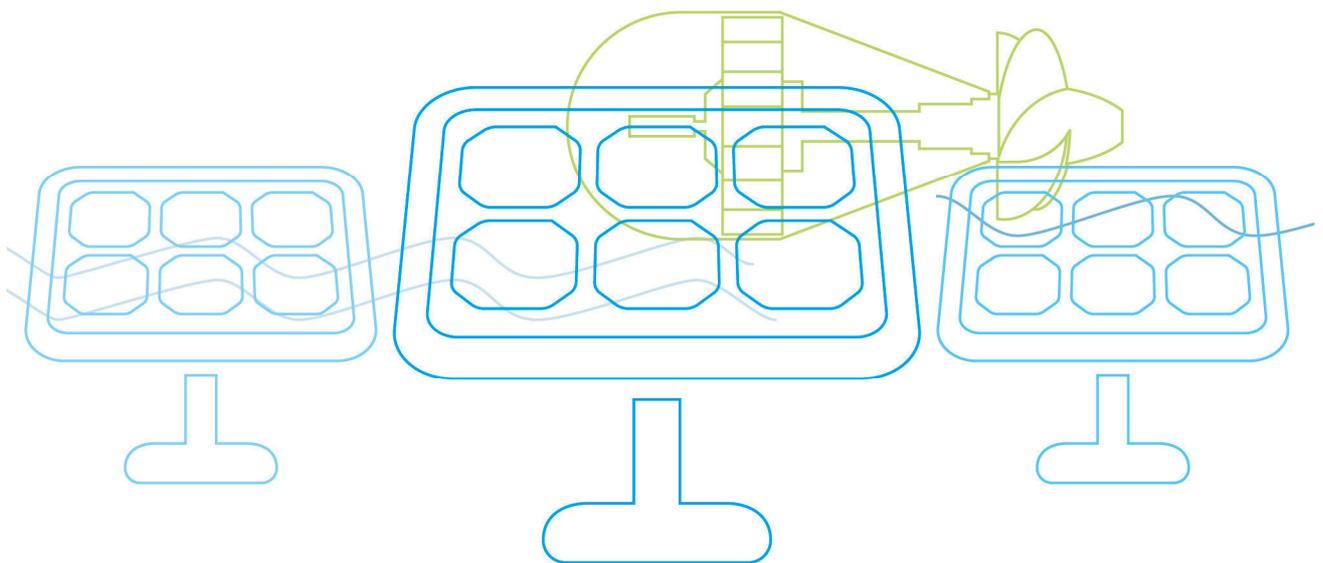




Wirtschaftskraft Erneuerbarer Energie in Österreich und Erneuerbare Energie in Zahlen



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!



Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds



Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Vorwort

Österreich kann auf eine lange Tradition der Nutzung erneuerbarer Energieträger zurück blicken. Früher als in anderen europäischen Ländern wurden Weichenstellungen hin zu einem nachhaltigen Energiesystem getroffen. Aktuelle Diskussionen in Europa rund um Importabhängigkeit und Preissteigerungen fossiler Rohstoffe sowie die Sicherheit von Atomkraftwerken scheinen Österreichs Weg zu bestärken. Heute liegt der Anteil erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch in Österreich bei etwa 30% und einige heimische Unternehmen zählen im Bereich erneuerbare Energietechnologie



zur den Weltmarktführern. Somit stellt sich die Frage, was dieser erneuerbare Beitrag für die österreichische Volkswirtschaft, den Wirtschaftsstandort und die Verbraucher bedeutet. Genau diesen Gesichtspunkten der widmet sich – aktuellen Herausforderungen der Energie- und Klimapolitik gerecht werdend - die vorliegende Studie in umfangreicher und ausführlicher Weise. Neben Basisinformationen zum österreichischen Energiesystem bietet die Arbeit u. a. Einblick in den Ausbau erneuerbarer Energie in Österreich seit 2000, das österreichische Know-How und Auswirkungen auf Konsum und Investitionen. Die vielfältigen und großteils positiven Aspekte der Nutzung erneuerbarer Energieträger in Österreich sind dabei aber niemals Selbstzweck sondern müssen letztlich den Bedürfnissen der Menschen gerecht werden. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen im Namen des Projektteams viel Spaß beim Lesen!

Herzlichst, Ihr

Raphael Bointner

„Wenn du ein Schiff bauen willst, dann trommle nicht Männer zusammen, um Holz zu beschaffen, Aufgaben zu vergeben und Arbeit einzuteilen, sondern lehre sie die Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer.“

Antoine de Saint-Exupéry

Gewidmet allen, die zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen haben.

B) Projektübersicht

Inhalt

1	Executive Summary.....	5
2	Hintergrund und Zielsetzung	7
3	Projekthalt und Ergebnis.....	9
3.1	Themencluster I: Klima und Energie.....	9
3.1.1	Energiebilanz und Anteil erneuerbarer Energie in Österreich	9
3.1.2	Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern	13
3.1.3	Energetische Beiträge der einzelnen Sparten Erneuerbarer	14
3.1.4	Die Struktur der Stromerzeugung in Österreich.....	18
3.1.5	Treibhausgasemissionen und CO ₂ -Kosteneinsparung	22
3.2	Themencluster II: Erneuerbare Energietechnologie in Österreich.....	27
3.2.1	Feste Biomasse	27
3.2.2	Biotreibstoffe.....	28
3.2.3	Biogas.....	30
3.2.4	Geothermie	31
3.2.5	Photovoltaik	32
3.2.6	Solarthermie	33
3.2.7	Wärmepumpen	34
3.2.8	Wasserkraft.....	35
3.2.9	Windkraft.....	37
3.2.10	Elektromobilität	38
3.2.11	Beschäftigte und Umsätze erneuerbarer Technologie in Österreich	40
3.3	Themencluster III: Know-How für den Wirtschaftsstandort Österreich	46
3.3.1	Öffentliche Energieforschungsausgaben.....	46
3.3.2	Energieforschungsinduziertes Wissen.....	50
3.3.3	Private Energieforschungsausgaben.....	54
3.3.4	Technologisches Know-How und Patentanmeldungen	57
3.4	Themencluster IV: Förderungen und Subventionen im Energiesystem.....	64
3.4.1	Internationale Energiesubventionen	64

3.4.2	Energiesubventionen in Österreich.....	66
3.5	Themencluster V: Volkswirtschaftliche Effekte	70
3.5.1	Komparativ-statische Betrachtung	70
3.5.2	Makroökonomische Simulationsanalyse	82
3.5.3	Zusammenfassung der volkswirtschaftlichen Ergebnisse	88
4	Schlussfolgerungen und Empfehlungen für Politik und Wirtschaft	89
4.1	Fazit und Schlussfolgerungen.....	89
4.2	Empfehlungen für Politik und Wirtschaft	92
5	Methodik	95
5.1	Berechnung des kumulieren Wissens.....	96
5.2	Zusammenstellung der Patentdaten	96
5.3	Berechnung der relativen Patent- und Innovationsanteile	98
5.4	Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Effekte.....	99
5.4.1	Das Simulationsmodell MOVE	99
5.4.2	Annahmen der Simulationsanalyse	105
6	Arbeits- und Zeitplan	107
7	Publikationen und Disseminationsaktivitäten	107
8	Literaturverzeichnis	108
9	Anhang	112
9.1	Abbildungsverzeichnis	112
9.2	Tabellenverzeichnis	115
9.3	Öffentliche Energieforschungsausgaben 2011	117
9.4	Energieforschungsrelevante Unternehmen	118
9.5	Berücksichtigte Y02-Patentklassen	122

1 Executive Summary

Der Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen für Haushalt, Industrie und Mobilität beruht in Österreich hauptsächlich auf fossilen Energieträgern. Damit verbunden sind eine hohe Importabhängigkeit, eine kritische Versorgungssicherheit, geringe Energiesouveränität und hohe Treibhausgasemissionen. Die zunehmenden Probleme des zentral organisierten und großteils auf dem Einsatz fossiler Energieträger basierenden Energiesystems erfordern neue Lösungsansätze. Zur zukunftsfähigen Bereitstellung von Energiedienstleistungen bietet sich die Kombination von Energieeffizienz, Energiespeicherung und der Nutzung erneuerbarer Energie an. Vor diesem Hintergrund ist aus ökologischer, gesellschaftlicher und makroökonomischer Sicht eine breite Forcierung von erneuerbaren Energieträgern anzustreben. Damit stellt sich die Frage nach den konkreten, quantitativ messbaren Auswirkungen des Einsatzes erneuerbarer Energieträger, um fundierte Entscheidungen auf Unternehmens- und Politikebene treffen zu können. Entsprechend dieser Fragestellung ist das Ziel dieser Studie das Erfassen des Status-Quo der Nutzung erneuerbarer Energie in Österreich unter Anwendung einer erprobten und bewährten Methodik in einer in sich konsistenten Arbeit.

