

Einsatz finanzieller Mittel historisch

TECHNOLOGIEBEWERTUNG HISTORISCH UND
SZENARIEN 2030/2050



3. Wissenschaftlicher Zwischenbericht

Autor*innen:

Amela Ajanovic

Reinhard Haas

Hans Auer

Marlene Sayer

TU-Wien, Energy Economics Group

Wien, März 2021

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
2.	Entwicklung der Investitionen.....	4
2.1	Investitionen der E-Wirtschaft weltweit.....	4
2.2	Investitionen der E-Wirtschaft in Österreich.....	5
2.3	Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energie.....	8
3.	Entwicklung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben	10
3.1	Förderlandschaft Österreich	10
3.2	Öffentliche Förderungen	11
3.2.1	F&E Ausgaben weltweit	12
3.2.2	F&E Ausgaben in Österreich	15
3.3	Energieforschungsausgaben im Unternehmenssektor	18
4.	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	19
5.	Referenzen.....	20
	Abbildungsverzeichnis	23

1. Einleitung

Die weltweite Gesamtenergieversorgung besteht zum Großteil aus Öl, Kohle und Erdgas (IEA 2021). Betrachten wir die Gesamtenergieversorgung in Österreich, wurden im Jahr 2019 laut IEA (2021), 36% aus Öl, 23% aus Erdgas und 9% aus Kohle bezogen. Ein auf fossile Brennstoffe basierendes Energiesystem war in der Vergangenheit widerstandsfähig gegen externe Schocks, steht aber derzeit vor verschiedenen Herausforderungen. Speziell die Ölpreisschocks in den Jahren 1973 und 1979 und die steigenden ökologischen Herausforderungen haben dazu geführt, dass eine Transformation zu erneuerbaren Energietechnologien eingeleitet wurde. Ein wichtigster Treiber hinter diesen Transformationen waren Innovationen, siehe Bointner (2014). Speziell im Stromsektor führten maßgebliche Innovationen von „neuen“ erneuerbaren Erzeugungstechnologien verbunden mit den ehrgeizigen Zielen der Europäischen Kommission dazu, dass die Stromerzeugung aus variabler erneuerbarer Erzeugung wie Wind und Photovoltaik dramatisch anstieg, siehe Abbildung 1. Diese Abbildung zeigt, dass zwischen 1990 und 2019 in der EU-28 die variablen erneuerbaren Energien, ohne Wasserkraft, von weniger als 20 TWh auf 600 TWh gestiegen sind.

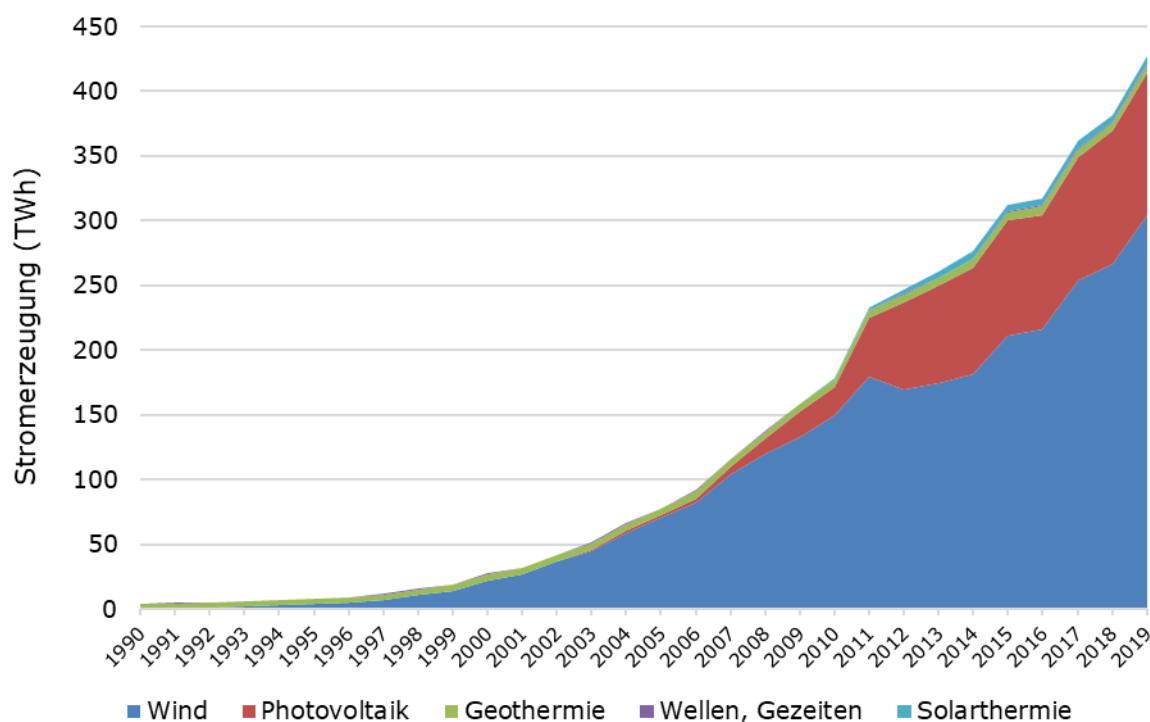


Abbildung 1: Entwicklung der Stromerzeugung aus variablen erneuerbaren Energien (ohne Wasserkraft) in der EU-28 zwischen 1990 und 2019, in TWh, Quelle: Eurostat (2014, 2020), eigene Berechnungen TU Wien

In Österreich zeigt sich eine ähnliche Entwicklung. Ausgehend von einem Anteil an erneuerbarer Stromerzeugung von 63% im Jahr 2005, hat sich dieser auf 75% im Jahr 2019 erhöht (Statistik Austria 2021).

Hinter dieser Entwicklung zu einem neuen, erneuerbaren Energiesystem und um die bahnbrechenden Innovationen zu ermöglichen, stehen hohe finanzielle Aufwendungen. Ziel dieser Arbeit ist es die Investitionen der Elektrizitätswirtschaft, sowie die Forschungs- und Entwicklungsförderungen der letzten Jahre hinsichtlich unterschiedlicher Bereiche und Technologien aufzuzeigen.

2. Entwicklung der Investitionen

Investitionen in der E-Wirtschaft sind bei der Gestaltung des Energiesystems der Zukunft ein zentrales Thema. Investitionen in alternative erneuerbare Technologien müssen getätigt werden. Damit verbunden ist ein Netz- und Speicherausbau notwendig, um die fluktuierende Energie einspeisen, transportieren und speichern zu können. Es werden jedoch auch Investitionen in Gasturbinenkraftwerke, die neben Pumpspeicherkraftwerken zu den Spitzenlastkraftwerken zählen, benötigt.

2.1 Investitionen der E-Wirtschaft weltweit

Die IEA erhebt jährlich die Investitionen der E-Wirtschaft, aufgeteilt in die Bereiche erneuerbare Energien, konventionelle Kraftwerke (fossile Brennstoffe), Netze und Atomkraft. In Abbildung 2 werden diese dargestellt. Es ist deutlich zu sehen, dass die Gesamtinvestitionen ihren Höchststand im Jahr 2016 erreicht hatten und dann kontinuierlich gefallen sind. Der Tiefstand wurde im Jahr 2020 erreicht. Laut IEA (2020c) ist das vor allem auf die Mobilitätseinschränkungen, Verzögerungen bei der Projektentwicklung und auf geringere Nachfrage zurückzuführen.

