblick darüber zu verschaffen, welche weiteren Marktteilnehmer in ähnlichen Bereichen entwickeln, um so strategische F&E-Kooperationen einzugehen.¹⁴⁷

Trotz des insgesamt eher heterogenen Forschungsstands gibt es im Hinblick auf die Zielsetzung dieser Arbeit dennoch einige Forschungsergebnisse, die Aufschlüsse über den positiven Zusammenhang von Patenten und Wirtschaftswachstum in einkommensreichen Volkswirtschaften geben. So haben Josheski und Kosteki mit Hilfe eines ARDL Modells einen langfristig positiven Zusammenhang zwischen dem Wachstum der Patente und dem Wachstum des BIP für die G7 Ländern im Zeitraum von 1963-1993 identifiziert.¹⁴⁸ Wie sich jedoch herausstellt, greifen lediglich einseitig gerichtete Effekte häufig zu kurz. Sinja analysierte für den Zeitraum 1963-2005 die Beziehung zwischen der Anzahl der Patente und dem BIP für Japan und Südkorea. Für Japan konnte gezeigt werden, dass sich sowohl das Wachstum des BIP als auch das Patentwachstum gegenseitig bedingen. Für Südkorea wurde ein kausaler Effekt des Wachstums des BIP auf das Wachstum der Patente gefunden.¹⁴⁹ Für die Türkei stellte sich im Zeitraum von 1990-2015 sowohl kurz- als auch langfristig heraus, dass die Anzahl der Patente stimulierend auf das Wirtschaftswachstum wirken.¹⁵⁰ Gegenüber diesen länderspezifischen Analysen haben Nguyen et al. eine sehr umfangreiche und globale Untersuchung durchgeführt. In ihrer Analyse von 52 Ökonomien, die allesamt zu Ökonomien mit hohen oder mittleren Einkommen gehören, identifizierten die Autoren einen signifikanten Effekt der Patente einer Volkswirtschaft auf den Index der wirtschaftlichen Komplexität.¹⁵¹ Maradana et al. führten eine Zeitreihenanalyse für den Zeitraum von 1989-2014 für 19 Länder aus dem europäischen Wirtschaftsraum durch, um den Zusammenhang von Innovation und Pro-Kopf-Einkommen zu untersuchen. Als Innovationsindikator dienten neben den F&E Aktivitäten vor allem die Zahl der Patente. Sie kamen mit Hilfe des Granger Kausaltest zu dem Ergebnis, dass für viele Länder ein

¹⁴⁷ Vgl. Neicu, D./ Pénin, J. (2018), S. 79 f.

¹⁴⁸ Vgl. Josheski, D./ Koteski, C. (2011), S. 1.

¹⁴⁹ Vgl. Sinha, D. (2008), S. 187.

¹⁵⁰ Vgl. Dereli, D.D. (2019), S. 179.

¹⁵¹ Vgl. Nguyen, C. P./ Schinckus, C./ Su, T. D. (2020), S. 148.

positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der Patente und dem Pro-Kopf-Einkommen besteht.¹⁵²

Fazit

Die Ausführungen haben gezeigt, wie granular und vielschichtig die Zusammenhänge von Patentschutz, Innovation und Wachstum sind. Ausgangspunkt der Ausführungen war das staatliche Bemühen, Innovationen zu fördern. Sie gelten vielfach wissenschaftlich belegt als Wachstumstreiber¹⁵³, insbesondere für hochentwickelte Länder.¹⁵⁴ Technische Erfindungen und das Wissen hinter ihnen stellen dabei mitunter einen Teil des Innovationsoutputs dar. Dabei handelt es sich aber zunächst um ein öffentliches Gut, das nur schwer ausschließbar ist. Staaten stehen dabei vor der Frage, wie sie das Innovationswissen durch entsprechende Innovationsanreize steigern können, ohne zugleich seine Diffusion in der Volkswirtschaft zu stark einzuschränken. Eine weit verbreitete Lösung ist der Patentschutz, der durch die temporäre Monopolvergewährung und die zugleich verpflichtende Offenlegung des Innovationswissens beide Aspekte vereinen soll.¹⁵⁵ Dieser Ansatz wird wissenschaftlich jedoch kontrovers diskutiert und die Ausführungen zeigten, dass sich über die Wirkungsweise dieses Ansatzes nur wenig allgemeingültige Aussagen ableiten lassen. Die an vielen Stellen herausgearbeiteten Ergebnisse lassen darauf schließen, dass ein Patentschutz zwar eine positive Auswirkung auf das Wachstum haben kann, allerdings nur ein differenziertes und an die jeweiligen Umstände angepasstes Vorgehen langfristig zu diesem Wachstumsziel beiträgt. Diese geforderte Flexibilität soll unter anderem durch weitreichende Reformen und Veränderungen des Patentwesens erfolgen. Vor dem Hintergrund dieser Schlüsse und dem doch sehr heterogenen Forschungsstand ist vor allem die zu beobachtende Dynamik interessant, dass große und hochentwickelte Patentnationen wie die USA, China und Japan ihr Patentwesen in den vergangenen Jahren doch sehr zielstrebig ausgebaut haben.¹⁵⁶ Auch die weltweit vorangetriebene Harmonisierung des Patentschutzes bleibt unter Berücksichtigung der Ergebnisse kritisch zu hinterfragen.¹⁵⁷ Trotz der kontroversen Diskussionen zeichnen sich in der empirischen Literatur für einkommensreiche und hochentwickelte Länder Belege für einen positiven Einfluss der Patente auf das

¹⁵² Vgl. Maradana, P. R. et al. (2019), S. 277.

¹⁵³ Vgl. Akcigit, U./ Kerr, W. R./ Nicholas, T. (2013), www.stanford.edu (Stand: 15.04.2021).

¹⁵⁴ Vgl. Porter, M./ Ketels, C. (2003), S. 15.

¹⁵⁵ Vgl. Neicu, D./ Pénin, J. (2018), S. 25.

¹⁵⁶ Vgl. Atun, R./ Harvey, I./ Wild, J. (2006), S. 6 f.

¹⁵⁷ Vgl. Hall, B. H. (2007), S. 583.

Wirtschaftswachstum ab. Dabei spielt eine wesentliche Rolle, wie Wirtschaftswachstum definiert und gemessen wird. Die verschiedenen Ansätze und Messungsmöglichkeiten werden im nächsten Kapitel vorgestellt.

2.5 Methoden zur Messung volkswirtschaftlichen Wachstums

„Grundlage jeder Analyse wirtschaftlichen Wachstums ist Klarheit über den Untersuchungsgegenstand. Dies betrifft sowohl seine inhaltliche Definition als auch die Möglichkeit seiner Messung.“¹⁵⁸ Die geläufigste inhaltliche Definition wirtschaftlichen Wachstums ist die quantitative Zunahme des Gesamteinkommens einer Wirtschaft.¹⁵⁹ Problematisch ist, dass sich eine solche Zunahme nicht ohne Weiteres messen lässt. Es wird deshalb auf Indikatoren zurückgegriffen, die Aufschluss darüber geben, wie sich der nicht unmittelbar erfassbare Untersuchungsgegenstand – hier das Wirtschaftswachstum – verhält.¹⁶⁰ Der bekannteste Indikator hierfür ist das Bruttoinlandsprodukt (BIP), das den „aggregierten Mehrwert aller auf Geld basierenden wirtschaftlichen Tätigkeiten [abbildet].“¹⁶¹ Es misst zwei Dinge:¹⁶²

- die Gesamtheit der Einkommen, die in einer Volkswirtschaft entstehen und
- die Summe aller Ausgaben, die für den Erwerb der produzierten Waren und Dienstleistungen anfallen.

Nach Mankiw sind beide Dinge Bestandteil ein und derselben Medaille, denn gesamtwirtschaftlich sind die Ausgaben eines Wirtschaftsakteurs zwangsläufig die Einkommen eines anderen.¹⁶³ Die heute herrschende Auffassung von Wirtschaftswachstum ist dementsprechend der jährlich messbare Anstieg des Bruttoinlandsproduktes eines Landes.¹⁶⁴

Terminologisch wird zwischen extensivem und intensivem Wachstum unterschieden. Extensives Wachstum betrachtet ausschließlich die Zunahme des BIP. Das intensive

¹⁵⁸ Frenkel, M./ Hemmer, H.-R. (1999), S.1.

¹⁵⁹ Vgl. Frenkel, M./ Hemmer, H.-R. (1999), S.1.

Vgl. Mankiw, N. G. (2017), S.253.

¹⁶⁰ Vgl. Gault, F. (2007), S.9.

¹⁶¹ Europäische Kommission (2009), S. 2.

¹⁶² Mankiw, N. G. (2017), S.19.

¹⁶³ Vgl. ebenda, S.19 f.

¹⁶⁴ Vgl. Aghion, P./ Howitt, P. (2015), S. 1.

Wachstum hingegen setzt diese Zunahme in Relation zur Bevölkerung, weshalb vom Pro-Kopf-Einkommen (PKE) gesprochen wird. Es wird berechnet, in dem das BIP einer Volkswirtschaft durch die Bevölkerungszahl des Landes (N) dividiert wird:¹⁶⁵

$$PKE = \frac{BIP}{N}$$

Folgende Gründe sprechen dafür, die empirischen Untersuchungen dieser Arbeit auf das PKE zu beziehen. Eine wesentliche Grundlage dieser Arbeit stellen die in Kapitel 2.4.2 vorgestellten Wachstumstheorien dar. Wie die Theorie nach Solow zeigt unterliegt das BIP und das PKE unterschiedlichen Dynamiken. Da sich die Wachstumstheorien mit ihren Erkenntnissen auf die Erklärung des PKEs beziehen, wird auch diese Arbeit auf das PKE bezugnehmen. Des Weiteren ermöglicht das Pro-Kopf-Einkommen eine bessere internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse, da es das BIP, als absoluten Output einer Volkswirtschaft, in Relation zur Bevölkerung setzt.

In seiner Rolle als gesamtwirtschaftlicher Indikator für makroökonomische Tätigkeit, Wohlstand und Fortschritt, wird das BIP und damit indirekt auch das PKE zunehmend kritisiert. So misst das BIP beispielsweise keine Nachhaltigkeit oder soziale Integration.¹⁶⁶ Es wurden deshalb alternative Methoden entwickelt, die die Unzulänglichkeiten des BIP in unterschiedlicher Form berücksichtigen. Sie sollen jedoch aufgrund des Fokus der Wachstumstheorien auf das PKE kein weiterer Gegenstand dieser Arbeit sein.

2.6 Forschungshypothesen

Ziel dieser Arbeit ist es zu analysieren, ob es einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Pro-Kopf-Einkommen vermögender Volkswirtschaften gibt. Vor dem Hintergrund der Ausführungen zu den theoretischen Erkenntnissen der Wachstumstheorien und den empirischen Forschungsergebnissen werden die folgenden Forschungshypothesen formuliert:

Hypothese 1: Für einkommensreiche Volkswirtschaften besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Pro-Kopf-Einkommen.

¹⁶⁵ Vgl. Frenkel, M./ Hemmer, H.-R. (1999), S.1 f.

¹⁶⁶ Vgl. European Kommission (2009), S.2.

Hypothese 2: Die Wachstumsrate der Schlüsselpatente hat langfristig einen positiven Einfluss auf die Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens der USA.

3 Empirische Untersuchungen

3.1 Forschungsmethodik

Zur empirischen Untersuchung des Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum wurden eine bivariate (einfache) Regressionsanalyse und eine dynamische Regressionsanalyse durchgeführt. Die erste Regressionsanalyse verwendet die Daten 36 einkommensstarke Länder aus dem Jahr 2018, um den globalen Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum zu erforschen. Neben dieser zeitpunktbezogenen Betrachtung wurde ebenfalls eine dynamische Regression durchgeführt, um den Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum im Zeitverlauf zu untersuchen. Diese Zeitreihenanalyse bezog sich auf die USA und umfasste den Zeitraum der Jahre von 2001-2018. Das bivariate Regressionsmodell, wie auch die Zeitreihenanalyse mit dem dynamischen Regressionsmodell, sind gängige Verfahren der Ökonometrie. Die bivariate Regressionsanalyse erfolgte in der Programmiersprache R, für die Zeitreihenanalyse wurde die Ökonometriesoftware Microfit verwendet.

Der Schlüsselpatentdatensatz wurde im Rahmen einer Massendatenanalyse von der Firma EconSight für die Studie „Weltklassepatente in Zukunftstechnologien. Die Innovationskraft Ostasiens, Nordamerikas und Europas“ der Bertelsmann Stiftung erhoben.¹⁶⁷ Der zugrundeliegende Klassifizierungsansatz von Schlüsselpatenten wurde bereits in Kapitel 2.3 ausführlich vorgestellt. Die Anzahl der Schlüsselpatente wird nach dem Reporting-Date-Konzept gezählt, das heißt, dass der Datensatz alle zum 31.12 eines jeden Jahres veröffentlichten aktiven Patentfamilien und anhängige Patentanmeldungen umfasst.¹⁶⁸

Die Daten für das Pro-Kopf-Einkommen entstammen der Datenbank der Weltbank mit Stand vom 17.02.2021. Das PKE wird in tausend Dollar und zu konstanten Preisen mit dem Bezugsjahr 2010 angegeben. So werden inflationsbedingte Verzerrungen vermieden.

Die Testverfahren der Zeitreihenanalyse umfassen im Einzelnen den Augmented-Dickey-Fuller (ADF) Test und das Auto Regressive Distributed Lag (ARDL) Modell mit dem

¹⁶⁷ Vgl. Breiting, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 66.

¹⁶⁸ Vgl. ebenda, S. 67.

„Bounds-testing“-Kointegrationsansatz von Pesaran et al. (2001)¹⁶⁹. Eine nähere Auseinandersetzung mit dem ADF Test und dem ARDL erfolgt in Kapitel 3.2. Um in der dynamischen Betrachtung der Zeitreihenanalyse die externen Auswirkungen der Weltfinanzkrise zu berücksichtigen, wurde für das Jahr 2009 eine Dummy Variable eingeführt. Sie soll als fixer Regressor im ARDL Modell den Einbruch des Pro-Kopf-Einkommens im Jahr 2009 entsprechend berücksichtigen.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der empirischen Untersuchungen werden an dieser Stelle die Variable BIPC für das Pro-Kopf-Einkommen und die Variable PAT für die Schlüsselpatente eingeführt. Für das bivariate Regressionsmodell wurde die logarithmierten Werte der Variablen BIPC und PAT verwendet, die entsprechend durch LOG_BIPC und LOG_PAT notiert werden. Für das dynamische Regressionsmodell wurden die jährlichen prozentualen Änderungen des PKEs und der Schlüsselpatente untersucht. Sie sind durch PC_BIPC und PC_PAT gekennzeichnet. Um die Übersicht zu wahren, wird entsprechend für die USA das Länderkürzel „U“ eingeführt, dass der jeweiligen Variablen an geeigneter Stelle angehängt wird. So lässt sich gezielt über die Variablennotierung auf die USA bezugnehmen.