Die makroökonomische Simulationsanalyse zeigt eine Erhöhung des Bruttoinlandproduktes um 1.647 Mio. € im Jahr 2011 gegenüber einer Situation ohne den Ausbau von erneuerbaren Energieträgern im österreichischen Energiesystem seit dem Jahr 2000. Im Zeitraum 2000 bis 2011 ist eine Erhöhung des BIP um durchschnittlich 398 Mio. € pro Jahr generiert worden, was einem durchschnittlichen Anteil von 0,1 % am österreichischem BIP entspricht. Zudem wurden durch die Forcierung erneuerbarer Energieträger durchschnittlich 3.300 Beschäftigungsverhältnisse geschaffen. Auslöser dieser Effekte sind neben den Investitionsimpulsen zur Strom-, Wärme und Treibstoffproduktion auf Basis Erneuerbarer, die Installation von Raumwärme-Heiztechnologien und insbesondere positive Leistungsbilanzeffekte infolge der Reduktion von (fossilen) Energieimporten. Sekundäreffekte durch das Wirtschaftswachstum und den Beschäftigungszuwachs wie Erhöhungen der allgemeinen Investitionstätigkeiten und der Lohnsumme komplettieren die positiven wirtschaftlichen Auswirkungen. Bei Betrachtung der Steuereinnahmen wird ersichtlich, dass die verstärkte Integration von Erneuerbaren in das österreichische Energiesystem seit 2000 zu einer Reduktion der Energiesteuer-einnahmen um 186 Mio. € pro Jahr geführt hat. Wird diese Reduktion der Steuereinnahmen durch eine Senkung der öffentlichen Ausgaben kompensiert, so ergibt sich mit 149 Mio. € pro Jahr ein immer noch signifikant positiver Beitrag zum österreichischen BIP.

Die insgesamt positiven volkswirtschaftlichen Effekte erlauben auch die Feststellung einer doppelten Dividende in Österreich durch die Implementierung eines höheren Anteils von erneuerbaren Energieträgern am Endenergieverbrauch in Österreich: Die positiven öko-

nomischen Auswirkungen werden begleitet durch eine simultane Reduktion negativer ökologischer Auswirkungen. Dies wird vor allem geprägt durch geringere kumulierte Treibhausgasemissionen seit dem Jahr 2000 in der Höhe von 49 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, das etwa 60% des Jahresausstoßes 2010 an Treibhausgasen in Österreich entspricht. Dadurch konnten seit 2005 je nach Berechnungsmethode 682 Mio. bis 1,45 Mrd. EUR an CO₂-Kosten eingespart werden. Bei Energiesubventionen kann festgehalten werden, dass fossile und erneuerbare Energieträger von einer Vielzahl von Förderungen profitieren, wobei sich das exakte Fördervolumen nicht bestimmen lässt. Erdöl und Erdgas profitieren vor allem von nicht-budgetierten Subventionen, erneuerbare Energieträger zum Großteil von budgetierten Subventionen, die folglich auch klarer messbar sind.

Zu den positiven volkswirtschaftlichen Effekten trägt auch österreichisches Know-How bei. Die öffentlichen Energieforschungsausgaben sind zwar in den letzten Jahren sehr stark gestiegen, dennoch sind Vergleichsländer wie Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden und die Schweiz beim Know-How im Bereich erneuerbare Energie zum Teil deutlich vor Österreich. Die privaten F&E-Ausgaben für erneuerbare Energietechnologie (143,8 Mio. EUR) waren 2009 um etwa den Faktor 3,2 höher als die öffentlichen Ausgaben (45,2 Mio. EUR), zusammen wurden im Jahr 2009 189 Mio. EUR in Energieforschung investiert. In den einzelnen Sparten erneuerbarer Energie zeigt sich jedoch ein sehr differenziertes Bild. Das ist auch bei Patenten in erneuerbaren Energietechnologien zu beobachten. Die Patentanmeldungen haben sich in den letzten zwanzig Jahren mehr als versechsfacht. Im Gegensatz zum Know-How durch öffentliche Energieforschungsausgaben offenbart sich bei Patentanmeldungen aus Österreich im Maßstab zu den Vergleichsländern eine gute Situation. Darüber hinaus lassen sich je nach Wahl der Systemgrenze allein für die österreichischen Hersteller erneuerbarer Energietechnologien die Umsätze der letzten Jahre auf 2,2 bis 3,6 Mrd. EUR und die Beschäftigten auf 8.500 bis 21.700 Vollzeitäquivalente schätzen, inkl. Betriebseffekten erhöhen sich im Jahr 2011 die Umsätze auf 5,5 Mrd. EUR und die Beschäftigten auf 38.700 Vollzeitäquivalente.

Dennoch sind noch weitere Herausforderungen zu lösen, die aus makroökonomischer Perspektive für Österreich von Bedeutung sind. Das Energiesystem steht global, in Europa und Österreich vor einer gravierenden Transformation. Dabei wird es entscheidend sein, Änderungen im Marktumfeld und Innovationen möglichst rasch zu erkennen und entsprechende Akzente zur Adaption zu setzen. Hier kommt einer langfristigen Gesamtstrategie zur nachhaltigen Energieversorgung eine entscheidende Rolle zu, die sowohl angebotsseitige als auch nachfrageseitige Maßnahmen setzt. In diesem Punkt sind die Unternehmen und die politischen Entscheidungsträger gleichermaßen gefordert.

2 Hintergrund und Zielsetzung

Ausgangslage, Motivation und Aufgabenstellung

Der Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen für Haushalt, Industrie und Mobilität beruht in Österreich hauptsächlich auf fossilen Energieträgern. Damit verbunden sind eine hohe Importabhängigkeit, eine kritische Versorgungssicherheit, geringe Energiesouveränität und hohe Treibhausgasemissionen. Die zunehmenden Probleme des zentral organisierten und großteils auf dem Einsatz fossiler Energieträger basierenden Energiesystems erfordern neue Lösungsansätze. Zur zukunftsfähigen Bereitstellung von Energiedienstleistungen bietet sich die Kombination von Energieeffizienz, Energiespeicherung und der Nutzung erneuerbarer Energie an. Vor diesem Hintergrund ist aus ökologischer, gesellschaftlicher und makroökonomischer Sicht eine breite Forcierung von erneuerbaren Energieträgern anzustreben. Damit stellt sich die Frage nach den konkreten, quantitativ messbaren Auswirkungen des Einsatzes erneuerbarer Energieträger, um fundierte Entscheidungen auf Unternehmens- und Politikebene treffen zu können. Dazu gibt es zahlreiche, qualitativ hochwertige Vorarbeiten, die eine spezifische erneuerbare Energieform (z. B. Biomasse, Photovoltaik) oder eine bestimmte Fragestellung (z. B. Produktion von Solarkollektoren) umfangreich dokumentieren. Aufbauend auf diesen Vorarbeiten stellt die vorliegende Arbeit in Anwendung einer konsistenten – und damit vergleichbaren – Methodik, das gesamte Spektrum der für Österreich relevanten erneuerbaren Energieträger detailliert dar.

Ziel der Studie

Die Studie „Wirtschaftskraft Erneuerbarer Energie in Österreich und Erneuerbare Energie in Zahlen“ dokumentiert in anschaulicher Weise die volkswirtschaftlichen (Wertschöpfung und CO₂-Zertifikatseinsparungen) und ökologischen (CO₂-Reduktion) Effekte der Nutzung erneuerbarer Energie in Österreich. In modularem Aufbau werden die Inhalte des Untersuchungsgegenstandes, wie beispielsweise inländische Wertschöpfung, Beschäftigungseffekte, CO₂-Emissionen und CO₂-Preise, österreichische Produktion und technologisches Know-How sowie statistische Energiekennzahlen dargestellt. Das Ziel der Studie ist das Zusammenfassen des Status-Quo der Nutzung erneuerbarer Energie in Österreich unter Anwendung erprobter und bewährter Methodik aus umfangreichen Vorarbeiten in einer einzigen, in sich konsistenten Arbeit. Damit sollen folgende **zentrale Fragestellungen** beantwortet werden:

1. Die volkswirtschaftliche und ökologische Darstellung des Status-Quo der Nutzung erneuerbarer Energie in Österreich; die Kosteneinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger in Österreich seit 2000.
2. Das Aufzeigen von zukünftigen Chancen für die heimische Wirtschaft basierend auf heutigem technologischem Know-How im Bereich erneuerbarer Energie.

3. Eine Bestandsaufnahme der Wirkung von bestehenden Förderungen und Subventionen für das Energiesystem
4. Die Ableitung von Empfehlungen für wirtschaftliche und politische Entscheidungsträger betreffend das österreichische Energiesystem unter Bezugnahme langfristiger, internationaler Verpflichtungen (Kyoto-Protokoll, EU 20-20-20 Ziele, EU Energy-Roadmap 2050, EU Low-Carbon-Roadmap 2050)

Durch die Darstellung des Status-Quo lassen sich aus den zentralen Fragestellungen folgende **untergeordnete Fragenstellungen** beantworten:

1. Rückblick im Energiesystem (Ex-Post-Analyse): Was wäre gewesen, wenn der Ausbau erneuerbarer Energieträger nicht stattgefunden hätte? Mit welchen Zusatzkosten hätte die österreichische Volkswirtschaft zu rechnen gehabt?
2. Welche volkswirtschaftlichen Belastungen hätte ein rein fossiles Referenzenergiesystem¹ seit 2000 insgesamt zur Folge gehabt? (Stichwort Ölpreissteigerung und –importe, Kaufkraftabfluss)
3. Welche Exporterlöse, bei gleichzeitig vermiedenen Importen, können durch die Produktion von erneuerbaren Energietechnologien in Österreich erzielt werden? Welche sekundären volkswirtschaftlichen Effekte ergeben sich daraus?
4. Wie groß ist die Bedeutung des Heimmarktes für österreichische Unternehmen im Bereich erneuerbarer Energie, wie wichtig ist Technologieführerschaft? (vgl. Klaassen et al, 2005)
5. Steueraufkommen vs. staatlichen Förderungen: Wie viel bekommt der Staat an steuerlichen Rückflüssen durch die Installation und den Betrieb von erneuerbaren Energietechnologien im Vergleich zu eingesetzten Fördermitteln zurück?
6. Welche Menge an CO₂-Äquivalenten an Treibhausgasreduktionen ergibt sich aus dem Einsatz erneuerbarer Energie in Österreich im Vergleich zu einem fossilen Referenzenergiesystem seit 2000? Wie viele CO₂-Zertifikate zu welchen Preisen konnten dadurch eingespart werden?