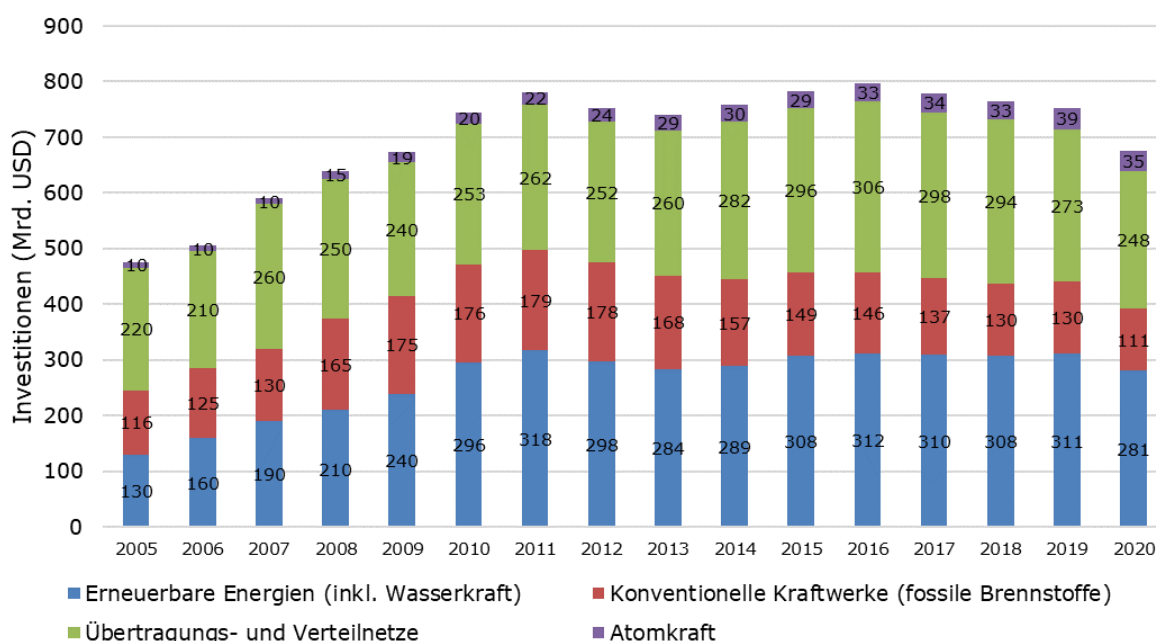


Abbildung 2: Entwicklung der Investitionen in der E-Wirtschaft weltweit, Quelle: IEA (2020c), Darstellung TU Wien

2.2 Investitionen der E-Wirtschaft in Österreich

In Abbildung 3 sind die Investitionen der E-Wirtschaft in Österreich im Zeitraum 2001 bis 2015 nach den Themenbereichen der IEA dargestellt. Es ist deutlich zu sehen, dass die Investitionen bis 2008 konstant ansteigen und sich dann im Jahr 2009 um 313 Mio. Euro im Vergleich zum Vorjahr erhöhen. In diesem Jahr wurde ein „Konjunktur-Anschub“ der E-Wirtschaft mit einem Investitionsvolumen von 15 Mrd. Euro bis 2020 beschlossen (DER STANDARD 2009). Ziele waren einerseits die „Abfederung“ der globalen Finanzkrise durch neue Arbeitsplätze und einer Stärkung der österreichischen Wirtschaft, zum anderen als Reaktion auf die notwendigen Investitionen zur Umsetzung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EG) 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

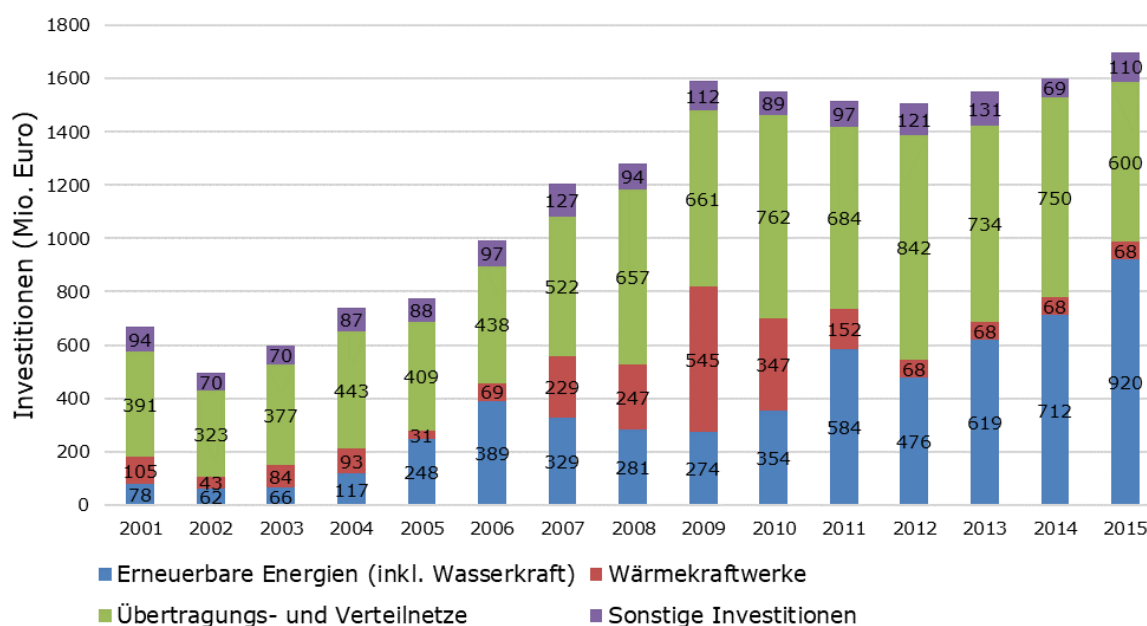


Abbildung 3: Entwicklung der Investitionen in der E-Wirtschaft in Österreich, Quelle: Oesterreichs Energie (2015, 2016), Plank und Ngoc Doan (2019), Darstellung und Berechnungen TU Wien

Laut einer Erhebung von Oesterreichs Energie (2020a), sind aktuell Investitionen von ungefähr 1,5 Mrd. Euro zur Stromerzeugung von Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik und Biomasse, 1,5 Mrd. Euro zur Speicherung (Pumpspeicher und Batterie) geplant, siehe Abbildung 4. Zusätzliche 3,3 Mrd. sind laut Angaben der Netzbetreiber für Netzinfrastrukturmaßnahmen vorgesehen, davon betrifft das Investitionsvolumen von 3,1 Mrd. Euro die geplanten Investitionen der APG (Investitionsvolumen bis 2030 aus APG-Netzentwicklungsplan).

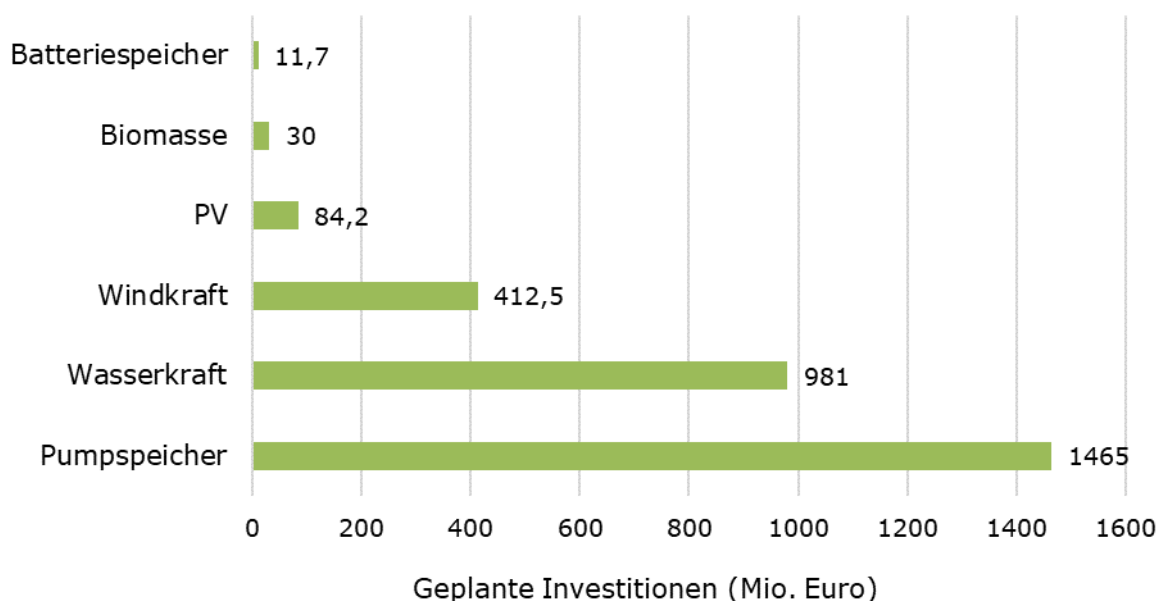


Abbildung 4: Geplante Investitionen der E-Wirtschaft, Quelle: Oesterreichs Energie 2020a, Darstellung TU Wien

Das benötigte Investitionsvolumen in der Erzeugung sowie auch in der Netzinfrastruktur ist jedoch laut Oesterreichs Energie (2018) um einiges höher. Berechnungen der TU Wien ergaben, dass insgesamt ungefähr 30 Mrd. Euro in der Erzeugung und 20 Mrd. Euro an Netzinvestitionen bis 2030 erforderlich sein werden um ein erneuerbares Energiesystem umsetzen zu können (Annahme einer Steigerung der inländischen Stromproduktion um knapp die Hälfte).