BIPC	Pro-Kopf-Einkommen (zu konstanten Preisen 2010)
PAT	Anzahl der Schlüsselpatente
LOG_BIPC	Pro-Kopf-Einkommen logarithmiert
LOG_PAT	Anzahl der Schlüsselpatente logarithmiert
PC_BIPC	Prozentuale Veränderung des PKEs zum Vorjahr
PC_PAT	Prozentuale Veränderung der Schlüsselpatente zum Vorjahr
D09	Dummy Variable für die Weltfinanzkrise im Jahr 2009
Beispiel: PC_BIPC_U	Prozentuale Veränderung des PKE zum Vorjahr in den USA

Tabelle 1: Definition der Variablen

¹⁶⁹ Vgl. Pesaran, M. H./ Shin, Y./ Smith, R. J. (2001), S. 289 f.

3.2 Empirisches Modell

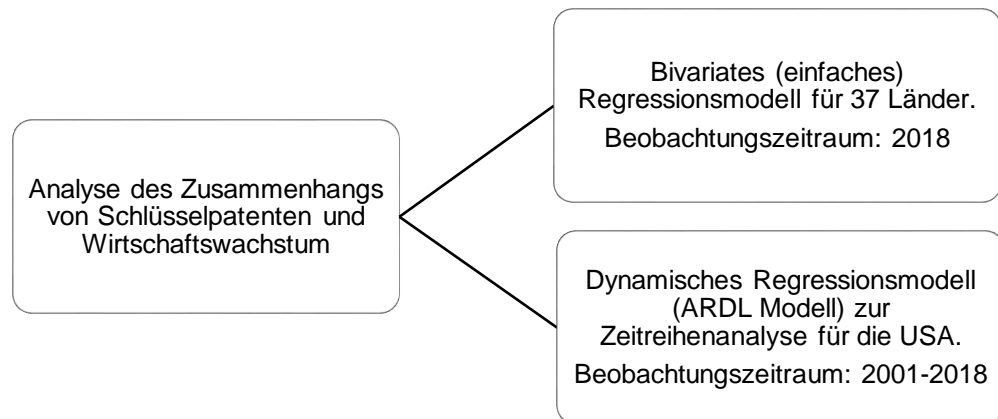


Abbildung 5: Empirische Modelle dieser Arbeit¹⁷⁰

In dieser Arbeit werden zwei empirische Modelle genutzt, um den Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum zu untersuchen. Das erste Modell ist ein bivariates Regressionsmodell. Es betrachtet 36 Länder für das Jahr 2018 und ermöglicht so die umfassende und vor allem globale Analyse des Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum.

Das zweite Modell ist das Auto Regressive Distributed Lag (ARDL) Modell mit dem „Bounds-testing“-Kointegrationsverfahren. Dieses dynamische Regressionsmodell ist ein Modell der Ökonometrie, um Zeitreihenanalysen durchzuführen. Es wird in dieser Arbeit benutzt, um den Zusammenhang des Wachstums der Schlüsselpatente und des Wirtschaftswachstums für die USA im Zeitraum 2001-2018 zu analysieren. So wird die zeitpunktbezogene Betrachtung des Zusammenhangs um eine dynamische Perspektive erweitert. Das ARDL Modell ist ein besonderes Modell der Zeitreihenanalyse und soll deshalb an dieser Stelle einer vertieften Betrachtung unterzogen werden.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Modelle und Testverfahren, um eine Zeitreihenanalyse durchzuführen. Die gängigsten sind in Abbildung 6 dargestellt. Welches das optimale ist, hängt dabei wesentlich von der Beschaffenheit der zugrundeliegenden Zeitreihendaten ab. Die Eingrenzung der möglichen Verfahren erfolgt über sogenannte Einheitswurzeltests, die in der Literatur vor allem als Unit-Root-Tests bekannt sind. Mit diesen Tests lässt sich

¹⁷⁰ Eigene Darstellung.

zunächst überprüfen, ob die Zeitreihendaten einen stationären Prozess darstellen. Ist das der Fall, so gilt:¹⁷¹

$$E(Y_t) = E(Y_{t-s}) = \mu, \text{ konstant für } s > 0$$

$$\text{Var}(Y_t) = \text{Var}(Y_{t-s}) = \sigma_y^2, \text{ konstant}$$

$$\text{Cov}(Y_t, Y_{t-s}) = \gamma_s$$

Das heißt, dass der Erwartungswert und die Varianz zeitlich konstant sind und die Kovarianz lediglich vom zeitlichen Abstand abhängt. Diese Bedingungen treffen allerdings nur auf die wenigsten ökonomischen Prozesse zu. Sie verfolgen häufig einen Trend und sind somit nicht stationär.¹⁷² Ob eine Zeitreihe stationär ist oder nicht, ist relevant, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. So erfordert beispielsweise eine OLS-Regression Zeitreihendaten, die stationär sind. Wird eine OLS-Regressionsanalyse mit nicht stationären Zeitreihen durchgeführt, wird die Regressionsschätzung aufgrund des gemeinsamen Trends zwangsläufig einen Zusammenhang zwischen den Variablen ermitteln, ohne dass ein kausaler Zusammenhang vorliegt. In diesem Fall wird von einer Scheinregression (engl. Spurious Regression) gesprochen.¹⁷³

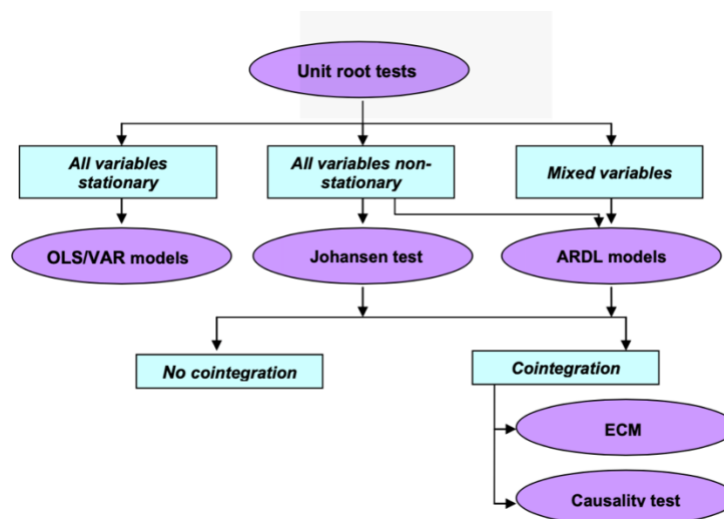


Abbildung 6: Selektionsschema zur Ermittlung geeigneter Modelle der Zeitreihenanalyse¹⁷⁴

¹⁷¹ Vgl. Shreshta, M. B./ Bhata, G. R. (2018), S. 3.

¹⁷² Vgl. Nkoro, E./ Uko, A. K. (2016), S. 65.

¹⁷³ Vgl. Stötzer, M. W. (2020), S. 141 f.

¹⁷⁴ Shreshta, M. B./ Bhata, G. R. (2018), S. 6.

OLS: Kleinstquadratmethode; VAR: Vektorautoregressive Modelle; ARDL: Autoregressive Distributed Lag Modelle; ECM: Fehlerkorrekturmodelle.

Um dennoch den Zusammenhang von ausschließlich nicht-stationären oder sowohl stationären als auch nicht-stationären Zeitreihendaten zu untersuchen, haben sich in der Forschung verschiedene Modelle und Testverfahren etabliert. Zu den bekannten Tests für ausschließlich nicht-stationäre Zeitreihendaten gehören unter anderem der Engle-Granger-Kointegrationstest¹⁷⁵ und der Johansen Kointegrationstest¹⁷⁶. Ein weiteres in der Ökonometrie sehr häufig verwendetes Modell ist das sehr flexible Auto Regressive Distributed Lag (ARDL) Modell, mit dem „Bounds-testing“-Kointegrationsverfahren. Es wurde von Pesaran et al. (2001)¹⁷⁷ entwickelt. Mit diesem Modell lässt sich sowohl die kurzfristige Dynamik als auch der langfristige Zusammenhang von Zeitreihendaten untersuchen. Die Vorteile des ARDL Modells gegenüber den anderen Kointegrationsverfahren sind, (i) dass es bereits bei wenigen Beobachtungsdaten aussagekräftige Ergebnisse liefert,¹⁷⁸ (ii) die Zeitreihendaten der unabhängigen Variablen sowohl integriert von der Ordnung (1) als auch integriert von der Ordnung (0) sein können,¹⁷⁹ (iii) Dummy Variablen installiert werden können¹⁸⁰ (iv) und sich sowohl für die abhängige Variable als auch die erklärende(n) Variable(n) Verzögerungen berücksichtigen lassen.¹⁸¹ Durch die Integration von Zeitverzögerungen eignet sich das Modell gut, um ökonomische Sachverhalte dynamisch im Zeitverlauf zu modellieren. So wird beispielsweise die Dynamik in den Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts zu einem wesentlichen Teil durch die Wachstumsraten der Vorjahre erklärt.¹⁸² Solche verzögerten Wirkungseffekte lassen sich ebenfalls für die Analyse von Patentdaten ökonomisch begründen. Sie sind darauf zurückzuführen, dass ein Patent und die dahinterstehende Technologie erst nach einer gewissen Zeit ihren vollen ökonomischen Wert entfalten. So benötigt beispielsweise die Marktdurchdringung der Technologie und damit auch die Kapitalisierung des Patents oftmals einige Jahre.¹⁸³ Diese Verzögerungen werden im ARDL Modell als autoregressive Teile bezeichnet.¹⁸⁴ In Bezug auf diese Arbeit bedeutet das, dass die abhängige Variable PC_BIPC sowohl durch eigene Werte der Vorperiode(n) (engl. lags)

¹⁷⁵ Vgl. hierzu ausführlich Engle, R.F./ Granger, C.W. (1987), S. 251.

¹⁷⁶ Vgl. hierzu ausführlich Johansen, S. (1988), S. 231.

¹⁷⁷ Vgl. Pesaran, M. H./ Shin, Y./ Smith, R. J. (2001), S. 289 f.

¹⁷⁸ Vgl. Tian, Y./ Chen, W./ Zhu, S. (2016), S. 763.

¹⁷⁹ Vgl. Sharaf, M. F. (2014), S. 3.

¹⁸⁰ Vgl. Hoque, M. M./ Yusop, Z. (2010), S. 44.

¹⁸¹ Vgl. Sharaf, M. F. (2014), S. 3 f.

¹⁸² Vgl. Belitz, H. et al. (2015), S. 51.

¹⁸³ Vgl. Josheski, D./ Koteski, C. (2011), S. 4 f.

¹⁸⁴ Vgl. Poyntner, P. (2016), S. 674.

als auch zusätzlich durch die periodengleichen oder verzögerten Werte der unabhängigen Variablen PC_PAT erklärt wird. Diese verzögerten Wirkungseffekte der abhängigen und unabhängigen Variablen lassen sich zunächst wie folgt in einer allgemeinen Form des ARDL Modells ausdrücken:¹⁸⁵

$$y_t = \mu_0 + \mu_1 y_{t-1} + \dots + \mu_k y_{t-p} + \delta_0 x_t + \delta_1 x_{t-1} + \delta_2 x_{t-2} + \dots + \delta_q x_{t-q} + e_t$$

Formel 1: Allgemeines ARDL Modell

Mit diesem allgemeinen Modell lassen sich zwar die Verzögerungen von y und x modellieren, nicht jedoch die kurz- und langfristigen Dynamiken zwischen ihnen. Zudem berücksichtigt es lediglich die Niveaus der Variablen, wodurch die Gefahr der Scheinregression besteht, sollte das Modell auf nicht-stationäre Zeitreihendaten angewendet werden. Deshalb wird dieses Modell weiter spezifiziert. Nach dem Granger Theorem sind zwei Variablen kointegriert, wenn zwischen ihnen ein langfristiges Gleichgewicht besteht. Dieses lässt sich in einem Fehlerkorrekturmodell (ECM) ausdrücken. Pesaran et al. haben dieses Theorem aufgegriffen und aus einem Fehlerkorrekturmodell (Error Correction Model) ein ARDL Modell spezifiziert, das damit zugleich die kurzfristige Dynamik als auch die langfristige Kointegrationsbeziehung von Variablen modelliert.¹⁸⁶ Die allgemeine Form eines solchen Modells mit einer abhängigen Variable y und einer unabhängigen Variablen x sieht wie folgt aus:¹⁸⁷

$$\Delta y_t = c + \alpha \text{TREND} + \sum_{i=1}^p \mu_i \Delta y_{t-i} + \sum_{j=0}^q \delta_j \Delta x_{t-j} + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 x_{t-1} + e_t$$

Formel 2: ARDL-ECM Modell (p,q)

Mit Blick auf die Forschungshypothese dieser Arbeit soll untersucht werden, ob das Wachstum der Schlüsselpatente (PC_PAT) das Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens (PC_BIPC) positiv beeinflusst. Dementsprechend ist die abhängige Variable: PC_BIPC und die unabhängige Variable: PC_PAT. Übertragen auf die obige Gleichung also $y = \text{PC_BIPC}$ und $x = \text{PC_PAT}$. Die Gleichung lässt sich in zwei Teile untergliedern: Der erste Teil setzt

¹⁸⁵ Giles, D. (2013), www.davegiles.blogspot.com (Stand: 04.04.2021).

¹⁸⁶ Für eine übersichtliche Herleitung dieser Schritte siehe: Sharaf, M. F. (2014), S. 4.

¹⁸⁷ Vgl. Youssef, S. (2019), S. 22.

sich aus μ , δ und e_t zusammen. Sie modellieren die kurzfristige Dynamik der Variablen. Der zweite Teil setzt sich aus φ_1 und φ_2 zusammen. Sie repräsentieren den langfristigen Zusammenhang der Variablen.¹⁸⁸ Mit c und α TREND lässt sich das Modell optional um eine Konstante und/oder einen Trend erweitern. Die Anzahl der optimalen Verzögerungen der Variablen wird durch p und q dargestellt. Dabei sind die Verzögerungen in der Modellspezifikation so groß zu wählen, dass die Variablen hinreichend im Modell endogenisiert sind und zur gleichen Zeit hinreichend klein zu halten, um eine Überparametrisierung zu vermeiden.¹⁸⁹ Wie viele Verzögerungen in einem Modell notwendig sind, lässt sich neben der ökonomischen Begründung mit sogenannten Informationskriterien bestimmen. Sie vergleichen, wie gut verschiedene Modelle die abhängige Variable, unter Berücksichtigung der dafür herangezogenen Modellparameter, erklären. In der Analyse wurde das Akaike-Informationskriterium benutzt, das eine gute Aussagekraft bei weniger als 60 Beobachtungsdaten besitzt.¹⁹⁰

Nach der Schätzung des Modells aus Formel 2 lässt sich anschließend mit Hilfe des „Bounds-Testing“-Kointegrationsverfahren in einem zweistufigen Verfahren überprüfen, ob zwischen den verzögerten Niveaus der Variablen ein langfristiges Gleichgewicht und damit ein langfristiger Zusammenhang besteht. In einem ersten Schritt wird der Bounds-Test durchgeführt, der folgende Hypothesen testet:

$$H_0: \varphi_1 = \varphi_2 = 0$$

$$H_1: \varphi_1 \neq \varphi_2 \neq 0$$

Dem Test liegt eine F-Statistik zugrunde. Nach Pesaran et al. folgen die aus dem Modell errechneten F-Werte nicht der üblichen Verteilung der F-Statistik, weshalb sie aus diesem Grund kritische Werte für Ober- und Untergrenzen berechnen, um die H_0 -Hypothese entsprechend zu falsifizieren oder zu bestätigen. Liegt der errechnete Wert der F-Statistik über der von Pesaran et al. errechneten Obergrenze, so sind die Variablen kointegriert und die H_1 Hypothese lässt sich bestätigen. Andernfalls wird H_1 Hypothese verworfen. Sollte sich die H_1 Hypothese bestätigen, lassen sich anschließend in einem zweiten Schritt die

¹⁸⁸ Vgl. Ansgar, B. (2010), S. 10.