¹ Das Referenzenergiesystem geht vom österreichischen Primärenergieaufkommen des Jahres 2000 aus, wobei kein weiterer Ausbau von erneuerbaren Energieträgern unterstellt wird (siehe auch Kapitel 3.5.1).

3 Projektinhalt und Ergebnis

3.1 Themencluster I: Klima und Energie

3.1.1 Energiebilanz und Anteil erneuerbarer Energie in Österreich

Die österreichische Energiebilanz für das Jahr 2011 weist einen Rückgang des Bruttoinlandsverbrauchs um 3,3% und einen Rückgang des energetischen Endverbrauchs um 3,9% aus. Damit ist nach dem Anstieg des Endenergieverbrauchs vom Jahr 2009 auf das Jahr 2010 um 6,7% im Jahr 2011 wieder ein Rückgang festzustellen. Die Schwankungen des nationalen Energieverbrauchs in der Periode 2008 bis 2011 sind vor allem auf die Schwankungen der Konjunktur (Wirtschaftskrise), die Schwankungen des Ölpreises, sowie auf witterungsbedingte Schwankungen des jährlichen Heizwärmebedarfes zurückzuführen. Die langfristige historische Entwicklung des Bruttoinlandsverbrauchs und des Anteils erneuerbarer Energie sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt. Verbrauchsrückgänge konnten im Jahr 2011 in allen großen Bereichen beobachtet werden. Der Endenergieverbrauch reduzierte sich dabei im produzierenden Bereich um 1,9%, im Verkehrsbereich um 2,3% und bei den sonstigen Verbrauchergruppen, welche auch die Haushalte enthalten, um 6,7%.

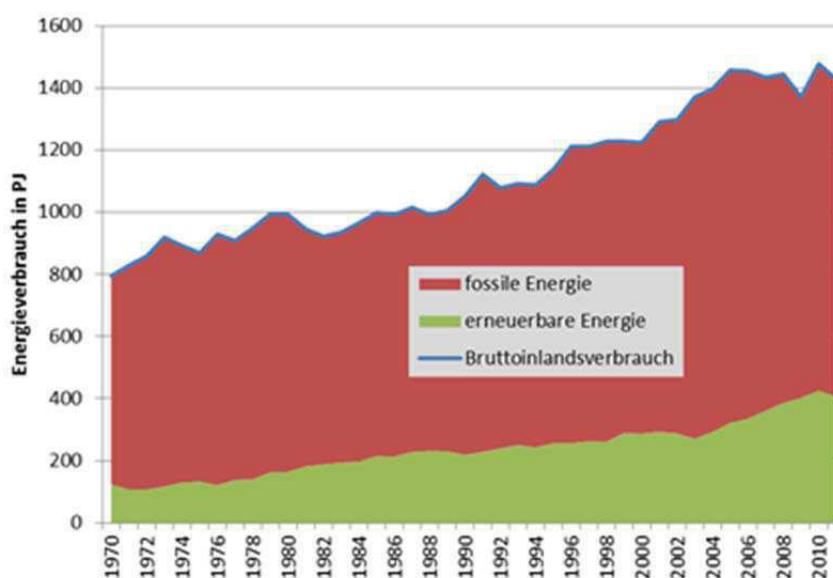


Abbildung 1: Anteil Erneuerbarer am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch 1970-2011.

Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

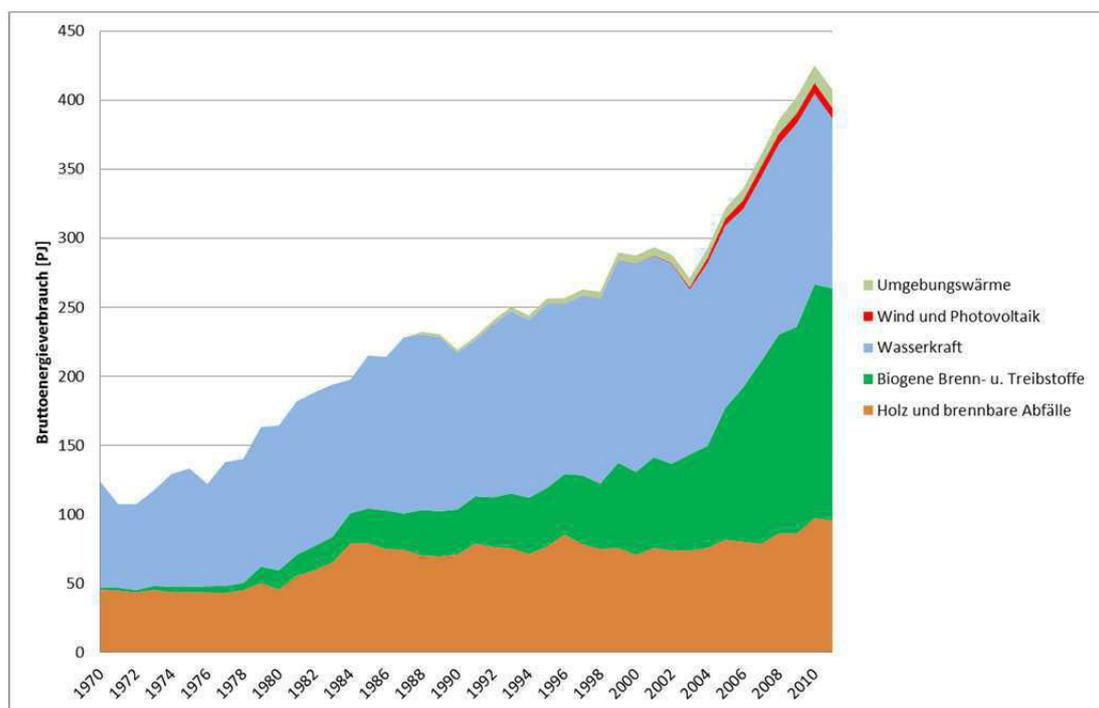


Abbildung 2: Österreichischer Bruttoinlandsverbrauch 1970-2011 erneuerbarer Energieträger; Detail aus Abbildung 1; Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Die inländische Erzeugung von Rohenergie in einem Umfang von 135.837 GWh oder 489 PJ konnte im Jahr 2011 einen Anteil von 34,3% des Bruttoinlandsverbrauchs von insgesamt 396.474 GWh oder 1.427 PJ abdecken. Der restliche Anteil von 65,7% wurde durch Energieimporte bereitgestellt. Im Jahr 2011 wurden in Österreich Energieimporte im Umfang von 357.863 GWh oder 1.288 PJ getätigt. Hierbei wurden vor allem Erdöl (44,0% der Gesamtimporte), Erdgas (36,1%) und Kohle (9,9%) importiert. Die Energieexporte Österreichs betragen im selben Zeitraum 82.263 GWh oder 296 PJ. Dabei wurden vor allem Erdgas (42,5% der Gesamtexporte), Erdöl (31,3%) und Strom (20,4%) exportiert (Tabelle 1).

Tabelle 1: Energiebilanz Österreich in den Jahren 2010 und 2011. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Energiebilanz Österreich	2010 GWh	2010 PJ	2011 GWh	2011 PJ	Veränderung
Inländische Erzeugung v. Rohenergie	144.242	519	135.837	489	-5,8%
Energieimporte	350.177	1.261	357.863	1.288	2,2%
Energie auf Lager (- Lagerung, +Entnahme)	11.389	41	-14.962	-54	-
Energieexporte	95.831	345	82.263	296	-14,2%
Bruttoinlandsverbrauch	409.977	1.476	396.474	1.427	-3,3%
Energetischer Endverbrauch	314.862	1.134	302.551	1.089	-3,9%

Der anteilmäßig stärkste Energieträger war im Jahr 2011 Erdöl und Erdölprodukte mit 35,9%, gefolgt von Erdgas und anderen Gasen fossilen Ursprungs mit 23,3%. Diese beiden Energieträgergruppen decken gemeinsam bereits 59,2% des gesamten Bruttoinlandsverbrauches ab (Tabelle 2 und Abbildung 3). Weitere Energieträger waren, gereiht nach ihrem Anteil, biogene Brenn- und Treibstoffe (11,8%), Kohle und Kohleprodukte (10,2%), Wasserkraft (8,6%), Holz und brennbare Abfälle (6,7%), andere Erneuerbare (1,5%), sowie der Importüberschuss des elektrischen Stroms (2,1%). Im Vergleich mit den Zahlen der EU27 weist die österreichische Energiebilanz durchschnittliche Anteile an Erdöl und Erdölprodukten sowie Erdgas, einen geringeren Anteil an Kohle, keine Kernenergie und einen deutlich höheren Anteil erneuerbarer Energie auf (Abbildung 4).