Eine weitere Studie von Kratena (2018) im Auftrag von Oesterreichs Energie ergab, dass bei einer bilanziell 100% erneuerbaren Stromerzeugung auf Basis der notwendigen installierten Leistung in Österreich ein Investitionsvolumen zwischen 28 und 35 Mio. Euro notwendig sein wird. Aufgrund der gestiegenen installierten Leistung ergibt sich in der Studie ein Investitionsbedarf in Österreichs Netze von 4,4 bis 5,9 Mrd. Euro bis 2030. In internationalen Vergleichsstudien wird ein Investitionsbedarf von 3 Mio. Euro pro zusätzlich installiertem MW erneuerbarer fluktuierender Energie angegeben. Werden alle Bereiche wie zum Beispiel Wärmepumpen oder E-Mobilität mit einbezogen, ergibt sich eine Investitionserfordernis zwischen 46,3 und 62,8 Mrd. Euro im Gesamtsystem (Oesterreichs Energie 2018).

Eine Studie aus dem Jahr 2020, ebenfalls im Auftrag von Oesterreichs Energie, berechnet basierend auf unterschiedlichen E-Mobilitätsanteilen und Photovoltaikausbau drei Szenarien, wie sich Netzausbaubedarf und die damit Einsatz finanzieller Mittel historisch

benötigten Investitionen entwickeln könnten. Sollte der Anteil von Elektroautos 10% erreichen, würde dies einen zusätzlichen Investitionsbedarf von 0,9 Mrd. Euro bedeuten. Steigt dieser Anteil auf 30%, würden 4,3 Mrd. Euro an Netzinvestitionen benötigt. Im dritten Szenario wird die Annahme getroffen, dass sich der Photovoltaik-Bestand bis 2030 verachtfacht und die Berechnungen ergeben, dass dies 2,8 Mrd. Euro an Investitionsbedarf implizieren würde (Oesterreichs Energie 2020b).

2.3 Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energie

Die Investitionen der E-Wirtschaft weltweit waren im Jahr 2020 rückläufig. Betrachtet man jedoch die weltweiten „Energiewende-Investitionen“ (inkludiert Unternehmen, Regierungen und Haushalte), wie in Abbildung 5, sieht man einen deutlichen Anstieg von 9% verglichen zum Vorjahr (BloombergNEF 2021). Die Analyse von BloombergNR betrachtet die Bereiche erneuerbare Energie, elektrifizierte Wärme, E-Mobilität, Speicher, CCS und Wasserstoff. Dieser Anstieg ist laut BloombergNEF (2021) auf die große Anzahl von PV-Projekten sowie auf einen 50 Mrd. USD Anstieg von Offshore-Wind-Investitionen zurückzuführen. 138 Mrd. USD wurden für Elektrofahrzeuge und die Ladeinfrastruktur ausgegeben, das bedeutet ein Plus von 28% im Vergleich zum Vorjahr. Lediglich die Investitionen in Wasserstoff betragen 1,5 Mrd USD, was einen Rückgang um 20%, aber trotzdem die zweithöchste Zahl in der Geschichte bedeutet.

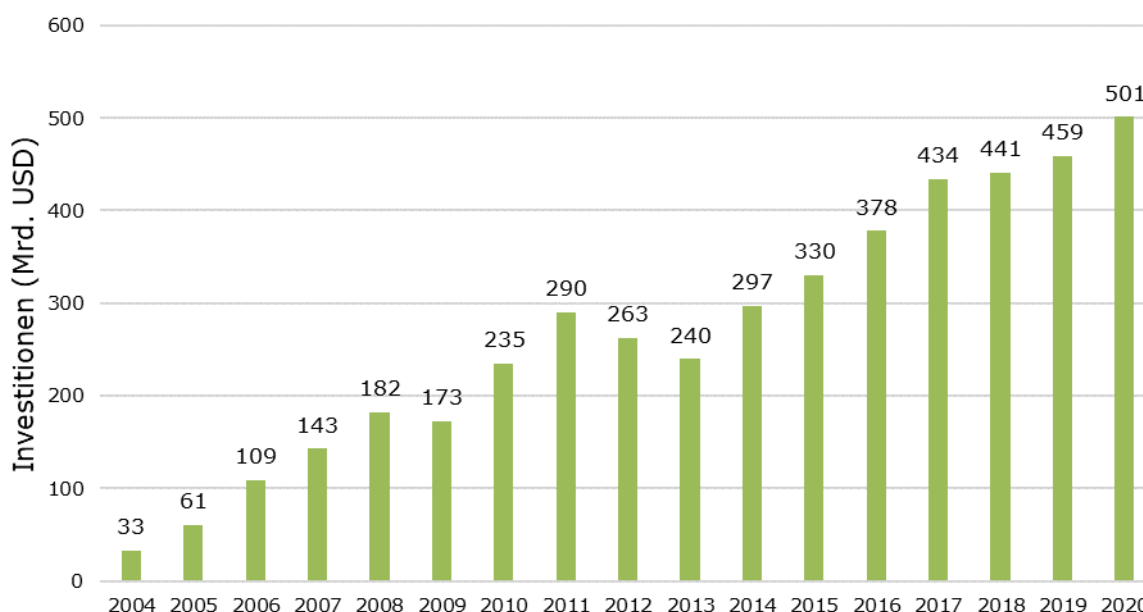


Abbildung 5: Entwicklung der weltweiten Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energietechnologien, 2004-2020, Quelle: BloombergNEF (2021), Darstellung TU Wien

Die Internationale Organisation für erneuerbare Energien (IRENA) erhebt ebenfalls die jährlichen Investitionen in Erneuerbare Energien. In Abbildung 6 sind die Investitionen in Westeuropa in den Jahren 2013-2018 dargestellt. Diese betragen laut IRENA (2021) im Jahr 2018 18% der weltweiten Investitionen. Den größten Anteil haben dabei Investitionen in PV (46%) und Wind (39%). In die Erhebung werden Investitionen von Projektentwicklern, Finanzinstituten, Privatpersonen, Unternehmen, institutionelle Anleger, Fonds und Regierungen einbezogen.

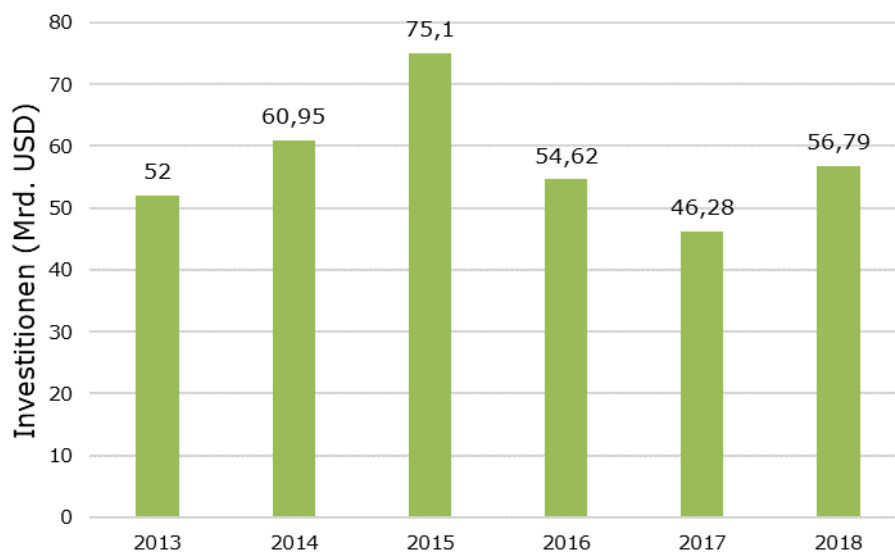


Abbildung 6: Entwicklung der westeuropäischen Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energietechnologien 2013-2018, Quelle: IRENA (2021), Darstellung TU Wien