¹⁸⁹ Vgl. Pesaran, M. H./ Shin, Y./ Smith, R. J. (2001), S. 308.

¹⁹⁰ Vgl. Liew, W. K-S. (2004), S. 5.

Koeffizienten dieser langfristigen Beziehung schätzen und auf ihre Signifikanz hin überprüfen.¹⁹¹

In einem letzten Schritt wird überprüft werden, wie schnell die Variablen nach einem Schock, also einer temporären Abweichung von ihrem Gleichgewicht, zu ihrem ursprünglichen Gleichgewichtszustand zurückkehren. Hierzu wird ein weiteres Fehlerkorrekturmodell geschätzt, jedoch der langfristige Term aus Formel 2 durch einen Fehlerkorrekturterm (ωECT_{t-1}) ersetzt. Er kann Werte zwischen 0 (0 %) und -2 (200 %) annehmen und zeigt, wie viel Prozent einer Abweichung vom Gleichgewicht in der nächsten Periode korrigiert werden. Das allgemeine Fehlerkorrekturmodell sieht wie folgt aus:¹⁹²

$$\Delta y_t = C + \alpha \text{TREND} + \sum_{i=1}^p \mu_i \Delta y_{t-1} + \sum_{i=0}^q \delta_i \Delta x_{t-1} + \omega ECT_{t-1} + e_t$$

Formel 3: Fehlerkorrekturmodell (Error Correction Model)

Zusammengefasst wurden im Einzelnen folgende Schritte für die Zeitreihenanalyse unternommen:

1. Zuerst erfolgte eine graphische Darstellung der Entwicklung der Schlüsselpatente und des Pro-Kopf-Einkommens für den Zeitraum 2001-2018.
2. Als nächstes wurde mit dem ADF-Test überprüft, ob keine der Variablen integriert von der Ordnung 2 ist. Das ist die notwendige Bedingung für das ARDL-Modell. Es muss also gelten: I(d) mit $d < 2$.
3. Danach wurde für die USA die Regressionsgleichung des ARDL Modells aus einem unbeschränktem Fehlerkorrekturmodell (ECM) geschätzt.
4. Das geschätzte ARDL Modell wurde mit verschiedenen Diagnostiktests auf seine Robustheit getestet.
5. Im nächsten Schritt wurde das „Bounds-test“-Verfahren durchgeführt, um den langfristigen Zusammenhang der Variablen PC_BIPC_U und PC_PAT_U zu überprüfen.
6. Sofern die Ergebnisse aus Schritt 5 einen langfristigen Zusammenhang der Variablen bestätigten, ließen sich die Koeffizienten der langfristigen Beziehung

¹⁹¹ Vgl. Ansgar, B. (2010), S. 10.

¹⁹² Vgl. Youssef, S. (2019), S. 25.

schätzen und mit Hilfe eines Fehlerkorrekturmodells zeigen, wie schnell die Variablen nach einem Schock zu ihrem langfristigen Gleichgewicht zurückkehren.

3.3 Bivariate Regressionsanalyse

Zur Überprüfung der ersten Forschungshypothese wurden 36 Länder im Jahr 2018 analysiert. Wie bereits in der Zielsetzung erwähnt, gehören sie nach der *Atlas-Methode* der Weltbank, mit Ausnahme von China, Bulgarien und Rumänien, zu den „High-income“ Ökonomien dieser Welt.¹⁹³ Dabei werden neben den einkommensstarken Ländern zugleich auch die drei wichtigsten Weltregionen im Bereich der Schlüsselpatente berücksichtigt. Hierzu gehören Nordamerika, mit Kanada und den USA, die Europäische Union mit seinen 27 Mitgliedsstaaten und Ostasien, mit China, Südkorea und Japan.¹⁹⁴

3.3.1 Ergebnisse der Regressionsanalyse

Abbildung 7 zeigt die gemeinsame Verteilung der Schlüsselpatente und dem Pro-Kopf-Einkommen für die 36 Länder des Schlüsselpatentdatensatzes. Die Variablen wurden im Vorhinein logarithmiert, um die Bedingung normalverteilter Variablen zu erfüllen. Ebenfalls ließen sich die Ergebnisse so in ihren prozentualen Veränderungen interpretieren und damit optimal mit den späteren Ergebnissen der Zeitreihenanalyse vergleichen.

¹⁹³ Vgl. Weltbank (2021 a), www.worldbank.org, (Stand: 19.04.2021).

China, Bulgarien und Rumänien gehören nach der *Atlas-Methode* definitorisch zu den „Upper-middle-income“ Ökonomien und werden aufgrund ihres vergleichsweise hohen Bruttonationaleinkommens innerhalb dieser Klassifizierung ebenfalls zu den vermögenden Ländern hinzugezählt.

¹⁹⁴ Vgl. Breitingner, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 10.

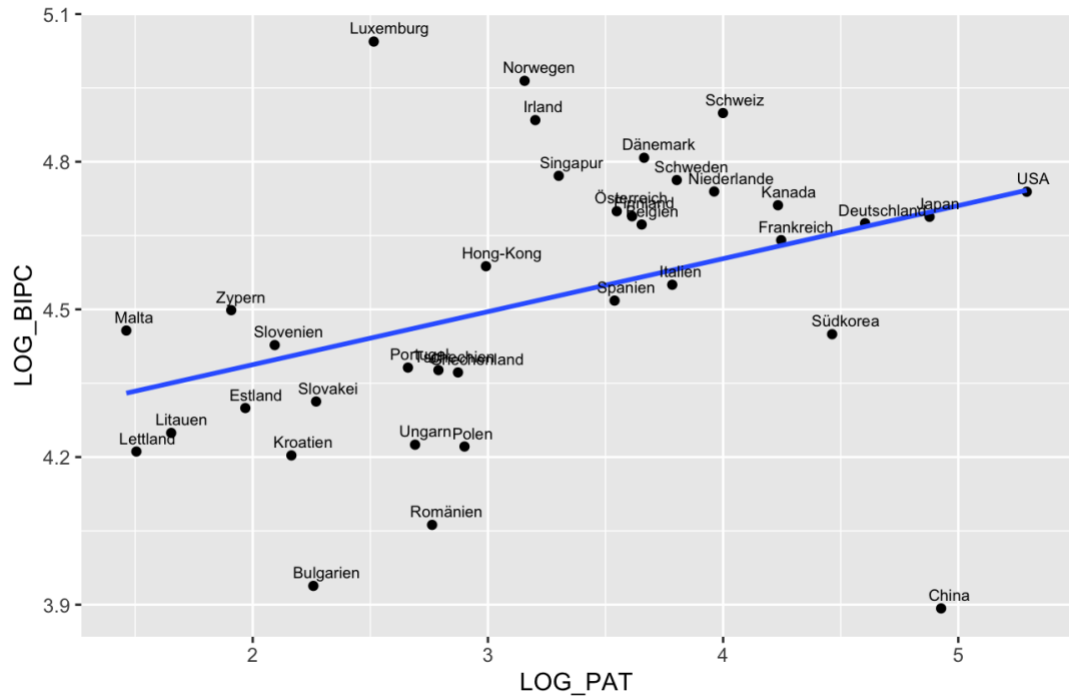


Abbildung 7: Graphische Darstellung zum Einfluss von Schlüsselpatenten auf das Pro-Kopf-Einkommen¹⁹⁵

Die Punkte in Abbildung 7 stellen die 36 Länder dar. Bei der blauen Linie handelt es sich um eine Regressionsgerade. Ihre leicht positive Steigung lässt bereits optisch die Schlussfolgerung zu, dass zwischen Schlüsselpatenten und dem Pro-Kopf-Einkommen ein positiver linearer Zusammenhang existiert. Das bedeutet, dass durchschnittlich mit der steigenden Zahl der Schlüsselpatenten ebenso die Höhe des Pro-Kopf-Einkommens eines Landes zunimmt. Diese Einschätzung bestätigt sich mit den Ergebnissen der Regressionsanalyse aus Tabelle 2.

¹⁹⁵ Eigene Darstellung.

Abhängige Variable: Pro-Kopf-Einkommen (LOG_BIPC)	
Anzahl der Schlüsselpatente (LOG_PAT)	0,108** (0,144)
Konstante	4.172*** (0,148)
<i>N</i>	36
<i>R</i> ²	0,148
<i>R</i> ² (korrigiert)	0,123
F-Wert	0,020

Anmerkung 1) Standardfehler sind in Klammern

Anmerkung 2) * 10% Signifikanzniveau, ** 5% Signifikanzniveau, *** 1% Signifikanzniveau

*Tabelle 2: Bivariate Regressionsanalyse zum Einfluss von Schlüsselpatenten auf das Pro-Kopf-Einkommen*¹⁹⁶

Wie die Regressionsergebnisse zeigen, gibt es einen signifikanten Effekt der Anzahl der Schlüsselpatente auf das Pro-Kopf-Einkommen in einkommensreichen Ländern. Der Regressionskoeffizient der Variablen LOG_PAT beläuft sich auf 0,108 und ist mit einem p-Wert von 0,020 auf einem Signifikanzniveau von 5 % signifikant. Unter Berücksichtigung des zuvor erfolgten Logarithmierens der Variablen führt also ein 1 %-iger Anstieg der Schlüsselpatente in den 36 analysierten Ländern zu einem Anstieg des Pro-Kopf-Einkommens um durchschnittlich 0,108 %. Das Ergebnis lässt sich in folgender Regressionsgleichung zusammenfassen:

$$\widehat{LOG_BIPC} = 4,172 + 0,108 \times LOG_PAT$$

Das *R*² und das korrigierte *R*² sind zwei Bestimmtheitsmaße für die Anpassungsgüte (engl. Goodness of fit) des Modells. Sie zeigen, wie umfangreich die Regressionsgerade eines Modells die Menge an Beobachtungsdaten erklären kann.¹⁹⁷ Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, lassen sich durch das geschätzte Regressionsmodell insgesamt 12,3 % der Streuung des Pro-Kopf-Einkommens erklären. Häufig wird das korrigierte *R*² als entscheidendes Bestimmtheitsmaß herangezogen, da es den Teil der erklärten Gesamtstreuung in Relation zu der dafür notwendigen Modellkomplexität setzt. Es verringert das einfache *R*² um eine

¹⁹⁶ Eigene Berechnung.

¹⁹⁷ Vgl. Backhaus, K. (2016), S. 82.

Korrekturgröße, die sich aus der Größe der Stichprobe und der Zahl der Regressoren ergibt. So wird übergroße Modellkomplexität bestraft.¹⁹⁸

Zusammenfassend bestätigen die Ergebnisse damit die erste Forschungshypothese, dass zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Pro-Kopf-Einkommen einkommensreicher Länder ein positiver Zusammenhang besteht. Die Ergebnisse sind vor allem dahingehend interessant, als dass sie die Relevanz des Forschungsansatzes, sich nicht nur auf die reine Anzahl, sondern vor allem auf die Qualität der Patente zu fokussieren, empirisch belegen. Die Ergebnisse bestätigen damit auch, dass ein bedeutender Teil des ökonomischen Beitrags von Patenten auf einige besonders qualitativ hochwertige Schlüsselpatente zurückzuführen ist. Das deckt sich unter anderem mit den in Kapitel 2.3 beschriebenen Ergebnissen.

3.4 Zeitreihenanalyse

Wie die Ergebnisse des vergangenen Kapitels zeigen, gibt es für die 36 analysierten Länder einen durchschnittlich signifikanten Einfluss von der Anzahl der Schlüsselpatente auf die Höhe des Pro-Kopf-Einkommens. Neben dieser globalen Analyse soll nun für die USA auch eine dynamische Betrachtung erfolgen, um die zweite Forschungshypothese zu überprüfen.

3.4.1 Entwicklung der Schlüsselpatente und des Pro-Kopf-Einkommens in den USA

Wie bereits in Kapitel 2.2 näher erläutert, gewinnen Patente zunehmend an Bedeutung. Diese Dynamik schlägt sich in der Anzahl der Schlüsselpatente vieler Volkswirtschaften nieder. Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der Schlüsselpatente der fünf Volkswirtschaften mit den weltweit höchsten Patentaktivitäten. Hierzu gehören die USA, China, Südkorea, Japan und Deutschland.¹⁹⁹ Bei Betrachtung der absoluten Zahlen wird recht schnell deutlich, dass die USA bislang im weltweiten Vergleich bezogen auf alle 58 Schlüsseltechnologien die meisten Schlüsselpatente besitzen. Zwar zeichnet sich in den vergangenen Jahren ab, dass insbesondere Länder wie China und auch Südkorea erhebliche Wachstumsdynamiken vorweisen, dennoch bleibt die USA im internationalen Vergleich mit Abstand Spitzenreiter.

¹⁹⁸ Vgl. Backhaus, K. (2016), S. 85 f.

¹⁹⁹ Vgl. WIPO (2020), S. 8.