Tabelle 2: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern in den Jahren 2010 und 2011. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern	2010 GWh	2010 PJ	2011 GWh	2011 PJ	Veränderung
Elektrische Energie Importüberschuss	2.331	8	8.195	30	251,6%
Erdgas und andere fossile Gase	99.210	357	92.529	333	-6,7%
Erdöl und Erdölprodukte	151.042	544	142.181	512	-5,9%
Kohle und Kohleprodukte	39.273	141	40.336	145	2,7%
Biogene Brenn- u. Treibstoffe	47.002	169	46.661	168	-0,7%
Holz und brennbare Abfälle	27.062	97	26.594	96	-1,7%
Wasserkraft	38.380	138	34.181	123	-10,9%
Andere Erneuerbare	5.678	20	5.797	21	2,1%
Bruttoinlandsverbrauch (Summe)	409.977	1.476	396.474	1.427	

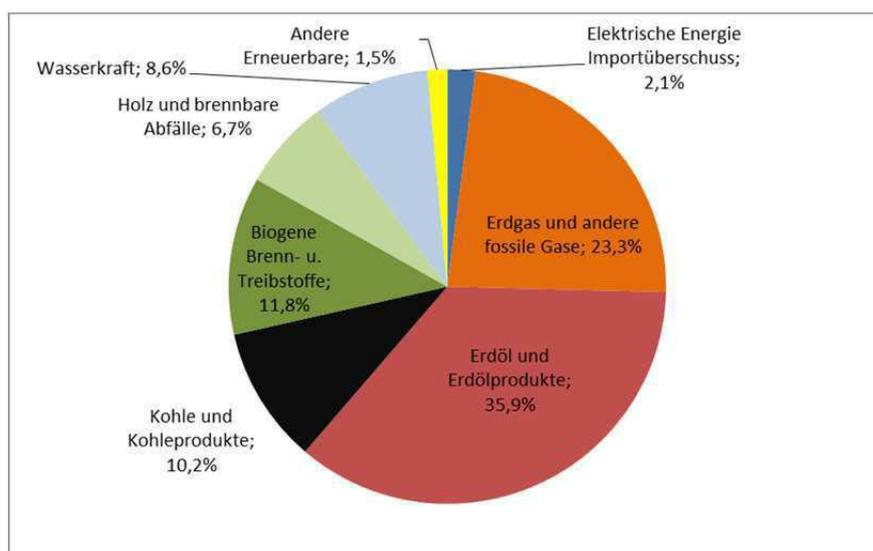


Abbildung 3: Anteile der Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch 2011 in Österreich; in Summe 396 TWh oder 1.427 PJ. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

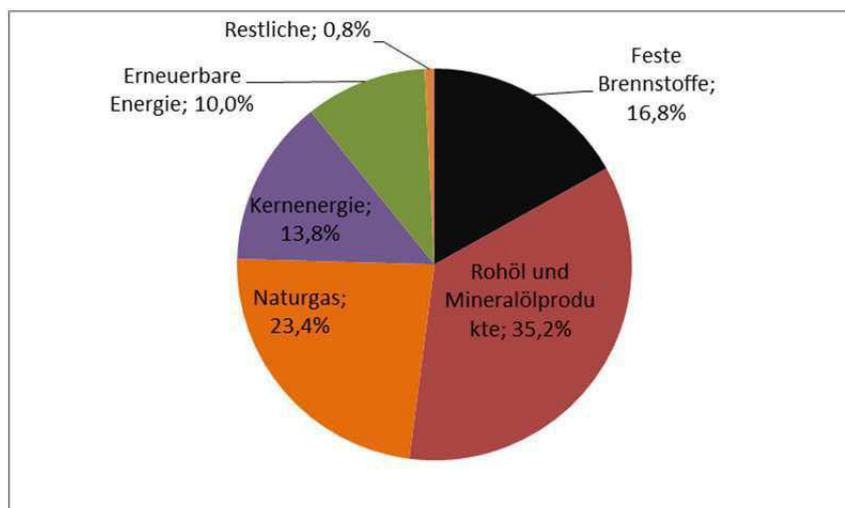


Abbildung 4: Anteile der Energieträger am Primärenergieverbrauch der EU27 im Jahr 2011; in Summe 19.768 TWh oder 71.166 PJ. Datenquelle: Eurostat (2012)

Der energetische Endverbrauch Österreichs gliedert sich im Jahr 2011 in die Anteile für den Verkehr mit 32,9%, die Sachgüterproduktion mit 28,7%, die privaten Haushalte mit 23,9%, den Dienstleistungsbereich mit 12,4% und die Landwirtschaft mit 2,1% (Abbildung 5). Im Jahr 2011 wiesen alle genannten Sektoren Verbrauchsrückgänge auf. Die bedeutendsten absoluten Rückgänge waren dabei im Bereich der Haushalte (minus 7.385 GWh oder minus 9,3%), im Bereich des Verkehrs (minus 2.321 GWh oder minus 2,3%) und im Bereich der Sachgüterproduktion (minus 1.649 GWh oder minus 1,9%) zu verzeichnen. Der anrechenbare Beitrag erneuerbarer Energie ist in Österreich nach der Berechnungsmethode gemäß EU (2009) vom Jahr 2010 auf das Jahr 2011 um 2.586 GWh oder 2,5% gesunken. Das resultiert im Wesentlichen aus den sektoralen Rückgängen des Gesamtenergieverbrauchs (-3,9%) im Jahr 2011. Damit ist der Anteil erneuerbarer Energie insgesamt um 0,4% gestiegen (Tabelle 3). Der erneuerbare Anteil im österreichischen Strommix sank von 2010 auf 2011 unwesentlich von 64,7% auf 64,6%. Steigende Anteile wurden in den Bereichen Fernwärme und Verkehr verbucht.

Tabelle 3: Anteil erneuerbarer Energie am Energieverbrauch in Österreich¹. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Bereich	2010	2011	Differenz
Anteil erneuerbare Energie insgesamt	30,6%	31,0%	+0,4%
Anteil Erneuerbarer Strom	64,7%	64,6%	-0,1%
Anteil Erneuerbare Fernwärme	43,9%	46,3%	+2,4%
Anteil Erneuerbare im Verkehr	6,4%	6,6%	+0,2%
Anteil restliche Erneuerbare am Endenergieverbrauch	27,7%	27,6%	-0,1%

¹ gemäß EU-Richtlinie erneuerbare Energie, EU (2009).

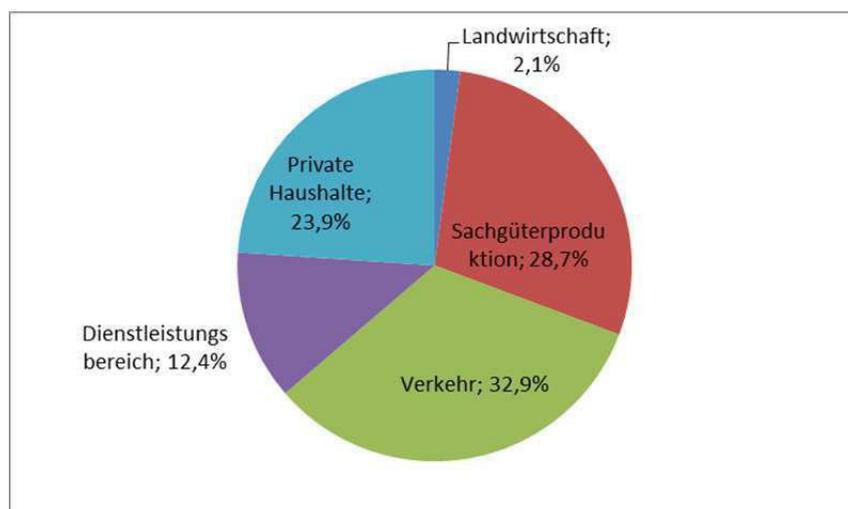


Abbildung 5: Sektoraler Endenergieverbrauch in Österreich im Jahr 2011; in Summe 303 TWh oder 1.089 PJ. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

3.1.2 Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern

In Österreich ist - wie in den meisten Staaten der Europäischen Union - eine starke Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern gegeben. Besonders deutlich wird dies bei Öl und Kohle, wo im Jahr 2000 jeweils mehr als 90% importiert werden mussten. Dieser Anteil stieg bis 2011 bei Erdöl leicht und bei Kohle sogar auf 100% an, da seit 2005 kein heimischer Kohlebergbau mehr stattfindet. Bei Gas stieg die Importabhängigkeit von 77% im Jahr 2000 auf 81% im Jahr 2011 an. Dagegen mussten im Jahr 2011 nur 5% der erneuerbaren Energieträger importiert werden (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7; ohne Stromimport / -export).