3. Entwicklung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben

Forschung und Entwicklung sind die Treiber für Innovationen und für den Umstieg hin zu erneuerbaren Energietechnologien. Bointner (2014) definiert (energiebezogenes) Wissen als die Fähigkeit eines Individuums, neue oder verbesserte Anwendungen im Energiesektor zu schaffen, basierend auf der Kombination von Informationen, früheren Fähigkeiten und Erfahrungen, die durch Forschung und Entwicklung erworben wurden. Der kumulative Wissensbestand ist also die Kombination des Wissens aller Individuen, das Wissen des Menschen. Dieses Wissen ist zum einen wichtig, um den Erfolg der Forschungs- und Entwicklungsausgaben auf Unternehmens- als auch auf Staatsebene zu messen und zum zweiten, um die jeweiligen Lernkurven der Technologien bestimmen zu können. Auf den zweiten Grund wurde bereits in einem umfangreichen Bericht im Rahmen des Projektes eingegangen (siehe den Zwischenbericht zu Technologischem Lernen). Das folgende Kapitel konzentriert sich demnach darauf, die öffentlichen Forschungs- und Entwicklungsförderungen in Österreich aufzuzeigen und zu analysieren.

3.1 Förderlandschaft Österreich

Die wichtigsten Förderinstitutionen in Österreich auf Bundesebene sind die folgenden:

- Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG): www.ffg.at
- Klima- und Energiefonds: <https://www.klimafonds.gv.at/>
- Wissenschaftsfonds (FWF): <https://www.fwf.ac.at/de/>
- Kommunalkredit Public Consulting (KPC): <https://www.kpc-consulting.at/>
- Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH (aws): www.awsg.at

Die Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) ist die nationale Förderinstitution für unternehmensnahe Forschung, Technologie, Entwicklung, Innovation und Digitalisierung, steht zu 100% im Eigentum der Republik Österreich und wurde am 1. September 2004 gegründet. Die Träger sind das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) und das Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW).

Der Klima- und Energiefonds wurde im Jahr 2007 durch die Bundesregierung gegründet und unterstützt diese bei der Umsetzung ihrer Klima- und Energieziele. Insgesamt wurden im Zeitraum von 2007 bis 2018 bereits 162.000 Projekte realisiert durch die 1,6 Mrd. Euro Fördergelder in den Bereichen nachhaltige Energietechnologien und Klimaforschung, öffentlicher Personennah- und Regionalverkehr, Güterverkehr und Mobilität sowie Marktdurchdringung von klimarelevanten und nachhaltigen Energietechnologien, in die österreichische Wirtschaft geflossen sind.

Der Wissenschaftsfonds (FWF) ist Österreichs zentrale Einrichtung zur Förderung der Grundlagenforschung und wurde im Jahr 1967 ins Leben gerufen. Im Jahr 2019 wurden 707 Projekte im Ausmaß von 237,4 Mio. Euro zur Weiterentwicklung der Wissenschaften bewilligt. Die Mission des FWF ist es, einen Beitrag zur kulturellen Entwicklung, zum Ausbau der wissensbasierten Gesellschaft und damit zur Steigerung von Wertschöpfung und Wohlstand zu leisten.

Die Kommunalkredit Public Consulting (KPC) wickelt seit 1993 als eine der drei österreichischen Abwicklungsstellen für Klimafinanzierungen die Umweltförderungen, das größte österreichische Förderungsprogramm für Umweltschutzinvestitionen, ab. Die Spezialisierung liegt in den Bereichen Umwelt, Klimaschutz und dem internationalen Carbon-Markt.

Die Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH (aws) wurde im Jahr 2002 gegründet und ist die Förderbank des Bundes mit der Aufgabe der Abwicklung der unternehmensbezogenen Wirtschaftsförderungen des Bundes. Ebenso wie bei der FFG sind die Träger das BMK sowie das BMDW.

3.2 Öffentliche Förderungen

In der Literatur werden zwei Gründe für öffentliche Förderungen von Forschung und Entwicklung genannt, siehe Bointner (2015).

Der erste Grund betrifft das **Marktversagen**, das speziell von Popp (2005 und 2006) in diesem Zusammenhang behandelt wurde. Neue Kenntnisse können von fast jeder Person, die über das nötige Fachwissen und Ressourcen verfügt, angewendet werden, wenn diese öffentlich verfügbar sind. Aus diesem Grund wurden auch geistige Eigentumsrechte wie Patente ins Leben gerufen. Wissen ist ein öffentliches Gut und verursacht daher positive externe Effekte für die Gesellschaft, wie zum Beispiel Wissenstransfer und Trittbrettfahrer. Das bedeutet aber wiederum auch, dass Unternehmen nicht den ganzen Wert der Investitionen

in Forschung und Entwicklung (F&E) für sich selbst internalisieren können und sie tendieren daher dazu, weniger zu investieren. Um diese Lücke zu schließen und um einen optimalen Wohlfahrtseffekt zu erreichen, fördert der Staat F&E. Unter perfekten Marktbedingungen würden die öffentlichen F&E Ausgaben den externen Grenzerlösen entsprechen (Bointner 2014). Nachdem das Risiko des Marktversagens mit der Anzahl der potentiellen Anwender der neuen Kenntnisse und deren Neuartigkeit steigt, muss vor allem die Grundlagenforschung staatlich finanziert werden, da Unternehmen dazu tendieren, F&E Investitionen in weniger risikoreiche, kurzfristige Projekte zu tätigen. Garrone und Grilli (2010) empfehlen basierend auf ihrer empirischen Forschung vor allem langfristige risikoreiche Forschungstätigkeiten, wie radikale Innovationen, durch öffentliche Energie-F&E Förderungen zu unterstützen. Johnstone et al. (2010) unterstützen diesen Ansatz und finden, dass öffentliche F&E Ausgaben für weniger ausgereifte Technologien effektiver sind. Zusätzlich sind F&E Förderungen auch für kleinere und mittlere Unternehmen sehr wichtig, da diese nur eine begrenzte Möglichkeit zur Diversifizierung des Innovationsrisikos haben.

Als zweiten Grund für öffentliche F&E Förderungen wird von Bointner (2015) das **Systemversagen** genannt. Akteure im Innovationsprozess sind möglicherweise nicht in der Lage das volle Innovationspotential ohne öffentliche Interventionen auszuschöpfen. Aus diesem Grund können F&E Förderungen notwendig sein, um eine angemessene Verbreitung von neuem Wissen zu gewährleisten oder um technologisches Lernen zu initiieren, beispielsweise über öffentlich-private Partnerschaften.

Laut Popp (2005) ist die soziale Rendite von F&E Ausgaben viermal so hoch wie die Rendite von anderen Investitionen.

3.2.1 F&E Ausgaben weltweit

Im Jahr 2019 stieg laut IEA (2020b) das geschätzte Gesamtbudget für öffentliche Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in den IEA-Mitgliedsländern um 6 % auf 17,4 Mrd. Euro. Als drittes Jahr in Folge stiegen die Ausgaben nach vier Jahren des Rückgangs wieder. Im Jahr 2008 wurde der Höchststand an Förderungen vergeben und das Niveau im Jahr 2019 war um ein Drittel höher als im Jahr 2008.

In Abbildung 7 sind die Gesamtausgaben aufgeteilt in die Themenbereiche Energieeffizienz, Fossile Brennstoffe, Erneuerbare Energiequellen, Kernenergie,

Wasserstoff und Brennstoffzellen, sonstige Energie- und Speichertechnologien und sonstige Querschnittstechnologien/Forschung aufgezeigt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden alle Daten in Euro (2019 Preise und Wechselkurse) dargestellt. Es ist deutlich zu sehen, dass die Förderungen der Kernenergie seit dem Unfall in Fukushima im Jahr 2011 rückläufig sind, mit einem kleinen Anstieg in den Jahren 2017 bis 2019, jedoch noch immer einen der größten Anteile zusammen mit Energieeffizienz und sonstigen Querschnittstechnologien der Forschungsausgaben ausmachen. Ein Großteil der Förderungen stieg um ein Vielfaches im Jahr 2008, vermutlich zur Abfederung der Weltfinanzkrise und zur Ankurbelung der Konjunktur durch öffentliche Investitionen. Interessant ist auch der Anstieg des Budgets im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen ab dem Jahr 2003.