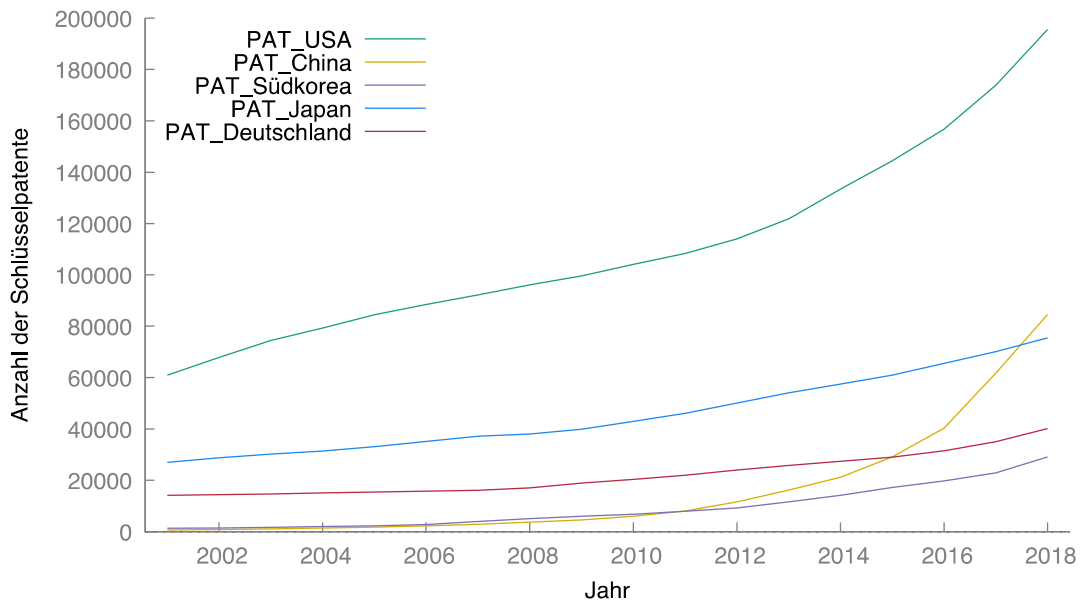


Abbildung 8: Entwicklung der Schlüsselpatente der fünf größten Patentnationen im Zeitraum 2001-2018²⁰⁰

Einen Blick auf die relativen Zuwächse gibt Tabelle 3. Es ist zu erkennen, dass die Schlüsselpatente in den USA im Beobachtungszeitraum um +221 % zugenommen haben. Zu den Technologiebereichen mit den größten relativen Zuwächsen gehören die Bereiche Digitalisierung, Sicherheit und Infrastruktur, mit Zuwachsraten von 843 %, 328 % und 318 %.²⁰¹

Gesamtübersicht			
Volkswirtschaft	2001	2018	%-Veränderung
USA	60.996	195.530	+ 221%

Tabelle 3: Zuwachsraten der Schlüsselpatente in den USA für den Beobachtungszeitraum 2001-2018²⁰²

Im Weiteren wurden nun die Wachstumsraten der Schlüsselpatente gemeinsam mit denen des Pro-Kopf-Einkommens (PKE) dargestellt. Bei genauerer Betrachtung der Graphen in Abbildung 9 lassen sich dabei bereits graphisch gewisse Gleichläufe zwischen den Wachstumsraten der Schlüsselpatente und denen des PKEs feststellen. Auffällig ist jedoch, dass das PKE im Jahr 2009, dem Jahr der Weltfinanzkrise, erheblich eingebrochen ist. Dieser extern bedingte Ausreißer wird im geschätzten ARDL entsprechend durch die Dummy Variable D09 berücksichtigt.

²⁰⁰ Eigene Darstellung.

²⁰¹ Eigene Berechnung.

²⁰² Eigene Berechnung.

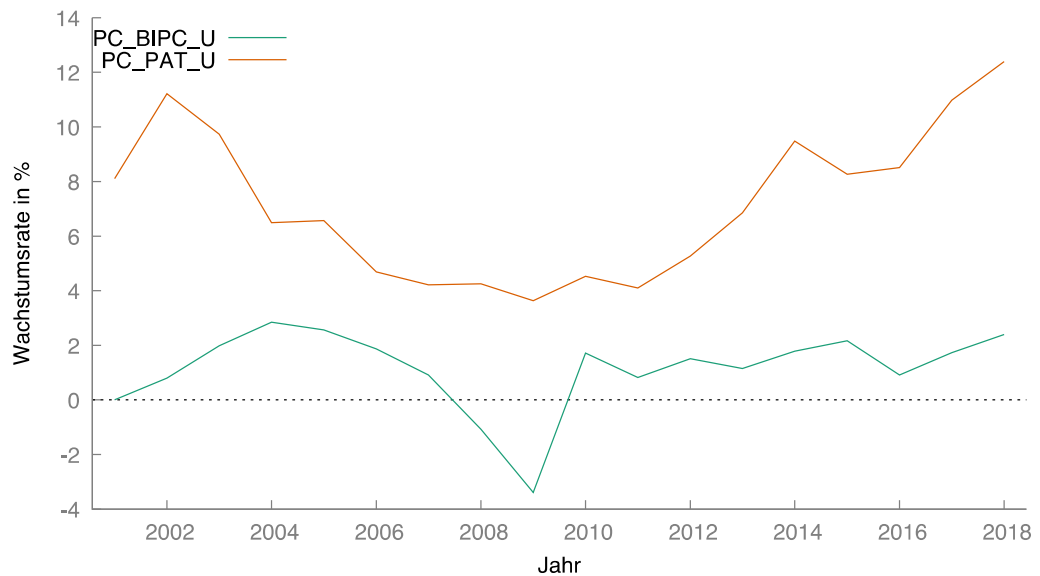


Abbildung 9: Wachstumsraten der Schlüsselpatente und des Pro-Kopf-Einkommens in den USA für die Jahre 2001-2018²⁰³

Mit Hilfe des ARDL Modells und dem „Bounds-testing“-Kointegrationsverfahren soll nun der Zusammenhang der beiden Zeitreihendaten statistisch überprüft werden. Hierfür wurden die Zeitreihen im nächsten Schritt zunächst mit dem ADF Test auf Stationarität geprüft.

3.4.2 Ergebnisse des Augmented-Dickey-Fuller Tests

Voraussetzung für das Autoregressive Distributed Lag Modell ist, dass die Zeitreihen spätestens nach der ersten Differenzierung stationär sind.²⁰⁴ Ein weit verbreiteter Test, um die Integrationsordnung einer Zeitreihe zu ermitteln, ist der Augmented-Dickey-Fuller Test (ADF). Er testet die Nullhypothese, dass kein stationärer Prozess vorliegt, gegen die Alternativhypothese, dass ein stationärer Prozess vorliegt:

$$H_0: \gamma = 1$$

$$H_1: \gamma < 1$$

Wie die Ergebnisse aus Tabelle 4 zeigen, sind die Variablen PC_BIPC_U und PC_PAT_U beide integriert von der Ordnung I (1). Das bedeutet, dass die Variablen spätestens nach der ersten Differenzierung einen stationären Prozess darstellen. Somit ist die für das ARDL-Modell notwendige Bedingung von $I(d) < (2)$ für beide Variablen erfüllt.

²⁰³ Eigene Darstellung.

²⁰⁴ Vgl. Poyntner, P. (2016), S. 677.

Variable	ADF Test für Level der Variable (t-Statistik)	ADF Test für erste Differenz der Variable (t-Statistik)	Rückschluss
PC_BIPC_U	-2,58	-4,65*	I (1)
PC_PAT_U	-0,54	-3,61**	I (1)

Anmerkung 1) Berechnung mit Konstante

Anmerkung 2) * 10% Signifikanzniveau, ** 5% Signifikanzniveau, *** 1% Signifikanzniveau

Anmerkung 3) I (1) bedeutet, dass die entsprechende Variable nach der ersten Differenzierung stationär ist.

Tabelle 4: Ergebnisse des ADF-Tests²⁰⁵

3.4.3 Ergebnisse des geschätzten ARDL-Modells

Die große Herausforderung bei der Schätzung von ARDL-Modellen ist die Auswahl der optimalen Anzahl an Verzögerungen. Wichtig ist hierbei, die Auswahl sowohl statistisch als auch ökonomisch zu begründen. Eine statistische Auswahl erfolgt zumeist auf Basis von Informationskriterien, wie dem Akaike-Informationskriterium. Wird die Entscheidung ausschließlich auf diesem statistischen Mittel getroffen, besteht jedoch die Gefahr, die ökonomische Begründung dahinter zu vernachlässigen. Aus ökonomischer Sicht ergibt eine Modellierung der Verzögerungen von Wachstumsraten des Pro-Kopf-Einkommens und der Schlüsselpatente aus folgenden Aspekten Sinn: (i) Das Wachstum des PKEs ist nicht für jede Periode ein stochastisch zufälliger Prozess, sondern hängt immer zu einem Teil von den Wachstumsraten der Vorperiode(n) ab. (ii) Für die Wachstumsrate der Schlüsselpatente gilt selbige Logik. So kann die Wachstumsrate des PKEs wie bereits beschrieben sowohl durch die Wachstumsrate der Schlüsselpatente in der Beobachtungsperiode als auch durch die Wachstumsraten der Schlüsselpatente in den Vorperioden beeinflusst werden. Es gilt deshalb, diese verzögerten Wirkungen in das Modell zu integrieren. Dabei besteht die Herausforderung, alle relevanten Verzögerungen zu integrieren und im selben Schritt eine Überparametrisierung des Modells zu vermeiden. Bei der Berücksichtigung von Verzögerungen für das Pro-Kopf-Einkommen gibt es bereits einige Forschungsergebnisse, auf die an dieser Stelle zurückgegriffen wird. In vielen Arbeiten wird das PKE häufig mit bis zu zwei, vereinzelt auch drei, Verzögerungen berücksichtigt.²⁰⁶ Für Schlüsselpatente und Patente im Allgemeinen ist das hingegen

²⁰⁵ Eigene Berechnung.

²⁰⁶ Sofern die Periode zwischen den Beobachtungen ein Jahr umfasst.

Vgl. Kriskumar, K./Naseem, N. A. M. (2019), S. 13.

Vgl. Tunali, Ç. B. (2016), S. 75.

schwieriger, da es hierzu bislang nur wenig Forschung mit dynamischen Modellen gibt. Ein Anhaltspunkt ist die Forschung von Josheski und Koteski (2011). In ihrem ARDL Modell berücksichtigen die Autoren eine Verzögerung von drei Perioden, allerdings auf Grundlage von Quartalsdaten. Hinzu kommt, dass die Autoren lediglich die Patentanmeldungen analysieren.²⁰⁷ Wie bereits in der Forschungslücke erläutert, stellen Patentanmeldungen noch kein Patent dar, weshalb sich ihr ökonomischer Wert zum Teil sehr zeitverzögert entfaltet. Diese Arbeit fokussiert sich jedoch sowohl auf das aktive Patentportfolio als auch auf die Patentanmeldungen. Es ist deshalb davon auszugehen, dass sich die ökonomische Wirksamkeit der analysierten Patentdaten früher entfaltet. Zudem betragen die periodischen Abstände zwischen den Beobachtungsdaten stets ein Jahr und sind somit länger als die Perioden bei Josheski und Koteski. Aus diesen Gründen wird deshalb eine geringere Anzahl der Verzögerungen der Schlüsselpatente bevorzugt, als sie Josheski und Koteski vornehmen. Neben dieser ökonomischen Begründung wurde für die genaue Spezifikation des ARDL Modells ebenfalls das Akaike Informationskriterium (AIC) herangezogen, dass eine optimale Verzögerungsanzahl der Schlüsselpatente und des PKEs von je einer Periode, also einem Jahr, errechnete.²⁰⁸ Folglich wird die abhängige Variable PC_BIPC_U nach dem AIC sowohl durch die Veränderungsrate der Variablen PC_BIPC_U des Vorjahres, als auch durch die Veränderungsrate der Variablen PC_PAT_U der Beobachtungsperiode und durch die Veränderungsrate von PC_PAT_U des Vorjahres erklärt. Ein weiterer Vorteil, der neben dem AIC für die Berücksichtigung von jeweils einer Verzögerung spricht, ist, dass die Gefahr der Überparametrisierung des Modells erheblich gemindert wird. Final erwies sich deshalb das ARDL Modell mit jeweils einer Verzögerung von PC_BIPC_U und PC_PAT_U als am besten geeignet. Gemeinsam mit der Dummy Variable für die Weltfinanzkrise ergab sich somit für das ARDL Modell der USA und das „Bounds-testing“-Verfahren folgende Regressionsgleichung:

$$\Delta PC_BIPC_U_t = c + \mu_1 \Delta PC_BIPC_U_{t-1} + \delta_0 \Delta PC_PAT_U_t + \delta_1 \Delta PC_PAT_U_{t-1} + \varphi_1 PC_BIPC_U_{t-1} + \varphi_2 PC_PAT_U_{t-1} + \lambda D09 + e_t$$

Formel 4: USA - ARDL (1,1)

In Tabelle 5 ist das geschätzte ARDL (1,1) Modell mit den Diagnostiktests übersichtlich dargestellt.

²⁰⁷ Vgl. Josheski, D./ Koteski, C. (2011), S. 5.

²⁰⁸ Die Ergebnisse des Akaike Informationskriterium sind dem Anhang zu entnehmen.

ARDL Modell (1,1) - USA

Abhängige Variable: PC_BIPC_U	
Variable	
$\Delta PC_BIPC_U_{t-1}$	-0,046 (0,173)
$\Delta PC_PAT_U_t$	-0,095 (0,136)
$\Delta PC_PAT_U_{t-1}$	0,292* (0,159)
D09	-0,045**** (0,010)
Konstante	.0020 (0,007)
N	17
R ²	0,749
R ² (korrigiert)	0,666
DW Statistik	1.68
F-Wert	0,001

Anmerkung 1) * 10% Signifikanzniveau, ** 5% Signifikanzniveau, *** 1% Signifikanzniveau, **** 0,1% Signifikanzniveau

Anmerkung 2) Standardfehler sind in Klammern gesetzt.

Diagnostiktests ARDL (1,1)

A: Autokorrelation	F (1,11) = 0,583 [0,461]
B: Stabilität	F (1,11) = 0,067 [0,800]
C: Normalverteilung	Jarque-Bera = 5,203 [0,074]
D: Heteroskedastizität	F (4,12) = 0,427 [0,296]

A: Lagrange-Multiplier-Test der seriellen Korrelation

B: RESET-Test nach Ramsey unter Verwendung der quadrierten angepassten Werte

C: Jarque-Bera-Test basierend auf der Schiefe und Kurtosis der Residuen

D: Basierend auf einer Regression der quadrierten Residuen auf die quadrierten angepassten Werte

Anmerkung 3) P-Werte sind in [Klammern]

Tabelle 5: Ergebnisse des ARDL (1,1) Modells²⁰⁹

Die Diagnostiktests umfassen im Einzelnen den Lagrange-Multiplier-Test zur Überprüfung der seriellen Korrelation, den RESET von Ramsey zur Überprüfung der korrekten Funktionalform sowie den Jarque-Bera-Test zur Prüfung normalverteilter Residuen und darüber hinaus einen Heteroskedastizitätstest. Wie aus Tabelle 5 ersichtlich sind die p-Werte aller Diagnostiktests größer als 5 %. Deshalb lassen sich weder die Nullhypothese keiner seriellen Korrelation, die der normalverteilten Residuen, noch die der

²⁰⁹ Eigene Berechnung. Die vollständigen Ergebnisse aus Microfit sind dem Anhang zu entnehmen.

Homoskedastizität oder die der korrekten Funktionalform auf einem Signifikanzniveau von 5 % verwerfen. Die Ergebnisse bestätigen damit die Robustheit der geschätzten Regressionskoeffizienten und die Stabilität des ARDL Modells.