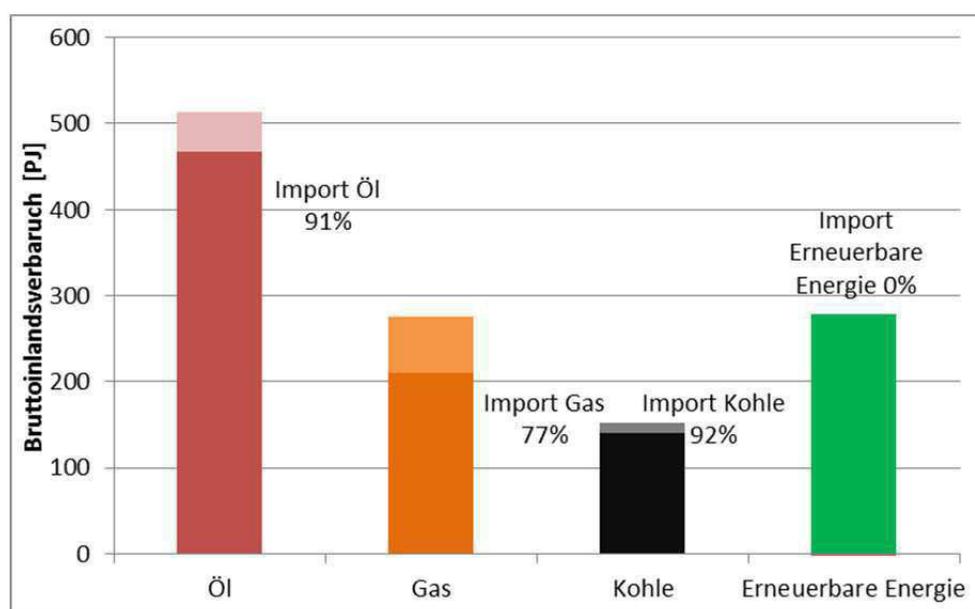


Abbildung 6: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträger in PJ im Jahr 2000; Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

In absoluten Zahlen des Bruttoinlandsverbrauches war von 2000 bis 2011 bei Öl ein leichter Anstieg von 513 PJ auf 517 PJ und bei Kohle ein leichter Rückgang von 153 PJ auf 145 PJ zu beobachten. Einen starken Anstieg hatten Gas von 276 PJ auf 328 PJ und erneuerbare Energieträger von 277 PJ auf 373 PJ zu verzeichnen. Die Anpassungsstrategie der laufenden Umstellung des österreichischen Energiesystems von fossilen hin zu erneuerbaren Energieträgern kann somit als Erfolg gewertet werden. Dennoch sind in Zukunft große Anstrengungen nötig, da die immer noch hohe Importabhängigkeit aus Sicht der Versorgungssicherheit natürlich sehr kritisch ist und man von zum Teil instabilen Exportländern abhängig ist. Die beiden Ölkrisen der 1970er Jahre und der Gaskonflikt zwischen Russland und der Ukraine von 2005/2006 hat dies bereits deutlich vor Augen geführt. Daneben ist durch die hohe Importabhängigkeit ein starker Kaufkraftabfluss ins Ausland gegeben, dessen Wirkung in Kapitel 3.5.2 näher beschrieben ist.

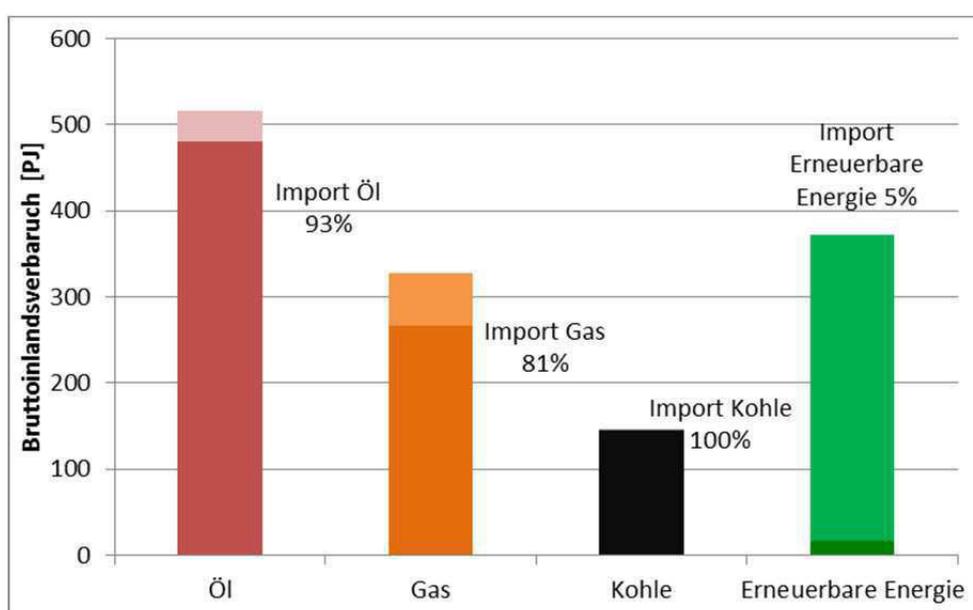


Abbildung 7: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträger in PJ im Jahr 2011; Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

3.1.3 Energetische Beiträge der einzelnen Sparten Erneuerbarer

Die größten Beiträge an erneuerbarer Energie² im österreichischen Endenergieaufkommen des Jahres 2011 stammten von Holzbrennstoffen inklusive Fernwärme aus Holzbrennstoffen mit 41.136 GWh und aus Wasserkraft mit 38.657 GWh. Diese beiden Energieträgergruppen machten gemeinsam einen Anteil von 80,3% des gesamten Aufkommens an erneuerbarer Endenergie in Österreich aus. Weitere Sparten mit größeren Beiträgen waren die energetische Nutzung von Abfällen mit 6,9% und die Biokraftstoffe mit

² laut Statistik Austria (2012b), ermittelt nach EU (2009).

6,1%. Die Beiträge aller anderen Erneuerbaren betragen jeweils weniger als 2,0%. Das Gesamtaufkommen an erneuerbarer Endenergie betrug im Jahr 2011 99.318 GWh und war damit um 2,5% geringer als im Vorjahr 2010. Die Beiträge der einzelnen Sparten sind in Abbildung 8 dargestellt. In

Tabelle 4 ist eine Aufgliederung des Gesamtaufkommens erneuerbarer Endenergie in den Jahren 2010 und 2011 in die Bereiche Strom, Wärme und Kraftstoffe dokumentiert. Detailinformationen zu den Technologien sind in Kapitel 3.2 dargestellt.

Unter dem Sammelbegriff **Holzbrennstoffe** ist die Nutzung von Brennholz, Hackschnitzel, Holzpellets, Holzbriketts, Holzabfällen, Holzkohle, und dem biogenen Anteil von Abfällen zusammengefasst. Die Nutzung der Holzbrennstoffe schlägt sich sowohl im Strom- als auch im Wärmebereich nieder und trägt insgesamt mit 31,5% zum erneuerbaren Endenergieaufkommen in Österreich bei. Wird der Anteil fester Biomasse im erneuerbaren Anteil der Fernwärme hinzugerechnet, so steigt der Anteil der Holzbrennstoffe auf 41,4%. Traditioneller Weise kommt feste Biomasse als Energieträger im Zuge der dezentralen Raumwärmebereitstellung zum Einsatz, aber auch die Biomasse Kraft-Wärme Kopplung stellt eine etablierte Anwendung dar. Die Endenergie aus fester Biomasse im Energiemix sank von 2010 auf 2011 um 5,6%, was vor allem auf den sektoralen Energieverbrauchs-rückgang im Wärmebereich aufgrund der Witterungsverhältnisse zurückzuführen ist.

Die Nutzung der **Wasserkraft** trug im Jahr 2011 mit 38,9% zum gesamten erneuerbaren Endenergieaufkommen in Österreich bei. Diese in Österreich historisch gewachsene und etablierte Technologie bezieht vor allem in Hinblick auf die Bedeutung des besonders hochwertigen Energieträgers Strom im heutigen Wirtschaftssystem eine wichtige Position. Die produzierte Endenergie aus Wasserkraft ist von 2010 auf 2011 um 0,6% gesunken und damit fast konstant geblieben.

Der erneuerbare Anteil der **Fernwärme** stellt mit einem Anteil von 10,3% am Gesamtaufkommen Erneuerbarer die drittgrößte Einzelsparte dar. Erneuerbare Fernwärme enthält 84,3% Holzbrennstoffe, 6,1% erneuerbaren Müllanteil, 5,3% sonstige feste Biomasse, 1,5% Geothermie und weitere geringe Anteile aus den Bereichen Biogas, flüssige Biomasse und Laugen. Die erneuerbare Endenergie aus Fernwärme ist vom Jahr 2010 auf 2011 um 2,9% gesunken. Der Anteil erneuerbarer Fernwärme an der gesamten Fernwärme betrug im Jahr 2011 46,3%.

Die Sparte der **Ablaugen** erbringt einen Beitrag von 6,9%, der den Bereichen Strom und Wärme zugeordnet wird. Die energetische Nutzung von Ablaugen ist vom Jahr 2010 auf das Jahr 2011 um 1,6% gesunken, was auch aus der allgemeinen Konjunktorentwicklung resultiert.