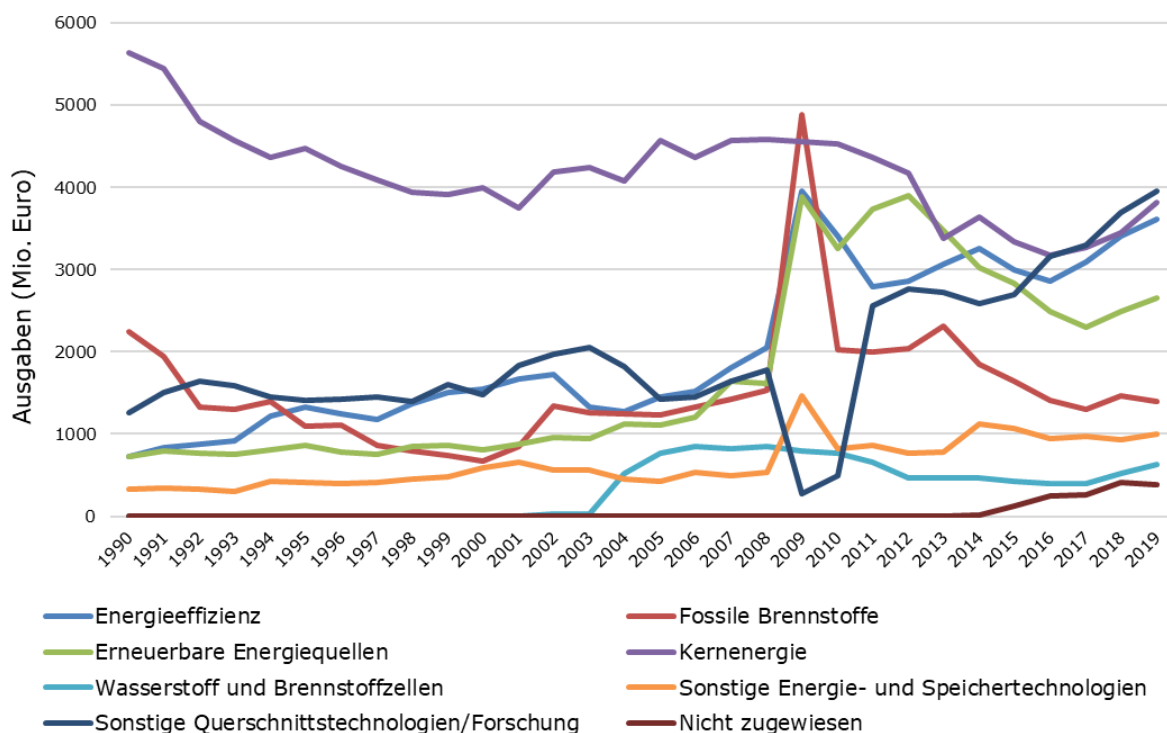


Abbildung 7: Gesamtbudget für öffentliche Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in den IEA Mitgliedsländern von 1990-2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien

Im Jahr 2019 hatten die Vereinigten Staaten von Amerika (USA) (6930,5 Mio. Euro), Japan (2567,8 Mio. Euro) und Frankreich (1236,7 Mio. Euro) gefolgt von Deutschland (1169 Mio. Euro) jeweils die höchsten Ausgaben für Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich. Die Ausgaben der Europäischen Union betragen 1586 Mio. Euro. Den Hauptanteil dabei trägt das Horizon 2020 Förderprogramm (IEA 2020a).

In Abbildung 8 sind die gesamten Ausgaben für Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich der IEA Mitgliedsländer in Europa dargestellt. Es ist zu beachten, dass nicht alle Mitglieder der EU auch IEA Mitglieder sind. Laut Wiesenthal et al. (2012) entfallen auf IEA Mitglieder 99% der F&E Ausgaben. Es ist jedoch im Allgemeinen zu beachten, dass einige Mitgliedsländer nicht regelmäßig Daten zur Veröffentlichung an die IEA weitergeben, wie zum Beispiel die Tschechische Republik, Griechenland und Luxemburg im Jahr 2019. Siehe Wiesenthal et al. (2012) hinsichtlich weiterer Einschränkungen des IEA Datensatzes.

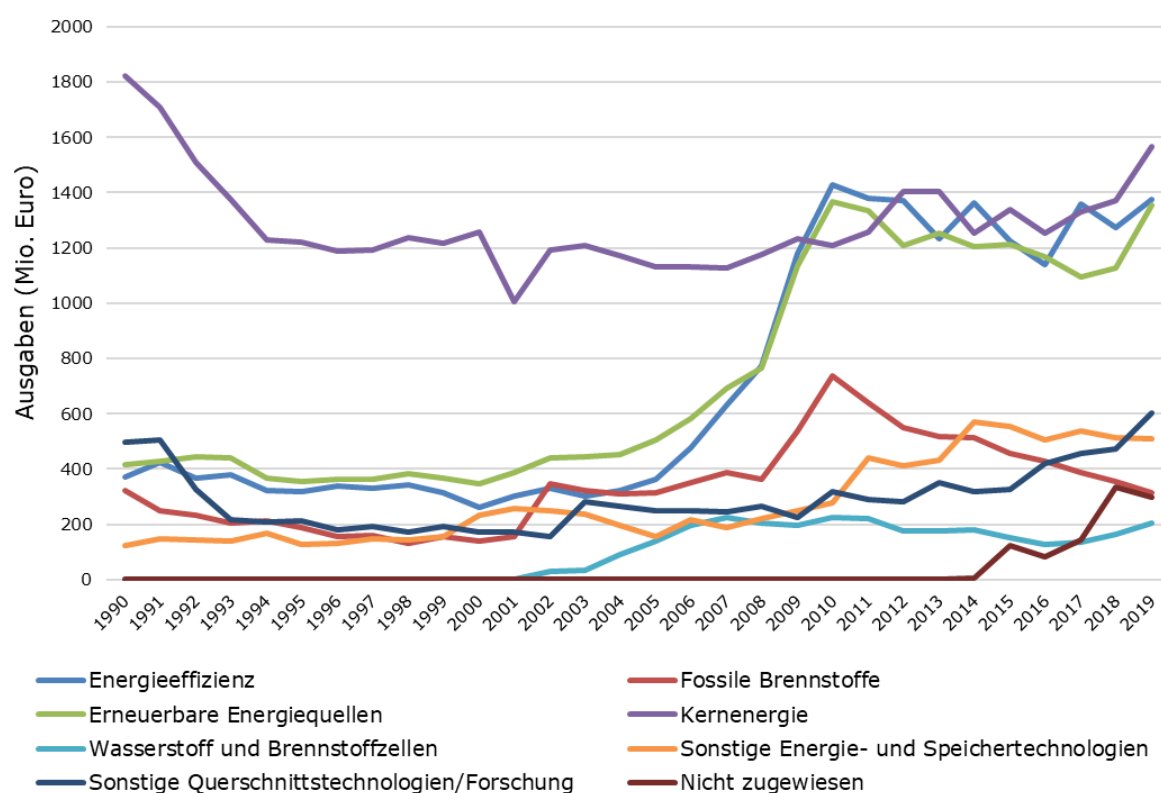


Abbildung 8: Gesamtbudget für öffentliche Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in den europäischen IEA Mitgliedsländern von 1990-2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien

Hinsichtlich Förderungen ist die Situation in Europa vergleichbar mit dem weltweiten Datensatz, mit den höchsten Ausgaben für Kernenergie und Energieeffizienz (ab 2008). Erneuerbare Energien nehmen in Europa jedoch einen beachtlich höheren Anteil im Jahr 2019 ein, mit etwas geringeren Förderungen für fossile Brennstoffe. Interessant ist ebenfalls der Anstieg der erneuerbaren Energien ab 2008, dieser spiegelt sich auch in Abbildung 1 der Entwicklung der Stromerzeugung aus variablen erneuerbaren Energien wider.

Ein Vergleich der jeweiligen Ausgaben im Jahr 2019 ist in Abbildung 9 dargestellt.