3.4.4 Ergebnisse des Bounds-Test-Kointegrationsverfahrens

Nach der Schätzung des ARDL Modells wurde im nächsten Schritt die langfristige Kointegration der Variablen PC_BIPC_U und PC_PAT_U mit dem „Bounds-Test“-Kointegrationsverfahren untersucht. Der Bounds-Test sogenannte „lower bounds“ (untere Grenzen) und „upper bounds“ (obere Grenzen) vor. Ist der errechnete Wert der F-Statistik größer als die obere Grenze, so lässt sich die langfristige Beziehung der Variablen bestätigen. Ist der Wert hingegen geringer, muss die Hypothese ($H_0: \varphi_1 = \varphi_2 = 0$) der Kointegration verworfen werden. Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse des „Bounds-Tests“. Da sich die ursprünglich errechneten Grenzwerte von Pesaran et al. auf Beobachtungsdaten beziehen, die größer als 500 sind, wird diese Arbeit die von Narayan kalkulierten Grenzwerte heranziehen. Narayan stellt kritische Werte für Beobachtungsdaten mit einer Größe von 30 bis 80 in Intervallen von jeweils fünf Beobachtungen zur Verfügung.²¹⁰

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	F-Statistik	95 % Grenze		Kointegration
			unten	oben	
PC_BIPC_U	PC_PAT_U	18.449	5.395	6.350	Ja

Tabelle 6: Ergebnis des Bounds-Test-Kointegrationsverfahrens²¹¹

Das Ergebnis des Bounds-Test-Kointegrationsverfahrens in Tabelle 6 zeigt, dass der errechnete F-Wert höher ist als die von Narayan angegebene Obergrenze. Somit lässt sich die Nullhypothese verwerfen, woraus geschlossen werden kann, dass die Wachstumsraten der Schlüsselpatente und des Wirtschaftswachstum kointegriert sind. Somit besteht zwischen den Variablen eine langfristige Beziehung. Im nächsten Schritt wird überprüft, ob dieser Zusammenhang statistisch signifikant ist und welche Stärke dieser aufweist.

²¹⁰ Vgl. Narayan, P. K. (2005), S. 1988.

²¹¹ Eigene Berechnung.

Variable	ARDL Modell (1,1)
$PC_PAT_U_{t-1}$	0,188* (0,087)

Anmerkung 1) * 10% Signifikanzniveau, ** 5% Signifikanzniveau, *** 1% Signifikanzniveau

Tabelle 7: Ergebnisse des langfristigen Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum in den USA²¹²

Wie die Ergebnisse zeigen, ist der Koeffizient von PC_PAT_U mit einem p-Wert von 0,051 auf einem Signifikanzniveau von 10 % signifikant. Es lässt sich hieraus ableiten, dass auf die lange Frist ein 1 %-iges Wachstum der Schlüsselpatente zu einer Erhöhung des Wachstums des Pro-Kopf-Einkommens um durchschnittlich 0,188 % Prozent führt. Folgendes Beispiel setzt dieses Ergebnis in eine gesamtwirtschaftlich greifbare Relation: Durchschnittlich hat die USA über den Beobachtungszeitraum 110.880 Schlüsselpatente besessen. Das Pro-Kopf-Einkommen betrug im selben Zeitraum durchschnittlich 49.399 US-Dollar.²¹³ Ein Anstieg der Schlüsselpatente um 1 % würde ihre Anzahl folglich um 1.108 Schlüsselpatente erhöhen, und das Pro-Kopf-Einkommen bei ermittelter Effektstärke um 93 US-Dollar. Dementsprechend erhöht jedes Schlüsselpatent das Pro-Kopf-Einkommen um 0,084 US-Dollar. Bei einer mittleren Bevölkerungszahl in den USA über den Beobachtungszeitraum von 306.986.353 Menschen²¹⁴ entspricht das einem durchschnittlichen Anstieg des Bruttoinlandsprodukts von 25.786.853 US-Dollar pro Schlüsselpatent.²¹⁵ Hochgerechnet auf das durchschnittliche Patentportfolio der USA von 110.880 Schlüsselpatenten ergibt das einen Beitrag zum BIP von 2,85 Billionen. Das entspricht, berechnet auf das durchschnittliche reale BIP der USA im Untersuchungszeitraum, einem prozentualen Anteil von 18,87 %.²¹⁶ Dieser Anteil ist vor dem Hintergrund, dass in Europa patentintensive Industrien zu 16,0 % zum BIP beitragen (Kapitel 2.2), durchaus als realistisch einzustufen. Zwar handelt es sich hier um den gesamten Industriebeitrag und nicht ausschließlich um den Beitrag von Schlüsselpatenten, dafür ist jedoch auch der Gesamtbeitrag der patentintensiven Industrien in den USA aufgrund der insgesamt deutlich höheren Patentaktivitäten höher einzuordnen als in Europa.

²¹² Eigene Berechnung.

²¹³ Eigene Berechnung.

²¹⁴ Eigene Berechnung.

Vgl. Weltbank (2021c), www.worldbank.org, (Stand: 10.05.2021).

²¹⁵ Eigene Berechnung.

²¹⁶ Eigene Berechnung. Berechnungsbasis: BIP zu konstanten Preisen mit Bezugsjahr 2010.

Ebenfalls interessant ist, dass der langfristige Effekt in den USA größer ausfällt, als er für den Durchschnitt der 36 Länder ermittelt wurde. Um eine direkte Vergleichbarkeit zu gewährleisten müssten zwar alle Länder ebenfalls mit Hilfe einer Zeitreihenanalyse untersucht werden, dennoch scheinen die USA im internationalen Vergleich überdurchschnittlich von einem Anstieg der Schlüsselpatente zu profitieren. Als Volkswirtschaft mit der weltweit drittbesten Innovationsperformance²¹⁷ erzielen die USA also einen erheblichen ökonomischen Mehrwert aus der Patentierung technologischer Erfindungen.

3.4.5 Ergebnisse des Fehlerkorrekturmodells

Nachdem neben der Kointegration der Variablen auch ein signifikanter Einfluss des Wachstums der Schlüsselpatente auf das Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens festgestellt wurde, ließ sich im nächsten Schritt das Fehlerkorrekturmodell schätzen. Mit Hilfe des Fehlerkorrekturmodells kann eine Aussage darüber getroffen werden, wie schnell die Variablen nach einem Schock zu ihrem ursprünglichen Gleichgewicht zurückkehren. Wie die Ergebnisse in Tabelle 8 zeigen ist der Fehlerkorrekturterm negativ mit einem geschätzten Koeffizienten von -1,046. Das bedeutet, dass die Variablen nach einem Schock durchschnittlich etwa eine Periode benötigen – also ein Jahr – um zu ihrem ursprünglichen Gleichgewicht zurückkehren.

Variable	ARDL Modell (1,1)
ECT_{t-1}	-1,046**** (0,165)

Anmerkung 1) * 10% Signifikanzniveau, ** 5% Signifikanzniveau, *** 1% Signifikanzniveau, **** 0,1% Signifikanzniveau

Tabelle 8: Ergebnisse des Fehlerkorrekturmodells²¹⁸

3.5 Kritische Würdigung der Ergebnisse

Ziel dieses Kapitels ist es, die wissenschaftlichen Ergebnisse in ihr komplexes Umfeld einzubetten. Hierzu sollen die gewählte Vorgehensweise und die gewonnenen Ergebnisse dieser Arbeit kritisch hinterfragt werden. Die Vorgehensweise wird dabei genauer auf die gewählten Definitionen, deren Operationalisierung und die Forschungsmethodik untersucht. Die Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse bezieht sich auf deren Signifikanz, Repräsentativität und Stabilität.

²¹⁷ Vgl. Dutta, S./ Lanvin, B./ Wunsch-Vincent, S. (2020), S. 17.

²¹⁸ Eigene Berechnung.

Reflexion der Vorgehensweise

Ein wesentlicher Begriff dieser Arbeit ist das Schlüsselpatent. Da dieser in der Wissenschaft bislang undefiniert blieb, wurde eine Definition von Breitinger et al. herangezogen, um den Begriff des Schlüsselpatents erstmals zu definieren. Eine Übernahme der Definition erfolgte mit der Begründung, dass sich die Weltklassepatente nach Breitinger et al. vor allem auf Schlüsseltechnologien beziehen. Hierfür wurden die nach Breitinger et al. verwendeten Technologiebereiche den definierten Schlüsseltechnologien der Europäischen Kommission gegenübergestellt. Da die Frage, welche Technologien grundsätzlich als Schlüsseltechnologien klassifiziert werden können und welche nicht, wissenschaftlich nicht eindeutig geklärt ist, spiegelt die Definition der Europäischen Kommission somit auch nur eine mögliche Klassifizierung wider. Trotz vereinzelter Unschärfen zeigte sich eine überwiegend hohe Deckungsgleichheit, weshalb sich die Übernahme der Definition für den Begriff des Schlüsselpatents für diese Arbeit gut eignete.

Die zwei elementaren Untersuchungsgegenstände, die in dieser Arbeit operationalisiert wurden, waren das Wirtschaftswachstum und das Schlüsselpatent. Sie wurden sowohl in ihren nominalen Werten als auch in ihren Wachstumsraten gemessen. Die Messung und Definition von Wirtschaftswachstum stellen sich in der Forschung grundsätzlich als vielfältig heraus. Diese Arbeit griff auf einen der bislang am weitläufigsten akzeptiertesten Indikatoren zurück, das Pro-Kopf-Einkommen. Es ist ein gängiger Indikator, um das Wirtschaftswachstum einer Volkswirtschaft zu messen und erwies sich vor dem Hintergrund der Wachstumstheorien und dem Untersuchungsinteresse dieser Arbeit als zielführend. Die Messung von Wirtschaftswachstum wird jedoch zunehmend kritisch hinterfragt und durch die Weiterentwicklung neuer Messmethoden weiter vorangetrieben. In Zukunft sind deshalb auch andere Indikatoren vorstellbar, die ökologische und soziale Entwicklungen besser berücksichtigen als das Bruttoinlandsprodukt, respektive das Pro-Kopf-Einkommen. Die Operationalisierung von Schlüsselpatenten erfolgte in Kapitel 2.1.2. Hier sind zwei kritische Punkte hervorzuheben: Zum einen werden Schlüsselpatente nach 58 Schlüsseltechnologien klassifiziert. Diese decken sehr umfassend die relevanten technologischen Wirtschaftsbereiche ab, dennoch lässt sich nicht vollständig ausschließen, dass alle relevanten Technologiebereiche berücksichtigt werden. Zum anderen, und dieser Aspekt ist als bedeutender einzustufen, beziehen sich Schlüsselpatente auf 58 Schlüsseltechnologien, die vor allem mit Blick in die Zukunft eine hohe wirtschaftliche Relevanz aufweisen. Das bedeutet, dass der Datensatz mitunter Technologiebereiche umfasst, die im Jahr 2018 noch nicht ihren vollumfänglichen ökonomischen Wert entfaltet haben und somit geringfügiger zum Wirtschaftswachstum beitragen können. Dieser Effekt

ist vor allem für die Zeitreihenanalyse der USA von Bedeutung, da hier der Analysezeitraum bis auf das Jahr 2001 zurückgeht. Zugleich ist dieser Effekt für die USA aber in Teilen zu relativieren, da das Land in vielen Bereichen durch innovatives Verhalten und Wirtschaften als weltweiter Technologievorreiter gilt und bereits im Jahr 2001 eine erhebliche Zahl an Schlüsselpatenten auf die 58 Technologien aufweist. Dieser Aspekt ist vor allem dann zu berücksichtigen, sollte auf Basis des Datensatzes eine Analyse für Länder durchgeführt werden, die in früheren Jahren weniger Patente in den Schlüsseltechnologien besaßen. Andernfalls könnten hieraus falsche Schlüsse über die Wirkungsweise von Schlüsselpatenten abgeleitet werden, die lediglich einer ungenügenden Klassifizierung entspringen.

Die Forschungsmethodik dieser Arbeit stützt sich auf zwei Regressionsmodelle. Zum einen das bivariate Regressionsmodell und zum anderen das Auto Regressive Distributed Lag Modell, in Verbindung mit dem „Bounds-Test“-Kointegrationsverfahren. Für das bivariate Regressionsmodell wurden die Werte logarithmiert. Diese Datentransformation wurde durchgeführt, um einerseits die Voraussetzung normalverteilter Daten zu erfüllen und andererseits zugleich eine Interpretation der Effekte in Prozentwerten vornehmen zu können. Mit insgesamt 36 Beobachtungsdaten erwies sich die Datengrundlage für das bivariate Regressionsmodell als sehr gut. Die Datengrundlage für das ARDL Modell ist wesentlich kritischer zu betrachten. Zwar eignet sich das ARDL Modell gut für Datensätze mit wenigen Beobachtungsdaten, dennoch sind 17 Beobachtungen für ein ARDL Modell als gering zu bewerten. Es ließen sich jedoch auf Basis des Schlüsselpatentdatensatzes keine weiteren Beobachtungsdaten für die zeitreihenökonometrische Analyse berechnen. Um dieser Einschränkung dennoch bestmöglich gerecht zu werden, griff diese Arbeit auf die kritischen „Bounds-testing“ Werte von Narayan zurück, die für kleine Datensätze besser geeignet sind, als die von Pesaran et al. Eine weitere Einschränkung ist die Tatsache, dass es sich bei dem ARDL Modell um ein Eingleichungsmodell handelt. Dementsprechend konnten keine potentiellen Wechselwirkungen zwischen Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum untersucht werden, sondern lediglich ein einseitig gerichteter Effekt. Komplexere Modelle können diese Wechselwirkung zwar abbilden, sie erfordern zugleich aber auch eine größere Anzahl an Beobachtungsdaten, weshalb diese für die Arbeit nicht in Betracht gezogen wurden. Zur Verwendung des Augmented-Dickey-Fuller Test ist zu erwähnen, dass dieser nur einer von mehreren in der Forschung angewandten Einheitswurzeltests darstellt. Grundsätzlich wird die Aussagekraft von Einheitswurzeltests

in der Wissenschaft kritisch hinterfragt.²¹⁹ Um die Ergebnisse des ADF deshalb darüber hinaus zu bestätigen, müssten weitere Stationaritätstests durchgeführt werden. Dies ist vor allem im Hinblick auf die kurzen Zeitreihen sinnvoll. Die Herleitung der Forschungshypothesen erfolgte auf Basis der theoretischen Grundlagen. Wie sich hier zeigte, ist das wissenschaftliche Bild über die Wirkungsweise des Patentschutzes jedoch durchaus umstritten. Die Arbeit hat versucht die relevanten Perspektiven umfangreich zu integrieren. Schlussendlich erfolgte die Herleitung der Forschungshypothesen auf den wissenschaftlichen Ergebnissen, die von einem positiven Zusammenhang von Patentschutz und Wirtschaftswachstum ausgehen. Hier sind durchaus aber auch andere, aus der Theorie und der Empirie abgeleitete Forschungshypothesen, vorstellbar.

Reflexion der gewonnenen Ergebnisse

Die erste Forschungshypothese ließ sich auf einem Signifikanzniveau von 5 % bestätigen, mit einem p-Wert des Regressionskoeffizienten der Variablen PC_PAT von 0,020. Die zweite Forschungshypothese wurde auf einem Signifikanzniveau von 10 % bestätigt. Hier betrug der entsprechende p-Wert des Regressionskoeffizienten PC_PAT_U der langfristigen Beziehung 0,051. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind somit insgesamt als signifikant einzustufen. Wie bereits bei der Evaluierung der Methodik angemerkt, besaß das ARDL Modell mit einer Stichprobengröße von 17 Beobachtungsdaten jedoch nur einen sehr kurzen Stützzeitraum. Um die Signifikanz der Ergebnisse für die USA entsprechend darüber hinaus zu bestätigen, wäre eine weitere Untersuchung über einen längeren Zeitraum wertvoll.