Aufgrund der seit dem Jahr 2005 kontinuierlich ansteigenden Substitutionsverpflichtung von fossilen Kraftstoffen wiesen die **Biokraftstoffe** bis zum Jahr 2009 ein starkes Wachstum auf. Entsprechend der seit 2009 unveränderten Höhe der Substitutionsziele wurden

2010 und 2011 annähernd konstante Mengen an Biokraftstoffen eingesetzt. Die Sparte Biokraftstoffe hatte im Jahr 2011 einen Anteil von 6,1% am Gesamtaufkommen erneuerbarer Endenergie und war mit einem Anstieg von 0,1% bezogen auf das Vorjahr 2010 stabil. Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl werden fast ausschließlich im Verkehrsbereich eingesetzt, ein sehr geringer Anteil dieser Energieträger wird jedoch als Biobrennstoff verstromt.

Die Nutzung der **Windkraft** war im Jahr 2011 mit 2,1% am erneuerbaren Endenergieaufkommen beteiligt. Nach den Jahren des starken Windkraftausbaues von 2003 bis 2006 konnte im Jahr 2011 nur ein geringerer weiterer Ausbau umgesetzt werden. Daraus resultierte eine Steigerung des Beitrages aus Windkraft von 2010 auf 2011 von 2,5%.

Die Nutzung der **Solarthermie** trug im Jahr 2011 mit 1,9% zum erneuerbaren Endenergieaufkommen in Österreich bei. Die Steigerung des absoluten Beitrages von 2010 auf 2011 betrug 2,9%. Wärme aus solarthermischen Anlagen wird zum überwiegenden Teil bei der Brauchwassererwärmung und Raumheizung in Wohngebäuden, aber auch in Servicegebäuden eingesetzt.

Umweltwärme wird mittels Wärmepumpen nutzbar gemacht und erbrachte im Jahr 2011 einen Beitrag von 1,1% zum erneuerbaren Endenergieaufkommen in Österreich. Die Steigerung des energetischen Beitrages von 2010 auf 2011 betrug dabei 10,2% und war auf die fortschreitende Verbreitung der Wärmepumpentechnologie zurückzuführen. Umweltwärme wird zum überwiegenden Teil im Bereich der Raumwärme und der Brauchwassererwärmung in Wohngebäuden, aber auch in Servicegebäuden genutzt.

Die Nutzung von **Biogas** trug im Jahr 2011 mit 0,8% zum erneuerbaren Endenergieaufkommen in Österreich bei. Der energetische Beitrag aus Biogas reduzierte sich vom Jahr 2010 auf das Jahr 2011 um 7,7% was auch auf gestiegene Rohstoffkosten für Biogasanlagen zurückzuführen ist.

Die Nutzung der tiefen **Geothermie** ist vorrangig im Bereich Wärme etabliert. Anlagen mit zusätzlicher Stromgewinnung stellen wegen der für die Stromgewinnung geringen Temperaturenniveaus die Ausnahme dar. Die Geothermie trug im Jahr 2011 mit 0,1% zum erneuerbaren Endenergieaufkommen in Österreich bei und wies von 2010 auf 2011 eine Abnahme der Produktion um 13,4% auf. Ein weiterer energetischer Beitrag der Geothermie ist im Sektor Fernwärme enthalten, wobei damit ein Gesamtbeitrag der Geothermie von 0,24% gegeben ist.

Der mittels **Photovoltaik** produzierte elektrische Strom trug mit 0,2% zum erneuerbaren Endenergieaufkommen 2011 bei. Das Wachstum der absoluten Beiträge betrug vom Jahr 2010 auf 2011 jedoch 96,0%, was das größte Wachstum einer einzelnen Sparte in diesem Jahr darstellt. Dieses Wachstum war vor allem aufgrund der günstigen energiepolitischen Rahmenbedingungen und der steilen ökonomischen Lernkurve dieser Technologie möglich geworden.

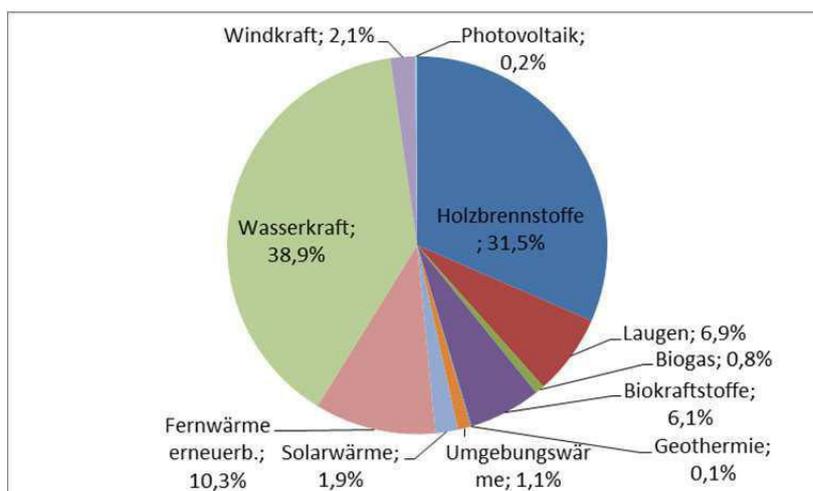


Abbildung 8: Erneuerbare Endenergie in Österreich im Jahr 2011: Anteile der Energieträger in Summe 99.318 GWh, in Prozent. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Tabelle 4: Erneuerbare Endenergie in Österreich in den Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe; alle Werte in GWh. Quelle: Statistik Austria (2012b)

Sparte	Strom		Wärme		Kraftstoffe		Gesamt		Veränderung
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	
Biogas	649	625	187	147			836	772	-7,7%
Biokraftstoffe	30	12			6.064	6.087	6.094	6.099	0,1%
Fernwärme (erneuerbarer Anteil)²			10.552	10.242			10.552	10.242	-2,9%
Geothermie	1,4	1,1	89	77			90	78	-13,4%
Holz brennstoffe¹	2.585	2.603	30.909	28.729			33.495	31.332	-6,5%
Laugen	1.201	1.282	5.782	5.588			6.983	6.870	-1,6%
Photovoltaik	89	174					89	174	96,0%
Solarwärme			1.858	1.913			1.858	1.913	2,9%
Umgebungswärme			992	1.092			992	1.092	10,2%
Wasserkraft	38.876	38.657					38.876	38.657	-0,6%
Windkraft	2.038	2.089					2.038	2.089	2,5%
Summen	45.470	45.444	50.370	47.787	6.064	6.087	101.904	99.318	

¹ Brennholz, Hackschnitzel, Holzpellets, Holzbriketts, Holzabfälle, Holzkohle, biogene Abfälle;

² Erneuerbarer Anteil; enthält: Müll erneuerbar, Holz-basiert, Biogas, Biogene flüssig, Laugen, sonstige feste Biogene und Geothermie;

3.1.4 Die Struktur der Stromerzeugung in Österreich

Die Gesamtbilanz des elektrischen Stroms in Österreich für die Datenjahre 2010 und 2011 ist in Tabelle 5 dokumentiert. Der Inlandsstromverbrauch betrug im Jahr 2011 59.644 GWh und war damit um 121 GWh oder 0,2% geringer als im Jahr 2010. Der durch die Wirtschaftskrise verursachte Stromverbrauchsrückgang von 2008 auf 2009 um 3,6% wurde mit einem Stromverbrauchsanstieg im Jahr 2010 beinahe kompensiert und blieb im Jahr 2011 quasi konstant, was angesichts der stagnierenden Konjunktur in diesem Jahr auch plausibel ist. Die in Österreich insgesamt im Jahr 2011 verwendete Strommenge (inklusive Pumpspeicherung und physikalische Stromexporte) betrug 81.392 GWh und war damit um 308 GWh oder 0,4% geringer als im Jahr davor. Reduktionen sind auch im Bereich des Eigenbedarfs im Netz- und Erzeugungsbereich festzustellen. Alleine die Pumpspeicherung erfuhr mit einem Plus von 9,6% eine Steigerung.

Die Stromaufbringung war im Jahr 2011 vor allem durch eine um 10,4% reduzierte Produktion der Wasserkraft durch geringere Wasserstände der Flüsse gekennzeichnet. Auch die thermische Stromproduktion verzeichnete einen Rückgang um 9,0%. Die geringere Produktion wurde durch vermehrte Stromimporte ausgeglichen, wobei ein Anstieg der Stromimporte um 20,3% zu verzeichnen war. Die physikalischen Stromimporte Österreichs stammten im Jahr 2011 zu 55% aus Deutschland, zu 40% aus Tschechien und zu jeweils geringen Anteilen aus Ungarn, Slowenien, Italien und Liechtenstein. Die Stromexporte aus Österreich ergingen im selben Jahr an die Länder Schweiz, Deutschland, Slowenien, Italien sowie zu jeweils geringen Anteilen an Ungarn, Liechtenstein und Tschechien. Die Struktur der Aufbringung und der Verwendung von Strom im öffentlichen Netz ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Gesamtbilanz Strom des öffentlichen Netzes in Österreich. Datenquelle: E-Control (2012b)

Gesamtbilanz Strom in Österreich Angaben in GWh bzw. Prozent	2010	2011	Veränderung
Verwendung			
Endverbrauch Strom	55.005	55.076	+0,1%
Netzverluste	3.351	3.307	-1,3%
Eigenbedarf Netz	345	296	-16,6%
Eigenbedarf Erzeugung	1.063	964	-10,2%
Inlandsstromverbrauch	59.765	59.644	-0,2%
Pumpspeicherung	4.572	5.056	+9,6%
Physikalische Stromexporte	17.363	16.693	-4,0%
Verwendung total	81.700	81.392	-0,4%
Aufbringung			
Wasserkraft inkl. Kleinwasserkraft	39.864	36.111	-10,4%
Wärmekraft inkl. erneuerbarer Wärmekraft ³	19.596	17.977	-9,0%
Windkraft, Photovoltaik und Geothermie	2.096	1.985	-5,6%
Sonstige Erzeugung	290	416	+30,3%
Physikalische Stromimporte	19.855	24.904	+20,3%
Aufbringung total	81.700	81.392	-0,4%

Im Jahr 2011 wurden in Österreich laut Statistik Austria (2012b) insgesamt 45.444 GWh Strom aus Erneuerbaren bereitgestellt. Dies waren um 26 GWh oder 0,1% weniger als im Jahr 2010. Somit war die Produktion erneuerbaren Stromes weitestgehend konstant, was sich auch am Anteil erneuerbaren Stromes im Strommix zeigt (Tabelle 6).