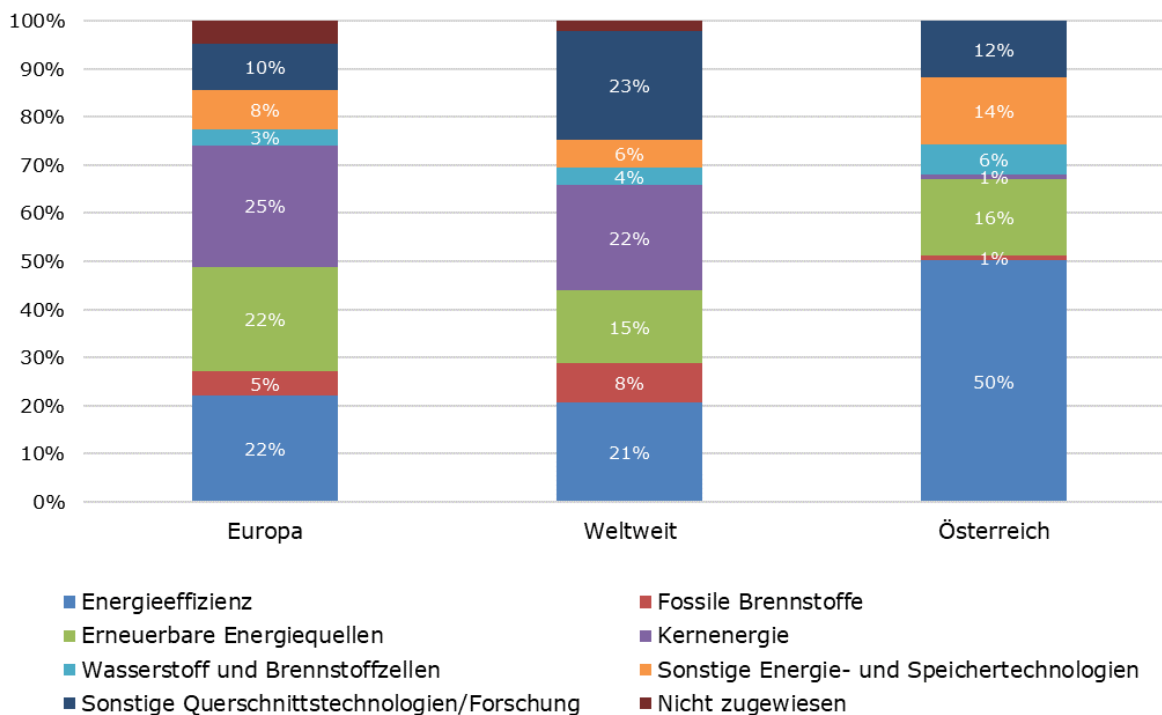


Abbildung 9: Vergleich der F&E Ausgaben nach Themenbereichen im Jahr 2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien

3.2.2 F&E Ausgaben in Österreich

Die öffentlichen Ausgaben für Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in Österreich werden von der Österreichischen Energieagentur im Rahmen des Programms „IEA Forschungskooperation“ des BMK erhoben. Diese Daten beziehen sich auf Fördermittel bzw. Forschungsaufträge der Bundesministerien, des Klima- und Energiefonds, der Bundesländer, der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF), der Kommunalkredit Public Consulting (KPC), des Austria Wirtschaftsservice (aws) sowie auf die mit Bundes- und Landesmitteln finanzierte Eigenforschung an außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Universitätsinstituten und Fachhochschulen und wurden im Mai 2020 von Indinger und Katzenschlager für das Jahr 2019 veröffentlicht.

Diese betragen im Jahr 2019 149,1 Mio. Euro und sind in Abbildung 10 nach den sieben Themenbereichen aufgelistet.

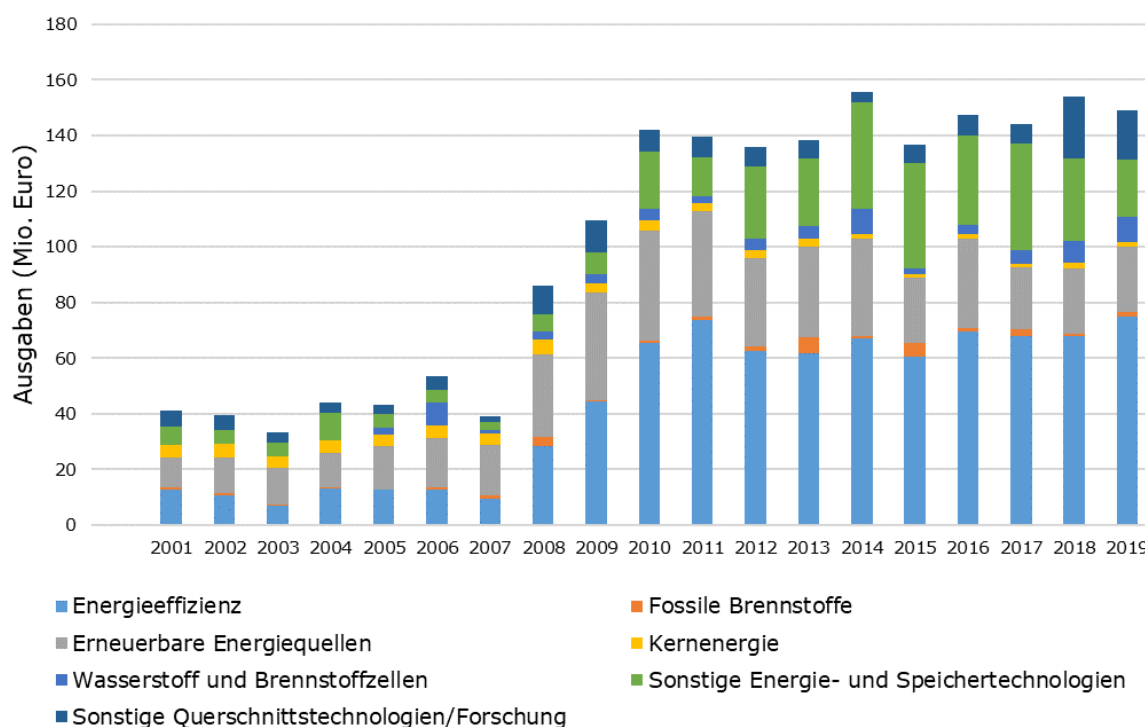


Abbildung 10: Entwicklung der Ausgaben in Österreich nach Themenbereich, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien

Die höchsten Ausgaben wurden für Energieeffizienz mit 74,9 Mio. Euro, gefolgt von erneuerbaren Energiequellen mit 23,5 Mio. Euro und sonstigen Energie- und Speichertechnologien mit 20,5 Mio. Euro getätigt. Dies ist in Abbildung 11 gut zu sehen. Nach Subkategorien erhielten die Bereiche Hybrid- und Elektrofahrzeuge inkl. Speichertechnologie und Ladeinfrastruktur (15,5 Mio. Euro), Energieeffizienz in der Industrie (14 Mio. Euro), Energieeffizienz Gebäude (13,1 Mio. Euro) und Elektrische Übertragung und Verteilung (12,9 Mio. Euro) jeweils die höchste Fördersumme.