Die Ergebnisse sind mit Blick auf die Zielsetzung insoweit repräsentativ, als dass die in der Analyse berücksichtigten Länder, mit Ausnahme von China, Bulgarien und Rumänien²²⁰, nach dem *Atlas Standard* der Weltbank, zu den „High-income“ Ökonomien gehören. Wie in Kapitel 2.4.3 dargelegt, wird in der Wissenschaft für einkommensreichen Volkswirtschaften von der größten Wirkung des Patentschutzes auf das Wirtschaftswachstum ausgegangen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass der *Atlas Standard* eine Kategorisierung der Volkswirtschaften nach dem Bruttonationaleinkommen pro Kopf vornimmt. Das

²¹⁹ Vgl. Ghulam, G./ Khan, S. A./ Rehman, A. U. (2018), S. 3.

²²⁰ Wie in Kapitel 1.2 beschrieben gehören China, Bulgarien und Rumänien nach der *Atlas-Methode* der Weltbank definitorisch zu den „Upper-middle-income“ Ökonomien, wurden aber für diese Arbeit aufgrund ihres vergleichsweise hohen Bruttonationaleinkommens pro Kopf innerhalb dieser Klassifizierung ebenfalls zu den vermögenden Ländern hinzugezählt.

Untersuchungsinteresse der Arbeit bezog sich jedoch auf das PKE, also das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf. Diese Ungenauigkeit ist im Rahmen dieser Arbeit zu vernachlässigen, da sich das Bruttonationaleinkommen und das Bruttoinlandsprodukt als Berechnungsbasis für die analysierten Volkswirtschaften überwiegend im geringen einstelligen Prozentbereich voneinander unterscheiden und somit die Klassifizierung nach der *Atlas Methode* für diese Arbeit herangezogen werden konnte.²²¹ Insgesamt umfassen die High-income Ökonomien 83 Länder²²², von denen bei Hinzunahme der Länder China, Bulgarien und Rumänien in Summe 36 in einem breiten Querschnitt analysiert wurden. Das entspricht etwa 43 % der Grundgesamtheit. Darüber hinaus ist bei der Beurteilung der Repräsentativität jedoch zu berücksichtigen, dass es sich bei den Ergebnissen der globalen Analyse lediglich um einen Durchschnitt über alle 36 Länder handelt. Wie bereits die länderspezifische Zeitreihenanalyse der USA zeigt, kann der Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum auf Länderebene aber sehr individuell sein. So ist der ermittelte Wirkungszusammenhang in den USA deutlich stärker als der durchschnittliche Zusammenhang für die globale Analyse. Um eindeutige Aussagen für einzelne Länder treffen zu können, müssen diese deshalb ebenfalls einer differenzierten Detailbetrachtung unterzogen werden. Zudem lassen sich aufgrund des Fokus auf ausschließlich einkommensreiche Volkswirtschaften keine Aussagen für Ökonomien treffen, die verglichen mit den „High income“ Ökonomien, ein geringeres Pro-Kopf-Einkommen besitzen.

Abschließend soll der Frage nachgegangen werden, inwiefern die identifizierten Wirkungszusammenhänge auch in Zukunft noch gelten können. Mit Blick auf das Kapitel 2.2 und die Entwicklungen aus Abbildung 8 hat sich bereits gezeigt, dass das geistige Eigentum und damit insbesondere auch Schlüsselpatente in den vergangenen Jahren zunehmend an Relevanz gewonnen haben. Bislang zeichnet sich kein Abbruch dieser Entwicklung ab. Es ist deshalb davon auszugehen, dass diese Zusammenhänge auch in Zukunft stabil sein werden. Denkbar ist sogar eine Verstärkung der errechneten Effekte, sollte sich die weltweite Nutzungsdynamik von Patenten weiter fortsetzen. Dennoch lässt sich die mit der Zukunft verbundene Unsicherheit nicht vollständig ausschließen.

²²¹ Vgl. Petersen, T. (2019), www.wirtschaftsdienst.eu (Stand: 19.04.2021).

²²² Vgl. Weltbank (2021a), www.worldbank.org (Stand: 19.04.2021).

4 Schlussbetrachtung und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es zu analysieren, ob es einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Wirtschaftswachstum in einkommensstarken Volkswirtschaften gibt. Neben der theoretischen Forschung hat diese Arbeit hierfür sowohl 36 einkommensstarke Länder für das Jahr 2018 analysiert als auch eine Zeitreihenanalyse über den Zeitraum der Jahre von 2001-2018 für die USA durchgeführt.

Wie die theoretischen Ergebnisse dieser Arbeit zeigten, hat sich der Schwerpunkt moderner Wirtschaftstätigkeit in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend auf die Wertschöpfung immaterieller Vermögenswerte verlagert. Sie haben sich insbesondere für hochentwickelte und einkommensstarke Ökonomien zu einem wesentlichen Garanten für Wachstum und Fortschritt etabliert. Diese Entwicklung hat vor allem den Stellenwert geistigen Eigentums und damit auch den von Patenten erheblich vorangetrieben. Auf internationaler Ebene lässt sich in den vergangenen Jahren zugleich beobachten, dass insbesondere hochentwickelte und einkommensstarke Volkswirtschaften ihren Patentschutz weiter ausbauen. Eine wesentliche Intention dahinter ist es, Wirtschaftsakteuren entsprechende Innovationsanreize zu setzen, um langfristig das Wirtschaftswachstum der eigenen Volkswirtschaft zu stimulieren. Vor dem Hintergrund der bisher erzielten empirischen Forschungsergebnisse wurde jedoch deutlich, dass der Patentschutz und seine Auswirkungen in der Wissenschaft bisweilen sehr kontrovers diskutiert werden. Es stellte sich heraus, dass monokausale Zusammenhänge häufig zu kurz greifen und allgemeingültige Aussagen über die Zusammenhänge von Patentschutz, Innovation und Wachstum oftmals nicht möglich sind. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die bisherige Patentforschung oftmals auf Datensätze stützt, die Patente bzw. Patentanmeldungen lediglich zählen und ihre individuelle Qualität damit zumeist nicht berücksichtigen. Hierdurch kommt es jedoch zu erheblichen Verzerrungen in den wissenschaftlichen Ergebnissen.

Diese Arbeit griff deshalb erstmals auf einen neu entwickelten Datensatz zurück, der die Schwächen der bisherigen Patentforschung umfangreich berücksichtigt. Er wurde von der EconSight GmbH für die 2020 erschienene Studie „Weltklassepatente in Zukunftstechnologien. Die Innovationskraft Ostasiens, Nordamerikas und Europas“²²³ der Bertelsmann Stiftung mit Hilfe einer Massendatenanalyse entwickelt. Kernelement des Datensatzes sind Weltklassepatente, die nach ausführlicher Begründung in dieser Arbeit

²²³ Vgl. Breiting, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 66.

als Schlüsselpatente bezeichnet wurden. Schlüsselpatente kennzeichnen Patente, welche sich auf 58 gesellschaftlich und ökonomisch besonders relevante Technologiebereiche beziehen und gemessen an der Qualität des Patents, zu den besten 10 % einer Schlüsseltechnologie gehören. Mit diesem Datensatz ließ sich eine neue Perspektive auf den Zusammenhang von Patenten und Wirtschaftswachstum eröffnen.

Wie die Ergebnisse des empirischen Forschungsteil zeigen, bestätigen sich die Hypothesen eines positiven Zusammenhangs zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Wirtschaftswachstum einkommensreicher Volkswirtschaften. Die bivariate Regressionsanalyse der 36 Volkswirtschaften ergab, dass ein einprozentiges Wachstum der Schlüsselpatente das Pro-Kopf-Einkommen durchschnittlich um 0,108 % erhöht. Dieser Effekt ist signifikant. Ebenfalls zeigte sich mit Hilfe der Zeitreihenanalyse für die USA, dass das Wachstum der Schlüsselpatente langfristig auch das Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens positiv stimuliert. Dieser ebenfalls signifikante Effekt fällt stärker aus, als er in der globalen Analyse identifiziert wurde. So führt in den USA ein einprozentiges Wachstum der Schlüsselpatente langfristig zu einer Steigerung des Wachstums des Pro-Kopf-Einkommens um 0,188 %.

Letztlich drängt sich bei der wirtschaftspolitischen Einordnung der Ergebnisse dieser Arbeit die Frage auf, ob politische Entscheidungsträger zukünftig den Ausbau des Patentschutzes auf Grundlage positiver Zusammenhänge von Patenten und Wirtschaftswachstum weiter vorantreiben sollten. Dabei stehen sie künftig auch der Frage gegenüber, wie mit den bislang heterogenen Ausgestaltungen des Patentwesens und seinen heterogenen Wirkungsweisen, durch mannigfaltige Technologielandschaften und unterschiedliche Entwicklungsdynamiken, umzugehen ist. Diese Arbeit identifizierte, entgegen der wissenschaftlich sehr kontrovers geführten Diskussion über die Auswirkungen des Patentschutzes, einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schlüsselpatente und dem Pro-Kopf-Einkommen in einkommensreichen Volkswirtschaften. Sie positioniert sich damit als Befürworter eines staatlichen Patentschutzes in einkommensreichen Volkswirtschaften, der Innovatoren die Möglichkeit eröffnet, technische Erfindungen temporär mit einem Patent zu schützen. Dennoch lassen sich auf Basis dieser Ergebnisse, mit Ausnahme der USA, lediglich Aussagen über den durchschnittlichen Zusammenhang von Schlüsselpatenten und Wirtschaftswachstum einkommensreicher Volkswirtschaften ableiten. Dass die länderspezifischen Unterschiede bereits innerhalb der einkommensreichen Volkswirtschaften sehr groß sein können, zeigt die Zeitreihenanalyse der USA. Es bedarf deshalb noch mehr Forschung, um diese Frage abschließend zu beantworten. So ist mit Blick in die Zukunft bislang ungeklärt, ob es

innerhalb der einkommensreichen Länder weitere signifikante Unterschiede gibt. Zudem ist ungewiss, inwieweit die ermittelten Zusammenhänge auch auf einkommensärmere Länder übertragbar sind. Hier spielt ebenfalls die Frage eine Rolle, ob ein Ausbau des Patentschutzes einkommensreicher Länder die Innovationsaktivitäten einkommensärmerer Länder beeinflussen kann. Bisherige Ergebnisse deuten darauf hin, dass die weltweit länderspezifischen Unterschiede einen tendenziell differenzierten Patentschutz erfordern, der die jeweils vorliegenden nationalen und branchenspezifischen Umstände berücksichtigt. Neben einer solchen makroökonomischen Analyse ließe sich der Ansatz der Schlüsselpatente ebenfalls auch auf einzelne Wirtschaftsbereiche übertragen, um branchenspezifische Wirkungszusammenhänge und Unterschiede im Patentieverhalten zu untersuchen.

Die Zukunft wird zeigen, inwieweit sich in der Wissenschaft differenzierte Ansätze, beispielsweise unter einer Terminologie der Weltklasse- oder Schlüsselpatente, zur Analyse von Patentstatistiken durchsetzen werden. Die Empirie gibt Anlass dazu und mittels moderner Technologie, wie z.B. der Künstlichen Intelligenz, ist es zunehmend einfacher solche Forschungsansätze umzusetzen. Diese Arbeit hat versucht, mit Hilfe eines differenzierten Ansatzes das bisherige Verständnis von Patenten und Wirtschaftswachstum in einkommensstarken Volkswirtschaften zu erweitern. So konnte ein möglicher Beitrag dazu geleistet werden, die Auswirkungen der Patentierung von Schlüsseltechnologien wie CRISPR-Cas9 künftig noch besser zu verstehen.

5 Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

- Aichberger, T. et al. (2019):** Patent. In: Weber, K. (Hrsg.): Creifelds Rechtswörterbuch. München, S.1077-1078.
- Aghion, P./ Akcigit, U./ Howitt, P. (2014):** What Do We Learn From Schumpeterian Growth Theory. In: Aghion, P./ Durlauf, S. N. (Hrsg.): Handbook of Economic Growth. o.O, Vol. 2B, S. 515-564.
- Aghion, P./ Howitt, P. (2015):** Wachstumsökonomie. Berlin.
- Alpmann, J. A. et al. (2010):** Patent. In: Alpmann, J. A. et al. (Hrsg.): Brockhaus Studienlexikon. 3. Aufl., München, S.885.
- Ansgar, B. (2010):** Die Auswirkungen der Geldmenge und des Kreditvolumens auf die Immobilienpreise: Ein ARDL-Ansatz für Deutschland. In: IBES Diskussionsbeitrag, Nr. 183/2010, S. 1-43.
- Arora, A./Ceccagnoli, M. (2006):** Patent Protection, Complementary Assets, and Firms' Incentives for Technology Licensing. In: Management Science, Vol. 52, No. 2/2006, S. 293-308.
- Atun, R./ Harvey, I./ Wild, J. (2006):** Innovation, Patents and Economic Growth. In: International Journal of Innovation Management, Vol. 11, No. 2/2006, S. 279-297.
- Barro, R. J./ Sala-i-Martin, X. (1998):** Wirtschaftswachstum. München.
- Backhaus, K. (2016):** Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin u.a.
- Belitz, H. et al. (2015):** Wirkung von Forschung und Entwicklung auf das Wirtschaftswachstum. In: DIW Berlin (Hrsg.): Politikberatung kompakt. o.O, Nr. 102/2015.
- Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020):** Weltklassepatente in Zukunftstechnologien: Die Innovationskraft Ostasiens, Nordamerikas und Europas. 1.Aufl., Gütersloh.
- Burk, D. L./ Lemley, M. A. (2009):** The Patent Crisis and How the Courts Can Solve It. Chicago.
- Burr, W./ Stephan, M. (2019):** Dienstleistungsmanagement: Innovative Wertschöpfungskonzepte im Dienstleistungssektor. 2. Aufl., Stuttgart.