Die von der Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG) registrierten Ökostrom-Einspeisemengen haben sich vom Jahr 2010 auf das Jahr 2011 um 451 GWh oder 7,6% verringert und anschließend im Jahr 2012 um 700 GWh oder 12,8% erhöht (Tabelle 6). Bemerkenswert sind besonders der massive Rückgang bei flüssiger Biomasse um minus 98% und der enorme Zuwachs bei der Photovoltaik um plus 159%. Die Anzahl der aktiven Vertragsverhältnisse mit OeMAG erhöhte sich im Bereich der Kleinwasserkraft vom 4. Quartal 2011 auf das 4. Quartal 2012 von 1.658 auf 1.715. „Sonstige“ Ökostromanlagen stiegen um 71% von 6.900 auf 11.797, was vor allem auf den Boom bei Photovoltaik zurück zu führen ist; bei der Windkraft erhöhte sich die Anzahl der Verträge um 59% von 147 auf 234. Die Verteilung der Ökostromanteile 2011 und 2012 sind in Abbildung 9 und Abbildung 10 dargestellt.

³ Die Datenquelle lässt keinen Rückschluss auf den Anteil erneuerbarer Wärmekraft im öffentlichen Stromnetz zu. An der gesamten Stromversorgung (öffentliches Netz plus Eigenerzeuger) betrug der Anteil biogener Brennstoffe 18% des Stroms aus Wärmekraftwerken.

Tabelle 6: Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Datenquellen: Statistik Austria (2012b), E-Control (2012a) und E-Control (2013)

Strom aus Erneuerbaren in Österreich	2010 in GWh	2011 in GWh	2012 in GWh	Veränderung 2011-12
Strom aus Erneuerbaren total	45.470	45.444	n. a.	
Erneuerbarer Anteil am Gesamtstrom	64,7%	64,6%	n. a.	
Ökostrom - Einspeisemengen in Österreich mit Abnahmevertrag der OeMAG				
Kleinwasserkraft (aus geförderten Anlagen)	1.258	988	1.095	+10,8%
Windkraft	2.019	1.883	2.386	+26,7%
Biomasse fest inkl. biogener Anteil aus Abfällen	1.987	1.969	1.983	+0,7%
Biomasse gasförmig	539	520	554	+6,5%
Biomasse flüssig	30	12	0,3	-97,5%
Photovoltaik	26	39	101	+159%
Deponie- und Klärgas	43	40	31	-22,5%
Geothermie	1,4	1,1	0,7	-36,4%
Ökostrom - Einspeisung total	5.903	5.452	6.152	+12,8%

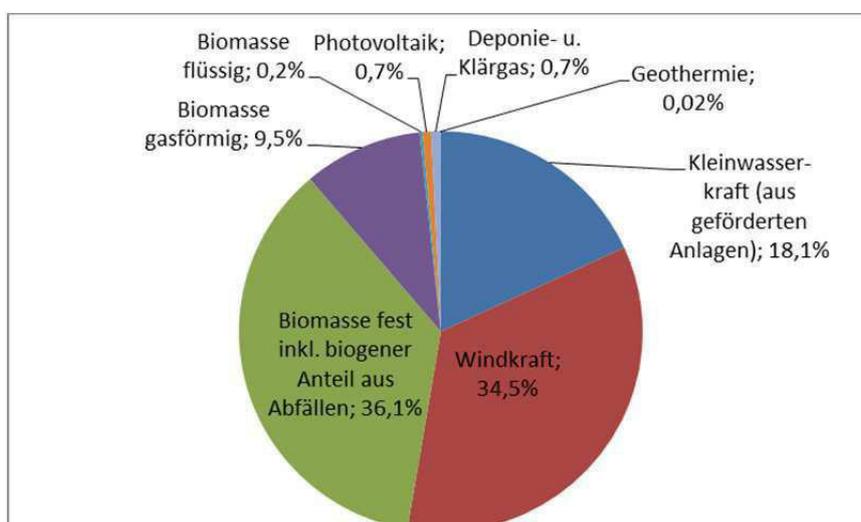


Abbildung 9: Ökostrom-Aufkommen in Österreich nach Technologien im Jahr 2011, in Summe 5.452 GWh. Datenquelle: E-Control (2012a)

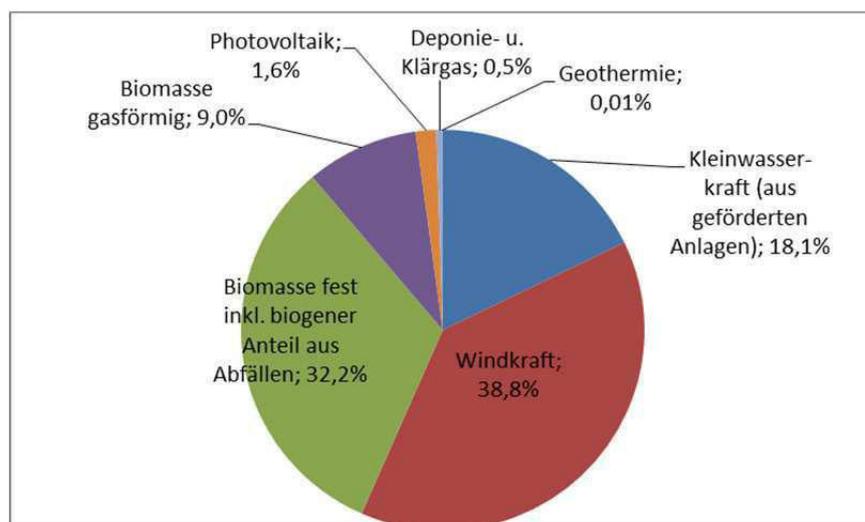


Abbildung 10: Ökostrom-Aufkommen in Österreich nach Technologien im Jahr 2012, in Summe 6.152 GWh. Datenquelle: E-Control (2013)

Die Monatsbilanzen der österreichischen Stromverwendung und –aufbringung sind für das Jahr 2011 in Abbildung 11 dargestellt. Der geringste Monatswert trat hierbei mit 6.167 GWh im August auf, der höchste Monatswert mit 7.723 GWh im Jänner. Der Beitrag der Wasserkraft zeigt einen ausgeprägten Jahresgang mit einem Aufbringungsmaximum im Monat Juni. Zur Deckung der jahreszeitlich gegenläufig ausgeprägten Verwendung werden in den Wintermonaten vermehrt Wärmekraftwerke eingesetzt und Stromimporte getätigt. Die Stromexporte zeigen hingegen eine weniger stark ausgeprägte jahreszeitliche Charakteristik.

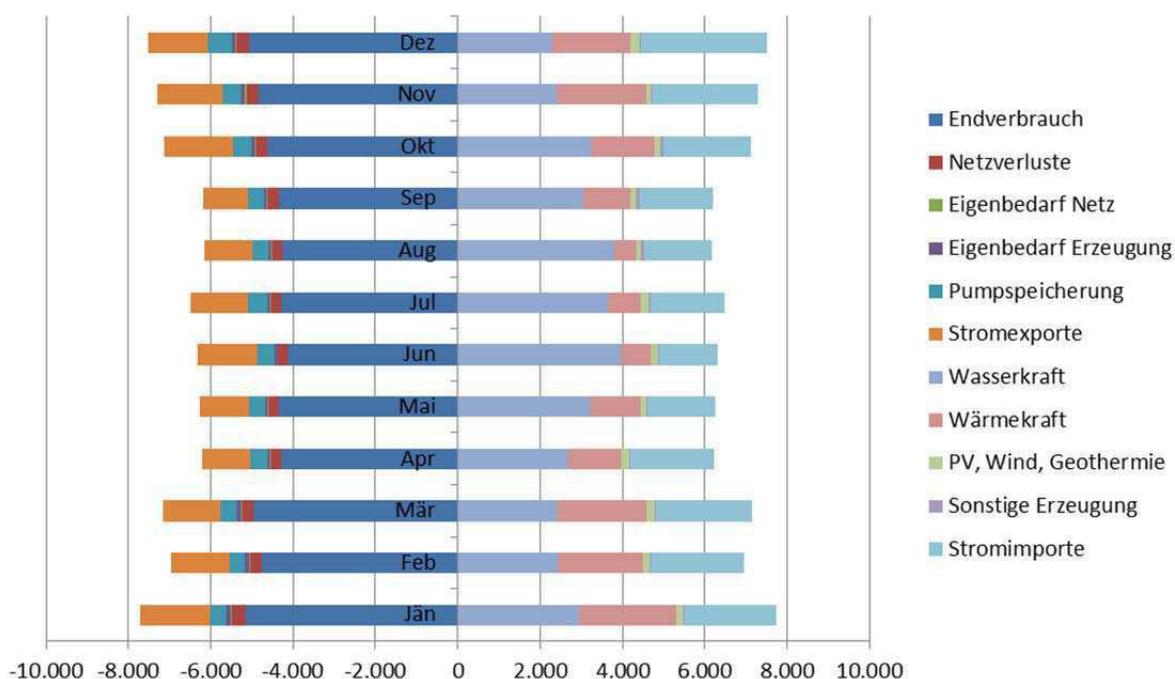


Abbildung 11: Jahresbilanz des elektrischen Stroms in Österreich 2011 auf Monatsbasis in GWh. Datenquelle: E-Control (2012b)