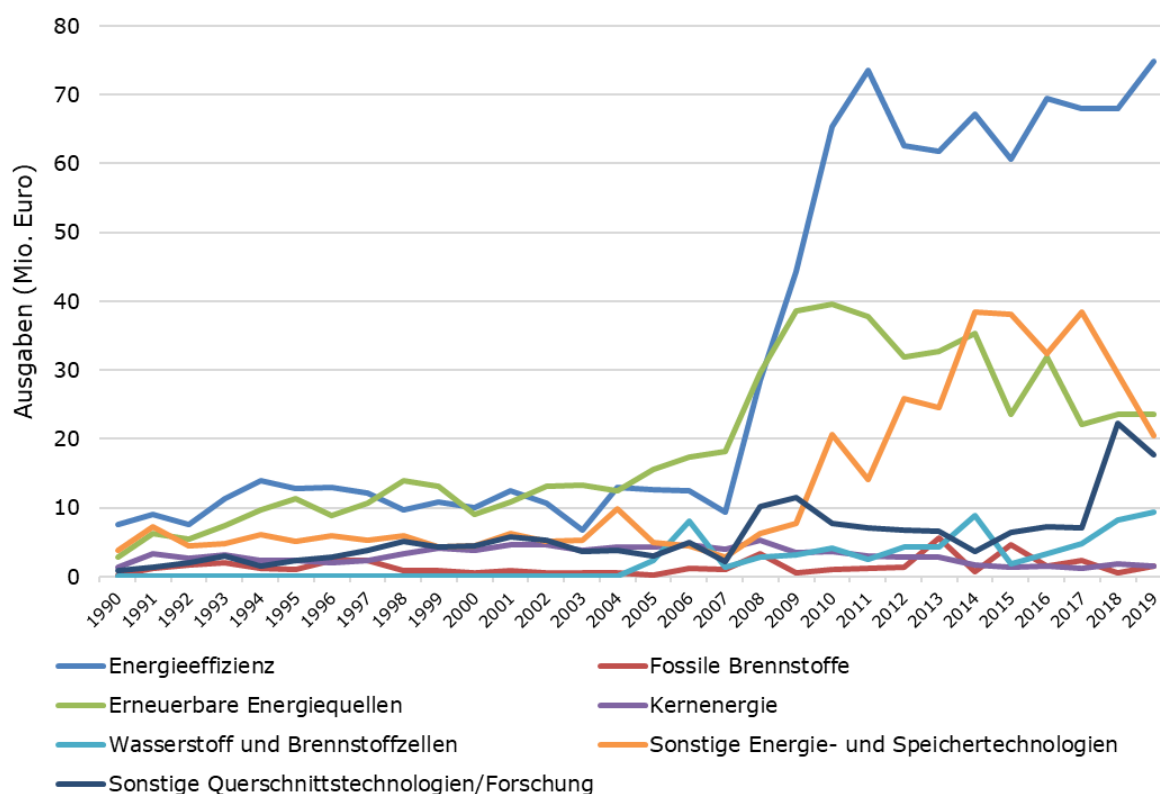


Abbildung 11: Gesamtbudget für öffentliche Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in Österreich von 1990-2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien

0,037% des Bruttoinlandsproduktes wurden im Jahr 2019 für Energieforschung bereitgestellt. Insgesamt wurden 3,4% der Forschungsausgaben dafür aufgewendet. Dies ist der niedrigste Wert der letzten zehn Jahre (Indinger und Katzenschlager 2020). Die Verteilung der Ausgaben nach Institutionen ist in Abbildung 12 dargestellt.

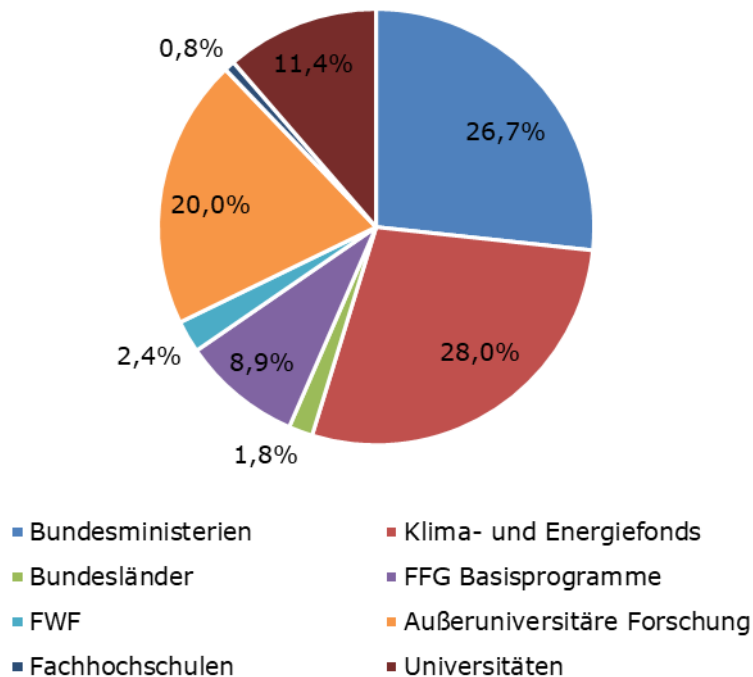


Abbildung 12: Verteilung der Forschungsausgaben nach Institutionen, Quelle: Indinger und Katzenschlager (2020), Darstellung TU Wien

3.3 Energieforschungsausgaben im Unternehmenssektor

Im Gegensatz zu den Energieforschungsausgaben der öffentlichen Hand werden die Forschungsausgaben der Unternehmen erst seit dem Jahr 2015 erhoben. Deshalb liegen hier lediglich Daten für die Jahre 2015 und 2017 vor.

Insgesamt 561 Unternehmen haben im Jahr 2017 681 Mio. Euro in F&E im Bereich Energie investiert. Diese sind um ungefähr 200 Mio. Euro höher als im Jahr 2015. Dies ist laut Indiger (2019) mit hoher Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass ein Unternehmen die eigenen Aktivitäten thematisch anders bewertete. Die größten Zuwächse (+41%) an F&E Ausgaben konnten im Bereich Stromspeicher gesehen werden.

Die F&E Aufwendungen der E-Wirtschaft betragen im Jahr 2019 laut Oesterreichs Energie 18,2 Mio. Euro mit dem höchsten Anteil von 6,2 Mio. im Bereich Übertragung und Speicher (Indinger und Katzenschlager 2020).

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

In Hinblick auf die Klimaziele der österreichischen Bundesregierung sowie auch auf EU-Ebene werden hohe Investitionen in das österreichische Energiesystem in den kommenden Jahren notwendig sein. Eine Umstellung auf ein erneuerbares Energiesystem wird deshalb ohne entsprechende Förderungen in F&E nicht möglich sein, da neue Energietechnologien meist weniger wettbewerbsfähig und teurer sind als bereits ausgereifte Technologien. Daher ist es für neue Technologien sehr schwierig auf den Markt zu kommen. Dieser „Lock-in“ in traditionelle Energietechnologien wird von Kahouli-Brahmi (2009) ausführlich beschrieben. Stabile F&E Programme, wie sie in Österreich vorhanden sind, können private Investitionsanreize auslösen (Baccini und Urpelainen 2012).

Wichtig ist es hier zu beachten, dass ein Mix aus unterschiedlichen Technologien benötigt wird, um Energiedienstleistungen bereitzustellen und zu einem sozial optimalen Ergebnis zu gelangen, siehe Wangler (2013). Als Grund dafür werden die Wissens-Spillover Effekte von einer Technologie auf die andere genannt. Diese sind laut Popp (2006) zwischen ähnlichen Branchen am höchsten.

Gemessen am Anteil von Ausgaben für Energieförderungen liegt Österreich an neunter Stelle (IEA 2020b). Norwegen hat hier mit Abstand den höchsten Wert gefolgt von Finnland und Japan.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Österreich ein gut angelegtes Energiefördersystem besitzt und auch die Unternehmen im Energiesektor erkannt haben wie wichtig Investitionen und Innovationen in diesem Bereich für das zukünftige Energiesystem sind. Eine kürzlich erschienene Studie von Oesterreichs Energie (2020b) berechnet außerdem die direkten und indirekten Effekte auf die inländische Wertschöpfung in der Höhe von 18 Mrd. Euro, die die benötigten Investitionen von 25 Mrd. Euro im Energiesektor auslösen.

Eine langfristige Strategie, die neben der Angebotsseite auch die Nachfrageseite berücksichtigt und möglichst viele unterschiedliche Technologien miteinbezieht, wird letztendlich zu einem neuen, erneuerbaren Energiesystem führen.

5. Referenzen

APG (2020): Netzenwicklungsplan.

aws (2021): Austria Wirtschaftsservice. Online verfügbar unter <https://www.aws.at/>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2021, zuletzt geprüft am 27.03.2021.

Baccini, Leonardo; Urpelainen, Johannes (2012): Legislative fractionalization and partisan shifts to the left increase the volatility of public energy R&D expenditures. In: *Energy Policy* 46, S. 49–57. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.03.016.

BloombergNEF (2021): Energy Investment Trends. Tracking global investment in low-carbon energy transition, zuletzt geprüft am 30.03.2021.