- Burr, W. et al. (2007):** Patentmanagement. Strategischer Einsatz und ökonomische Bewertung von technologischen Schutzrechten. Stuttgart.
- Cohendet, P. / Pénin, J. (2011):** Patents to Exclude vs. Enclude. Rethinking the Management of Intellectual Property Rights in a Knowledge-Based Economy. In: Technology Innovation Management Review, Vol. 1, No. 3/2011, S. 12-17.
- Daum, J. H. (2002):** Intangible Assets – oder die Kunst, Mehrwert zu schaffen. Bonn.
- Dereli, D.D. (2019):** The relationship between high-technology exports, patent and economic growth in Turkey (1990-2015). In: Journal of Business, Economics and Finance, Vol. 8, No. 3/2019, S. 173-180.
- Diebolt, C./ Hippe, R./ Jaoul-Grammare, M. (2017):** Bildungsökonomie. Eine Einführung aus historischer Perspektive. Wiesbaden.
- Dutta, S./ Lanvin, B./ Wunsch-Vincent, S. (2020):** Global Innovation Index 2020. Who will finance innovation? 13. Aufl., Ithaca u.a.
- Einsele, R.W. (2016):** Lehre zum technischen Handeln. In: Fitzner, U./ Lutz, R./ Bodewig, T. (Hrsg.): Patentrechtskommentar. 4. Aufl., München, S. 27-45.
- Engle, R. F./ Granger, C. W. J. (1987):** Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. In: Econometrica, Vol. 55, No. 2/1987, S. 251–276.
- Ernst, H./ Omland, N. (2011):** The Patent Asset Index – A New Approach to Benchmark Patent Portfolio. In: World Patent Information, Vol. 33, No. 1/2011, 34-41.
- Europäische Kommission (2009):** Das BIP und mehr. Die Messung des Fortschritts in einer Welt im Wandel. Mitteilung der Kommission an den Rat und das europäische Parlament. Brüssel.
- Europäische Kommission (2018):** Re-Finding Industry – Defining Innovation. Brüssel.
- Europäisches Patentamt/ Amt der europäischen Union für geistiges Eigentum 2019):** IPR-intensive industries and economic performance in the European Union. Key findings. München.
- Frenkel, M./ Hemmer, H.-R. (1999):** Grundlagen der Wachstumstheorie. München.
- Frietsch, R./ Köhler, F./ Blind, K. (2008):** Weltmarktpatente: Strukturen und deren Veränderungen. In: Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 7/2008, Berlin.
- Gault, F. (2007):** Science, Technology and Innovation Indicators: The context of change. In: OECD (Hrsg.): Science Technology and Innovation Indicators in a changing World. Paris, S. 9-24.

- Ghulam, G./ Khan, S. A./ Rehman, A. U. (2018):** ARDL model as a remedy for spurious regression: problems, performance and prospectus. In: MPRA, No. 83973. München.
- Ginarte, J.C. /Park, W.G. (1997):** Determinants of patent rights: a cross-national study. In: Research Policy, Vol. 26, No. 3/1997, S. 283-301.
- Gräbinger-Seißinger et al. (2005):** Patent. In: F.A. Brockhaus (Hrsg.): Der Brockhaus. Recht. München, S. 517-519.
- Green, J.R./ Scotchmer, S. (1995):** On the division of profit in sequential innovation. In: RAND Journal of Economics, Vol. 26, No.1, S. 20-33.
- Grichiles, Z. (1990):** Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. In: Journal of Economic Literature. Vol. 28, No. 4/1990, S. 1661-1707.
- Gundlach, E. (2002):** Robert M. Solow (*1924): Wachstumstheorie und Entwicklung. In: Entwicklung und Zusammenarbeit, Vol. 43, Nr. 5/2002, S. 152–155.
- Hall, B. H. (2007):** Patents and Patent Policy. In: Oxford Review of Economic Policy, Vol. 23, No. 4/2007, S. 568-587.
- Hassemer, M. (2016):** Patentrecht: mit Arbeitnehmererfindungsrecht, Gebrauchsmusterrecht, Sortenschutzrecht und Patentmanagement, 2. Aufl., Stuttgart.
- Haskel, J./ Westlake, S. (2018):** Capitalism without Capital: The Rise of the Intangible Economy. Princeton u.a.
- Heller, M. (2013):** The Tragedy of Anticommons: A Concise Introduction and Lexicon. In: The Modern Law Review, Vol. 76, No. 6/2013, S. 6-25.
- Hoque, M. M./ Yusop, Z. (2010):** Impacts of trade liberalization on aggregate import in Bangladesh: An ARDL Bounds test approach. In: Journal of Asian Economics, Vol. 21, No. 1/2010, S. 37-52.
- Hu, A.G.Z./ Png, I.P.L. (2013):** Patent rights and economic growth: evidence from cross-country panels of manufacturing industries. In: Oxford Economic Papers, Vol. 65, No. 3/2013, S. 675-698.
- Jackson, T. (2017):** Wohlstand ohne Wachstum. Grundlagen für eine zukunftsfähige Wirtschaft. München.
- Jennewein, K. (2005):** Intellectual Property Management. The Role of Technology-Brands in the Appropriation of Technological Innovation. Heidelberg.
- Johansen, S. (1988):** Statistical analysis of cointegration vectors. In: Journal of Economic Dynamics and Control, Vol. 12, No. 2-3/1988, S. 231-254.

- Josheski, D./ Koteski, C. (2011):** The causal relationship between patent growth and growth of GDP with quarterly data in the G7 countries: cointegration, ARDL and error correction models. In: MPRA, No. 33153. München.
- Jungmittag, A (2006):** Internationale Innovationsdynamik, Spezialisierung und Wirtschaftswachstum in der EU. Heidelberg.
- Kahnemann, D./ Tversky, A. (1979):** Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. In: *Econometrica*, Vol. 47, No. 2/1979, S. 263-291.
- Kilchenmann, C. (2005):** Die Wirkung des Patenschutzes auf Innovation und Wachstum. In: *Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum (WWZ) der Universität Basel (Hrsg.): WWZ-Forschungsberichte*. Basel, S. 1-39.
- Koch, S. (2014):** Recht. In: Vögele, A. (Hrsg.): *Geistiges Eigentum – Intellectual Property*. Recht. Bilanzierung. Steuerrecht. Bewertung. München, S. 2-66.
- Köbler, G. (2018):** *Juristisches Wörterbuch*. Für Studium und Ausbildung. 17. Aufl., München.
- Krisskumar, K./ Naseem, N. A. M. (2019):** Analysis of Oil Price Effect on Economic Growth of ASEAN Net Oil Exporters. In: *Energies – MDPI*, Vol. 12, No. 17/2019, S. 1-19.
- Lange, S. (2018):** *Macroeconomics without Growth: Sustainable Economies in Neoclassical, Keynesian and Marxian Theories*. Marburg.
- Lev, B. (2001):** *Intangibles: Management, Measurement, and Reporting*. Washington, D.C.
- Liew, W. K-S. (2004):** Which Lag Length Selection Criteria Should We Employ? In: *Economics Bulletin*, Vol. 3, No. 33, S. 1-9.
- Mankiw N. G. (2017):** *Makroökonomik*. 7. Aufl., Stuttgart.
- Maradana, P. R. et al. (2019):** Innovation and Economic Growth in European Economic Area Countries: The Granger Causality Approach. In: *IIMB Management Review*, Vol. 31, No. 3, S. 268-282.
- Maskus, K. (2000):** *Intellectual Property Rights in the Global Economy*. Washington, D.C.
- Miegel, M. (2012):** Welches Wachstum und welchen Wohlstand wollen wir? In: *Aus Politik und Zeitgeschichte*, Nr. 27-28/2012, S. 3-7.
- Mittelstädt, A. (2016):** *Intellectual Property Management. Geistiges Eigentum als Führungsinstrument und Erfolgsfaktor in der Wissensökonomie*. Wiesbaden.
- Moore, L. (2012):** The law and the ultimate intellectual asset. In: *Intellectual Asset Management*, Nr. 11-12/2012, S. 76-84.

- Myszczyzyn, J. (2020):** The Long-run Relationships between Number of Patents and Economic Growth. In: European Research Studies Journal, Vol. 23, No. 3, S. 548-563.
- Narayan, P. K. (2005):** The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. In: Applied Economics, Vol. 37, No 17, S. 1979-1990.
- Neicu, D./ Pénin, J. (2018):** Patents and Open Innovation: Bad Fences Do Not Make Good Neighbors. In: Journal of Innovation Economics & Management, Vol. 25, No. 1/2018, S. 57-85.
- Nguyen, C. P./ Schinckus, C./ Su, T. D. (2020):** The drivers of economic complexity: International evidence from financial development and patents. In: International Economics, Vol. 164, No. C/2020, S. 140-150.
- Nkoro, E./ Uko, A. K. (2016):** Autoregressive Distributed Lag (ARDL) cointegration technique: application and interpretation. In: Journal of Statistical and Econometric Methods, Vol. 5, No. 4/2016, S. 63-91.
- OECD (2013):** Die OECD in Zahlen und Fakten 2013. Wirtschaft, Umwelt, Gesellschaft. Paris.
- OECD (2019):** Perspectives on Global Development 2019. Rethinking Development Strategies. Paris.
- Overdiek, M./ Rausch, T./ Gramke, K. (2020):** Weltklassepatente – das „Gold“ der Wissensökonomie? In: Wirtschaftsdienst, Nr. 9/2020, S. 718-723.
- Paul, D. A. (2020):** Lexikon. Gewerblicher Rechtsschutz. 1. Aufl., Köln.
- Perez, C. (1985):** Microelectronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing Countries. In: World Development, Vol. 13, No. 3/1995, S. 441-463.
- Perez, C. (2009):** The Double Bubble at the Turn of the Century: Technological Roots and Structural Implications. In: Cambridge Journal of Economics, Vol. 33, No. 4/2009, S. 779-805.
- Perez, C. (2010):** Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms. In: Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, No. 1/2010, S. 185-202. Cambridge.
- Pesaran, M. H./ Shin, Y./ Smith, R. J. (2001):** Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. In: Journal of Applied Econometrics, Vol. 16, No. 3, S. 289–326.
- Pierson, M./ Ahrens, T./ Fischer, K.R. (2018):** Recht des geistigen Eigentums. 4. Aufl., Tübingen.

- Pirgmaier, E./ Stocker, A./ Hinterberger, F. (2010):** Implications of a persistent low growth path. A scenario analysis. Wien.
- Porter, M./ Ketels, C. (2003):** UK Competitiveness. Moving to the next stage. In: DTI Economics Paper, Nr. 3/2003, S. 1-55.
- Poyntner, P. (2016):** Beschäftigungseffekte von Arbeitszeitverkürzung. Eine makroökonomische Perspektive. In: Wirtschaft und Gesellschaft, Vol. 42, No. 4/2016, S. 665-684.
- Romer, P. M. (1990):** Endogenous Technological Change. In: Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5/1990, S. 71-102.
- Teece, D. J. (2000):** Strategies for Managing Knowledge Assets: The Role of Firm Structure and Industrial Context. In: Long Range Planning, Vol. 33, No. 1/2000, S. 35-54.
- Tunali, Ç. B. (2016):** Do Scientific Products Contribute to the Level of Output? Empirical Evidence from the European Union Countries. In: Advances in Management & Applied Economics, Vol. 6, No. 3, S. 59-83.
- Saini, A. K./ Jain, S. (2011):** The impact of patent application filed on sustainable development of selected asian countries. In: International Journal of Information Technology (BJIT), Vol. 3, No. 2, S. 358-364.
- Sala-i-Martin, X. (2006):** The World Distribution of Income: Falling Poverty and... Convergence, Period. In: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 121, No. 2/2006, S. 351-397.
- Seebold, E. (2011):** Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache. 25. Aufl., Berlin.
- Sharaf, M. F. (2014):** The Remittances-Output Nexus: Empirical Evidence from Egypt. In: Economics Research International, Vol. 15, No. 1, S. 1-8.
- Shreshta, M. B./ Bhata, G. R. (2018):** Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis. In: The Journal of Finance and Data Science, Vol. 4, Nr. 2/2018), S. 1-19.
- Sinha, D. (2008):** Patents, Innovations and Economic Growth in Japan and South Korea: Evidence from individual country and panel data. In: Applied Econometrics and International Development, Vol. 8, No. 1, 1-23.
- Solow, R. M. (1956):** A Contribution to the Theory of Economic Growth. In: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1/1956, S. 65–94.
- Stauf, C. (2016):** Ganzheitliches Intellectual Property Management im Unternehmen. Wiesbaden.

- Stötzer, M. W. (2020):** Regressionsanalyse in der empirischen Wirtschafts- und Sozialforschung. Band 2. Komplexe Verfahren. Berlin u.a.
- Tian, Y./ Chen, W./ Zhu, S. (2016):** Does financial macroenvironment impact on carbon intensity: evidence from ARDL-ECM model in China. In: Natural Hazards, Vol. 88, No. 2/2016, S. 759-777.
- Trajtenberg, M. (1990):** A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations. In: The RAND Journal of Economics, Vol. 21, No. 1/1990, S. 172-187.
- Verspagen, B. (1992):** Endogenous Innovation in Neo-Classical Growth Models: A survey. In: Journal of Macroeconomics, Vol. 14, No. 4/1992, S. 631-662.
- Walter, L./ Schnittker, F.C. (2016):** Patentmanagement: Recherche, Analyse, Strategie. Oldenbourg.
- WIPO (2015):** World Intellectual Property Report. Breakthrough Innovation and Economic Growth. Schweiz.
- WIPO (2020):** World Intellectual Property Indicators 2020. Schweiz.
- Youssef, S. (2019):** Der Wirtschaftsstandort Iran zwischen Förderung und Sanktion: Eine ARDL-modellbasierte Analyse ausländischer Investitionen. In: Westfälische Wilhelms-Universität Münster (Hrsg.): Arbeitspapiere des Instituts für Genossenschaftswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Münster, Nr. 186.

Internetquellen

- Akcigit, U./ Kerr, W. R./ Nicholas, T. (2013):** The Mechanics of Endogenous Innovation and Growth: Evidence from Historical U.S. Patents, <https://siepr.stanford.edu/system/files/kerr.pdf> (Stand: 15.04.2021).
- Europäisches Patentamt (Hrsg.)(2021):** Patent families, https://www.epo.org/searching-for-patents/helpful-resources/first-time-here/patent-families_de.html (Stand: 12.04.2021).
- Fischer, L. (2020):** Zwischen Patentstreit und Gentech-Debatte, <https://www.spektrum.de/news/zwischen-patentstreit-und-gentech-debatte/1780080> (Stand: 06.04.2021).
- Giles, D. (2013):** ARDL Models - Part 1, <https://davegiles.blogspot.com/2013/03/ardl-models-part-i.html> (Stand: 04.04.2021).
- Meyer-Dulheuer MD Legal Patentanwälte PartG mbB (2018):** Mildere Sanktionen für Apple im Streit gegen VirnetX, <https://legal-patent.com/patentrecht/mildere-sanktionen-fuer-apple-im-streit-gegen-virnetx/> (Stand: 24.03.2021).
- Larthz, S. (2020):** Weltweit wird um die Verwertungsrechte von Crispr/Cas9 gestritten, <https://www.nzz.ch/wissenschaft/chemienobelpreis-2020-weltweit-wird-um-die-patente-ueber-genscheren-gestritten-ld.1580499> (Stand: 27.03.2021).
- Ocean Tomo Intellectual Capital Equity (Hrsg.)(2020):** Intangible Asset Market Value Study, <https://www.oceantomo.com/intangible-asset-market-value-study/> (Stand: 09.03.2021).
- Petersen, T. (2019):** Wohlfahrtsmessung: Inlandsprodukt versus Nationaleinkommen, <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2019/heft/10/beitrag/wohlfahrtsmessung-inlandsprodukt-versus-nationaleinkommen.html> (Stand: 19.04.2021).
- Ponemon Institute (Hrsg.)(2019):** 2019 Intangible Assets Financial Statement Impact Comparison Report. Global Edition, <https://www.aon.com/getmedia/60fbb49a-c7a5-4027-ba98-0553b29dc89f/Ponemon-Report-V24.aspx> (Stand: 09.03.2021).
- Quercis Pharma AG (Hrsg.)(2021):** Quercis Pharma lizenziert Schlüsselpatente für Thromboembolie-Plattform in den Indikationen Krebs und COVID-19, <https://www.prnewswire.com/news-releases/quercis-pharma-lizenziert-schlusselpatente-fur-thromboembolie-plattform-in-den-indikationen-krebs-und-covid-19-862351558.html> (Stand: 24.03.2021).
- Weltbank (Hrsg.)(2021a):** World Bank Country and Lending Groups, <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups> (Stand: 19.04.2021).

Weltbank (Hrsg.)(2021b): GDP per capita (current US\$),
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD> (Stand: 17.02.2021).

Weltbank (Hrsg.)(2021c): Population – United States,
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=US>
(Stand: 10.05.2021).

6 Anhang

Anhang 1: Auflistung und Zuordnung aller Technologiefelder nach Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020) in Gegenüberstellung zu den von der Europäischen Kommission (2018) definierten Schlüsseltechnologien.

Breitinger, C. J./ Dierks, B./ Rausch, T. (2020), S. 69. Europäischen Kommission (2018), S. 22.

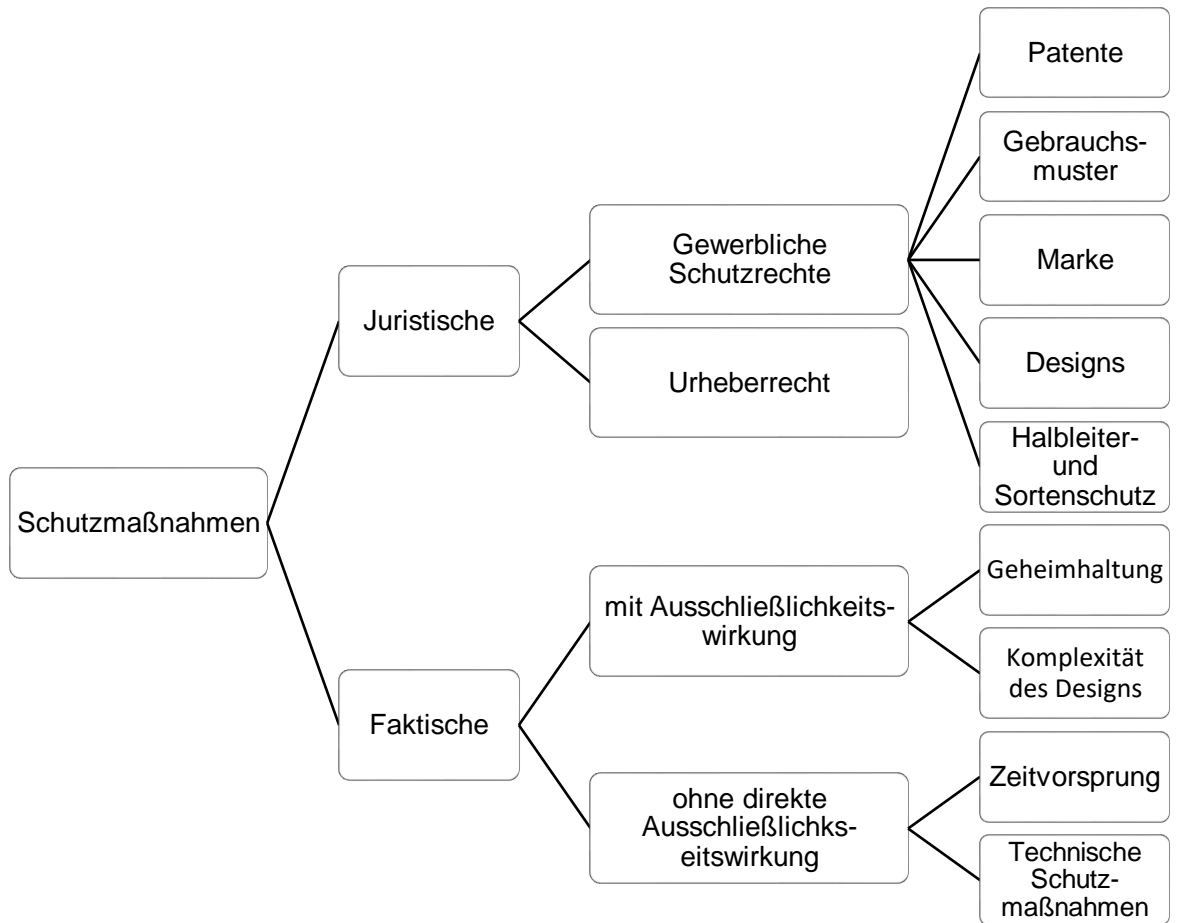
Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> - Abfallwirtschaft - Nachhaltige Verpackungen - Wasseraufbereitung - CO₂- Abscheidung und - Speicherung - Recycling 	<ul style="list-style-type: none"> - Advanced Materials
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Batterietechnik - Biokraftstoffe und Biomasse - Energieeinsparung - Energieumwandlung - Geothermie - Photovoltaik - Solarthermie - Wasserkraft - Windkraft 	<ul style="list-style-type: none"> - Photonics and Micro-/Nanoelectronics
Ernährung	<ul style="list-style-type: none"> - Biozide - Düngemittel - Functional Food - Green Biotech - Präzisionslandwirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> - Life Science Technology
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> - 5G - Bauwesen - Internet der Dinge - Smart City - Smart Grid - Smart Home 	<ul style="list-style-type: none"> - Connectivity
Digitalisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Big Data - Blockchain - Cloud Computing - Künstliche Intelligenz - Quantencomputing - Virtual/Augmented Reality 	<ul style="list-style-type: none"> - Artificial Intelligence
Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> - Authentifizierung und Identifizierung - Cybersicherheit - Finanztechnologie und Zahlungsverkehr - Netzwerksicherheit - Produktsicherheit - Verteidigung 	<ul style="list-style-type: none"> - Digital Security and Connectivity

Materialien	<ul style="list-style-type: none"> - Carbon und Graphen - Funktionelle Materialien - Funktionsbeschichtungen - Nanomaterialien - Quantentechnologie - Verbundwerkstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> - Advanced Materials and Nanotechnologies
Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> - Digitale Medizintechnik - Erforschung von Krankheiten - Gentechnik - Impfstoffe - Präzisionsmedizin - Rationales Wirkstoffdesign 	<ul style="list-style-type: none"> - Life Science Technologies
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> - Autonomes Fahren - Drohnen - Elektromobilität - Intelligentes Verkehrsmanagement - Luft- und Raumfahrt 	<ul style="list-style-type: none"> - Connectivity
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> - 3D-Druck - Prozessautomatisierung - Robotik - Smart Factory 	<ul style="list-style-type: none"> - Advanced Manufacturing Technologies

Ursprüngliche Darstellung der Schlüsseltechnologien (KETS) nach der Europäischen Kommission (2018), S. 22.



Anhang 2: Instrumente zum Schutz von Innovationen und geistigem Eigentum. Eigene Darstellung in Anlehnung an Burr/Stephan (2019) und Stauf (2016).



Anhang 3: Microfit Regressionsergebnisse für das ARDL (1,1) Modell

Schätzung des ARDL (1,1) Modells

```

Autoregressive Distributed Lag Estimates
ARDL(1,1) selected
*****
Dependent variable is PC_BIPC_U
17 observations used for estimation from 2002 to 2018
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
PC_BIPC_U(-1)     -.045514              .17294                  -.26319[.797]
PC_PAT_U          -.095290              .13646                  -.69832[.498]
PC_PAT_U(-1)     .29179                .15868                  1.8388[.091]
LNPT              .0020470             .0068005                .30101[.769]
D09               -.045364              .010078                 -4.5012[.001]
*****
R-Squared          .74943                R-Bar-Squared          .66590
S.E. of Regression .0086249              F-Stat. F(4,12)        8.9726[.001]
Mean of Dependent Variable .012159              S.D. of Dependent Variable .014922
Residual Sum of Squares .8927E-3              Equation Log-likelihood 59.6414
Akaike Info. Criterion 54.6414              Schwarz Bayesian Criterion 52.5583
DW statistic       1.6822              Durbin's h-statistic   .93439[.350]
*****

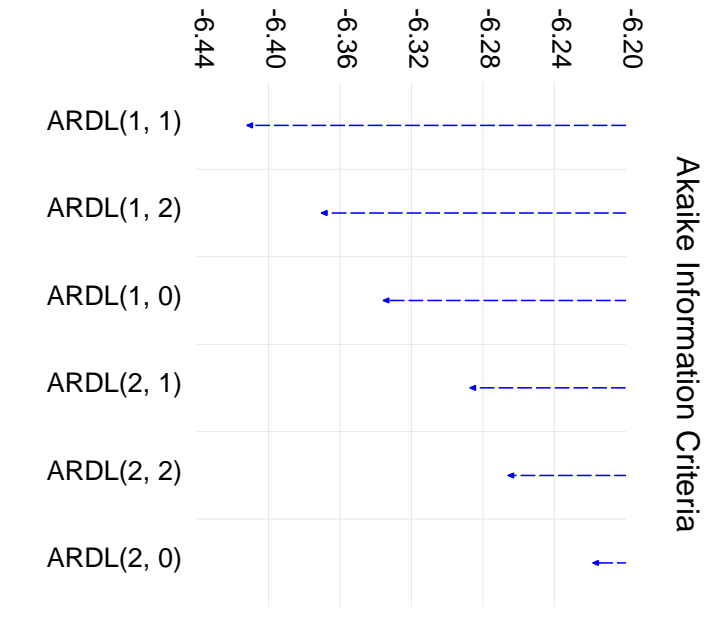
Testing for existence of a level relationship among the variables in the ARDL model
*****
F-statistic 95% Lower Bound 95% Upper Bound 90% Lower Bound 90% Upper Bound
18.4487      6.1009          7.0966          4.6067          5.5002

Wstatistic 95% Lower Bound 95% Upper Bound 90% Lower Bound 90% Upper Bound
36.8974     12.2019        14.1932         9.2134          11.0003
*****
If the statistic lies between the bounds, the test is inconclusive. If it is
above the upper bound, the null hypothesis of no level effect is rejected. If
it is below the lower bound, the null hypothesis of no level effect can't be
rejected. The critical value bounds are computed by stochastic simulations
using 20000 replications.

Diagnostic Tests
*****
* Test Statistics * LM Version * F Version *
*****
* A: Serial Correlation*CHSQ(1) = .85492[.355]*F(1,11) = .58248[.461]*
* B: Functional Form *CHSQ(1) = .10285[.748]*F(1,11) = .066956[.801]*
* C: Normality *CHSQ(2) = 5.2033[.074]* Not applicable *
* D: Heteroscedasticity*CHSQ(1) = 1.2341[.267]*F(1,15) = 1.1742[.296]*
*****
A: Lagrange multiplier test of residual serial correlation
B: Ramsey's RESET test using the square of the fitted values
C: Based on a test of skewness and kurtosis of residuals
D: Based on the regression of squared residuals on squared fitted values

```

Optimale Anzahl der Verzögerungen nach dem Akaike Informationskriterium



Schätzung der langfristigen Koeffizienten des ARDL (1,1) Modells

```

Estimated Long Run Coefficients using the ARDL Approach
ARDL(1,1) selected
*****
Dependent variable is PC_BIPC_U
17 observations used for estimation from 2002 to 2018
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
PC_PAT_U       .18795           .086580             2.1708[.051]
INPT           .0019579        .0064860            .30187[.768]
D09            -.043389        .0096749            -4.4847[.001]
*****

Testing for existence of a level relationship among the variables in the ARDL model
*****
F-statistic   95% Lower Bound   95% Upper Bound   90% Lower Bound   90% Upper Bound
18.4487       6.1009            7.0966           4.6067           5.5002

W statistic   95% Lower Bound   95% Upper Bound   90% Lower Bound   90% Upper Bound
36.8974       12.2019           14.1932          9.2134           11.0003
*****
If the statistic lies between the bounds, the test is inconclusive. If it is
above the upper bound, the null hypothesis of no level effect is rejected. If
it is below the lower bound, the null hypothesis of no level effect can't be
rejected. The critical value bounds are computed by stochastic simulations
using 20000 replications.

```

Schätzung des Fehlerkorrekturmodells

Error Correction Representation for the Selected ARDL Model
ARDL(1,1) selected

```
*****
Dependent variable is dPC_BIPC_U
17 observations used for estimation from 2002 to 2018
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
dPC_PAT_U          -.095290                .13646                  -.69832[.497]
dD09                -.045364                .010078                 -4.5012[.001]
ecm(-1)            -1.0455                 .17294                  -6.0457[.000]
*****
```

List of additional temporary variables created:

dPC_BIPC_U = PC_BIPC_U - PC_BIPC_U(-1)

dPC_PAT_U = PC_PAT_U - PC_PAT_U(-1)

dD09 = D09 - D09(-1)

ecm = PC_BIPC_U - .18795*PC_PAT_U - .0019579*INPT + .043389*D09

```
*****
R-Squared          .79659                R-Bar-Squared          .72879
S.E. of Regression .0086249             F-Stat. F(3,13)       15.6647[.000]
Mean of Dependent Variable .0014044           S.D. of Dependent Variable .016561
Residual Sum of Squares .8927E-3           Equation Log-likelihood 59.6414
Akaike Info. Criterion 54.6414            Schwarz Bayesian Criterion 52.5583
DW statistic       1.6822
*****
```

R-Squared and R-Bar-Squared measures refer to the dependent variable dPC_BIPC_U and in cases where the error correction model is highly restricted, these measures could become negative.

Testing for existence of a level relationship among the variables in the ARDL model

```
*****
F-statistic 95% Lower Bound 95% Upper Bound 90% Lower Bound 90% Upper Bound
18.4487      6.1009          7.0966          4.6067          5.5002

W statistic 95% Lower Bound 95% Upper Bound 90% Lower Bound 90% Upper Bound
36.8974     12.2019         14.1932         9.2134          11.0003
*****
```

If the statistic lies between the bounds, the test is inconclusive. If it is above the upper bound, the null hypothesis of no level effect is rejected. If it is below the lower bound, the null hypothesis of no level effect can't be rejected. The critical value bounds are computed by stochastic simulations using 20000 replications.

7 Ehrenwörtliche Erklärung

Analyse des Zusammenhangs von Schlüsselpatenten und volkswirtschaftlichem Wachstum

Ich erkläre ehrenwörtlich,

1. dass ich meine Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe;
2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit lückenlos gekennzeichnet habe;
3. dass ich meine Bachelorarbeit bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe,
4. dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.



(Holzgerlingen, den 03.05.2021)

Maximilian Lucas Wurster

Adresse | Kontakt

Bertelsmann Stiftung
Carl-Bertelsmann-Straße 256
33311 Gütersloh
Telefon +49 5241 81-0

GED-Team

Programm Megatrends
Telefon +49 5241 81-81353
ged@bertelsmann-stiftung.de
www.ged-project.de

www.bertelsmann-stiftung.de