Bointner, Raphael (2014): Innovation in the energy sector: Lessons learnt from R&D expenditures and patents in selected IEA countries. In: *Energy Policy* 73, S. 733–747. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.06.001.

Bointner, Raphael (2015): Knowledge in the Energy Sector: What Research and Development Expenditures and Patents reveal about Innovation.

DER STANDARD (2009): Die E-Wirtschaft investiert zu Krisenzeiten, 15.11.2009. Online verfügbar unter <https://www.derstandard.at/story/1256255972455/die-e-wirtschaft-investiert-zu-krisenzeiten>, zuletzt geprüft am 28.03.2021.

Eurostat (2014): Energy, transport and environment indicatorsKS-DK-14-001-EN-N S123. 2014 edition.

Eurostat (2020): Energy data. 2020 edition.

FFG (2021): Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft. Online verfügbar unter <https://www.ffg.at/>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2021, zuletzt geprüft am 27.03.2021.

FWF (2021): FWF Der Wissenschaftsfonds. Online verfügbar unter <https://www.fwf.ac.at/de/>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2021, zuletzt geprüft am 27.03.2021.

Garrone, Paola; Grilli, Luca (2010): Is there a relationship between public expenditures in energy R&D and carbon emissions per GDP? An empirical investigation. In: *Energy Policy* 38 (10), S. 5600–5613. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.04.057.

IEA (2020a): Energy Technology RD&D Budgets. Database Documentation.

IEA (2020b): Energy Technology RD&D Budgets 2020: Overview – Analysis - IEA. Online verfügbar unter <https://www.iea.org/reports/energy-technology-rdd-budgets-2020>, zuletzt aktualisiert am 20.03.2021, zuletzt geprüft am 20.03.2021.

IEA (2020c): World Energy Investment 2020, zuletzt geprüft am 30.03.2021.

IEA (2021): Data & Statistics - IEA. Online verfügbar unter <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2021, zuletzt geprüft am 27.03.2021.

Indiger, Andreas (2019): Energieforschungsausgaben. Unternehmenssektor in Österreich 2017.

Indinger, Andreas; Katzenschlager, Marion (2020): Energieforschungserhebung 2019: Ausgaben der öffentlichen Hand in Österreich. Erhebung für die IEA. In: *Österreichische Energieagentur*.

IRENA (2021): Investment Trends. Online verfügbar unter <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Finance-and-Investment/Investment-Trends>, zuletzt aktualisiert am 30.03.2021, zuletzt geprüft am 30.03.2021.

Johnstone, Nick; Haščič, Ivan; Popp, David (2010): Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts. In: *Environ Resource Econ* 45 (1), S. 133–155. DOI: 10.1007/s10640-009-9309-1.

Kahouli-Brahmi, Sondes (2009): Testing for the presence of some features of increasing returns to adoption factors in energy system dynamics: An analysis via the learning curve approach. In: *Ecological Economics* 68 (4), S. 1195–1212. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.08.013.

Klima- und Energiefonds (2020): Startseite - Klima- und Energiefonds. Online verfügbar unter <https://www.klimafonds.gv.at/>, zuletzt aktualisiert am 17.11.2020, zuletzt geprüft am 27.03.2021.

KPC (2021): Kommunalkredit Public Consulting. Online verfügbar unter <https://www.kpc-consulting.at/>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2021, zuletzt geprüft am 27.03.2021.

Kratena, Kurt (2018): Effekte der neuen energiepolitischen Initiativen (100% erneuerbare Elektrizitätserzeugung, E-Mobilität) auf die Investitionen der Elektrizitätswirtschaft und die Volkswirtschaft. CESAR (Centre of Economic Scenario Analysis and Research).

Oesterreichs Energie (2015): Land am Strom. Das Jahresmagazin von Oesterreichs Energie.

Oesterreichs Energie (2016): Land am Strom. Jahresbericht Oesterreichs Energie 2016.

Oesterreichs Energie (2018): Strom Linie. Aufbruch ins Erneuerbaren-Zeitalter, Ausgabe IV/2018.

Oesterreichs Energie (2020a): Erhebungsbogen | Aktuelle Investitionen und Projekte der E-Wirtschaft.

Oesterreichs Energie (2020b): Strom Linie. Das Magazin zur Energiewende.

Plank, Leonhard; Ngoc Doan, Thi Bich (2019): Power Burden. Verbrauch und Kostenverteilung im österreichischen Stromsektor. In: *AK Wien*. Online verfügbar unter https://oesterreichsenergie.at/addon/FlexPaperZine.php?file=files/Stromlinie/StromLinie2020/Stromlinie3-2020/StromLinie_0320.pdf.

Popp, David (2005): Lessons from patents: Using patents to measure technological change in environmental models. In: *Ecological Economics* 54 (2-3), S. 209–226. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2005.01.001.

Popp, David (2006): Innovation in climate policy models: Implementing lessons from the economics of R&D. In: *Energy Economics* 28 (5-6), S. 596–609. DOI: 10.1016/j.eneco.2006.05.007.

Statistik Austria (2021): Energiebilanzen. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html, zuletzt aktualisiert am 24.03.2021, zuletzt geprüft am 24.03.2021.

Wangler, Leo Urban (2013): Renewables and innovation: did policy induced structural change in the energy sector effect innovation in green technologies? In: *Journal of Environmental Planning and Management* 56 (2), S. 211–237. DOI: 10.1080/09640568.2012.662464.

Wiesenthal, Tobias; Leduc, Guillaume; Haegeman, Karel; Schwarz, Hans-Günther (2012): Bottom-up estimation of industrial and public R&D investment by technology in support of policy-making: The case of selected low-carbon energy technologies. In: *Research Policy* 41 (1), S. 116–131. DOI: 10.1016/j.respol.2011.08.007.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Stromerzeugung aus variablen erneuerbaren Energien (ohne Wasserkraft) in der EU-28 zwischen 1990 und 2019, in TWh, Quelle: Eurostat (2014, 2020), eigene Berechnungen TU Wien.....	3
Abbildung 2: Entwicklung der Investitionen in der E-Wirtschaft weltweit, Quelle: IEA (2020c), Darstellung TU Wien	5
Abbildung 3: Entwicklung der Investitionen in der E-Wirtschaft in Österreich, Quelle: Oesterreichs Energie (2015, 2016), Plank und Ngoc Doan (2019), Darstellung und Berechnungen TU Wien	6
Abbildung 4: Geplante Investitionen der E-Wirtschaft, Quelle: Oesterreichs Energie 2020a, Darstellung TU Wien	7
Abbildung 5: Entwicklung der weltweiten Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energietechnologien, 2004-2020, Quelle: BloombergNEF (2021), Darstellung TU Wien	8
Abbildung 6: Entwicklung der westeuropäischen Gesamtinvestitionen in erneuerbare Energietechnologien 2013-2018, Quelle: IRENA (2021), Darstellung TU Wien.....	9
Abbildung 7: Gesamtbudget für öffentliche Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in den IEA Mitgliedsländern von 1990-2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien	13
Abbildung 8: Gesamtbudget für öffentliche Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in den europäischen IEA Mitgliedsländern von 1990-2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien	14
Abbildung 9: Vergleich der F&E Ausgaben nach Themenbereichen im Jahr 2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien	15
Abbildung 10: Entwicklung der Ausgaben in Österreich nach Themenbereich, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien	16
Abbildung 11: Gesamtbudget für öffentliche Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Energiebereich in Österreich von 1990-2019, Quelle: IEA (2020b), Darstellung TU Wien	17
Abbildung 12: Verteilung der Forschungsausgaben nach Institutionen, Quelle: Indinger und Katzenschlager (2020), Darstellung TU Wien	18

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Leopold-Ungar-Platz 2 | Stiege 1 | Top 142, 1190 Wien

Autor*innen

Amela Ajanovic, Reinhard Haas, Hans Auer und Marlene Sayer, TU-Wien, Energy Economics Group

Redaktion & Lektorat

Mag.^a Daniela Kain,
daniela.kain@klimafonds.gv.at

Wir sind bemüht, alle Texte geschlechtsneutral zu formulieren. Sämtliche geschlechtsspezifischen Ausdrücke sind beidergeschlechtlich zu verstehen.

Diese Publikation wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert.
Stand: März 2021