3.1.5 Treibhausgasemissionen und CO₂-Kosteneinsparung

Treibhausgasreduktion durch die Nutzung erneuerbarer Energie im Jahr 2011

Der Klimaschutzbericht 2012 des Umweltbundesamtes bezieht sich auf das Datenjahr 2010 und betrifft damit das dritte Jahr der fünfjährigen Kyoto-Periode 2008 bis 2012. Laut Klimaschutzbericht betragen die Treibhausgas-Emissionen in Österreich im Berichtsjahr 2010 84,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Die Emissionen lagen damit im Jahr 2010 um 15,8 Mio. Tonnen über dem zu erreichenden jährlichen Durchschnittswert des für 2008 bis 2012 festgelegten Kyoto-Ziels von 68,8 Mio. Tonnen. Unter Berücksichtigung des Emissionshandels, der Projekte aus Joint Implementation und Clean Development Mechanism (JI/CDM) sowie der Bilanz aus Neubewaldung und Entwaldung ist jedoch die Lücke zwischen Emissionen und Kyoto-Ziel geschlossen.

Ab dem Jahr 2005 war ein abnehmender Trend der Treibhausgas-Emissionen in Österreich zu verzeichnen. Wurden 2005 noch knapp 93 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent freigesetzt, so waren es im Jahr 2010 um 8,9% weniger. Ein stärkerer Rückgang der Emissionen in den Jahren 2008 und 2009 war auf die Auswirkungen der Wirtschaftskrise zurückzuführen. Diese führte auch zu einem Rückgang der Produktion und zu einem Rückgang des allgemeinen Energieverbrauchs. Im Jahr 2010 war jedoch wieder ein deutlicher Anstieg der Treibhausgasemissionen zu beobachten. Dieser Trend dürfte sich nach eigenen Berechnungen auch 2011 in abgeschwächter Form fortgesetzt haben (siehe Abbildung 12); reale Daten für 2011 liegen nicht vor (Stand Juli 2013).

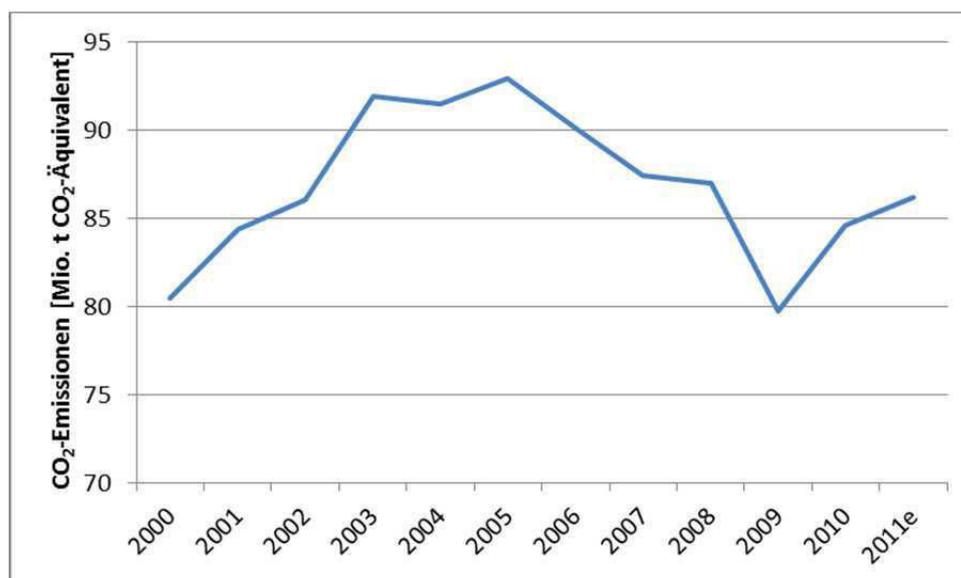


Abbildung 12: Entwicklung der österreichischen Treibhausgasemissionen seit 2000 in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Datenquelle: UBA (2012), eigene Schätzung für 2011

Die wichtigsten Verursacher von Treibhausgas-Emissionen waren im Jahr 2010 die Sektoren Industrie und produzierendes Gewerbe mit einem Anteil von 29,2%, der Verkehr mit 26,6%, die Energieaufbringung mit 16,9 % und schlussendlich der Bereich Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch mit 13,5%. In den Sektoren Industrie sowie Energieaufbringung werden ca. 79 % der Emissionen von Betrieben verursacht, die dem Emissionshandel unterliegen. Der Verkehrssektor ist mit rund 3,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten der Sektor mit der größten Abweichung zum sektoralen Ziel der Klimastrategie. Von einer Erreichung des sektoralen Zieles der Klimastrategie ist ohne weitere, kurzfristig wirksame Maßnahmen nicht auszugehen.

Zentrale Ansatzpunkte der Klimastrategie sind die Steigerung der Energieeffizienz und die Forcierung der Nutzung erneuerbarer Energieträger. In diesem Zusammenhang werden im Folgenden die in Österreich im Jahr 2011 durch den Einsatz von erneuerbarer Energie vermiedenen CO₂-Äquivalent-Emissionen dargestellt. Für die Berechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Elektrischer Strom aus Erneuerbaren substituiert ENTSO-E-Stromimporte mit einem Emissionskoeffizienten von 412,8 gCO_{2äqu}/kWh_{el} (Jahresmittelwert für 2011). Der Emissionskoeffizient für die inländische Gesamt-Stromaufbringung beträgt im Jahr 2011 für eine Bandlast 290,5 gCO_{2äqu}/kWh_{el} und für eine heizgradtagskorrelierte Last (z.B. Raumwärme) 327,2 gCO_{2äqu}/kWh_{el}.
- Wärme aus Erneuerbaren substituiert den österreichischen Mix des gesamten Wärmebereichs (Raumheizung, Dampferzeugung und Industrieöfen) im Jahr 2011 mit einem Emissionskoeffizienten von 196,6 gCO_{2äqu}/kWh.
- Kraftstoffe aus Erneuerbaren substituieren den nicht erneuerbaren österreichischen Kraftstoffmix im Jahr 2011 aus Benzin und Diesel mit einem Emissionskoeffizienten von 263,0 gCO_{2äqu}/kWh.

Unter diesen Voraussetzungen konnten im Jahr 2011 durch den Einsatz erneuerbarer Energie in Österreich Emissionen im Umfang von 15,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent vermieden werden (Tabelle 7). Wird die Großwasserkraft größer 10 MW Anlagengröße hinzugerechnet, so ergibt sich eine Einsparung von 29,8 Mio. Tonnen. Die errechnete Einsparung war damit unter der Berücksichtigung der Großwasserkraft um 1,5% geringer wie im Vorjahr 2010. Sektoral war der Bereich Strom als konstant zu bewerten, der Bereich Wärme zeigte eine Abnahme von 5,1% und im Verkehrssektor war eine Steigerung der Einsparungen um 3,4% zu beobachten.

Tabelle 7: Durch den Einsatz von erneuerbarer Energie in Österreich vermiedene Emissionen in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent; eigene Darstellung

Bereich	2010	2011	Veränderung
Durch erneuerbare Energie (exklusive Großwasserkraft >10MW) vermiedene CO ₂ -Äquivalent Emissionen	15,98 Mio. t	15,83 Mio. t	-1,0%
Durch erneuerbare Energie (inklusive gesamte Wasserkraft) vermiedene CO ₂ -Äquivalent Emissionen	30,27 Mio. t	29,80 Mio. t	-1,5%

Die vermiedenen Emissionen im Jahr 2011 aus den drei Sektoren Strom, Wärme und Treibstoffe sind zusammenfassend in Abbildung 13 in absoluten Zahlen dargestellt. Ohne Berücksichtigung der Großwasserkraft stammen die jeweils größten Beiträge der drei dargestellten Sektoren aus Holzbrennstoffen, Kleinwasserkraft und Biodiesel. Gemeinsam mit dem erneuerbaren Anteil der Fernwärme macht der Anteil dieser vier größten Beiträge 69,7% der gesamten eingesparten Emissionen aus.

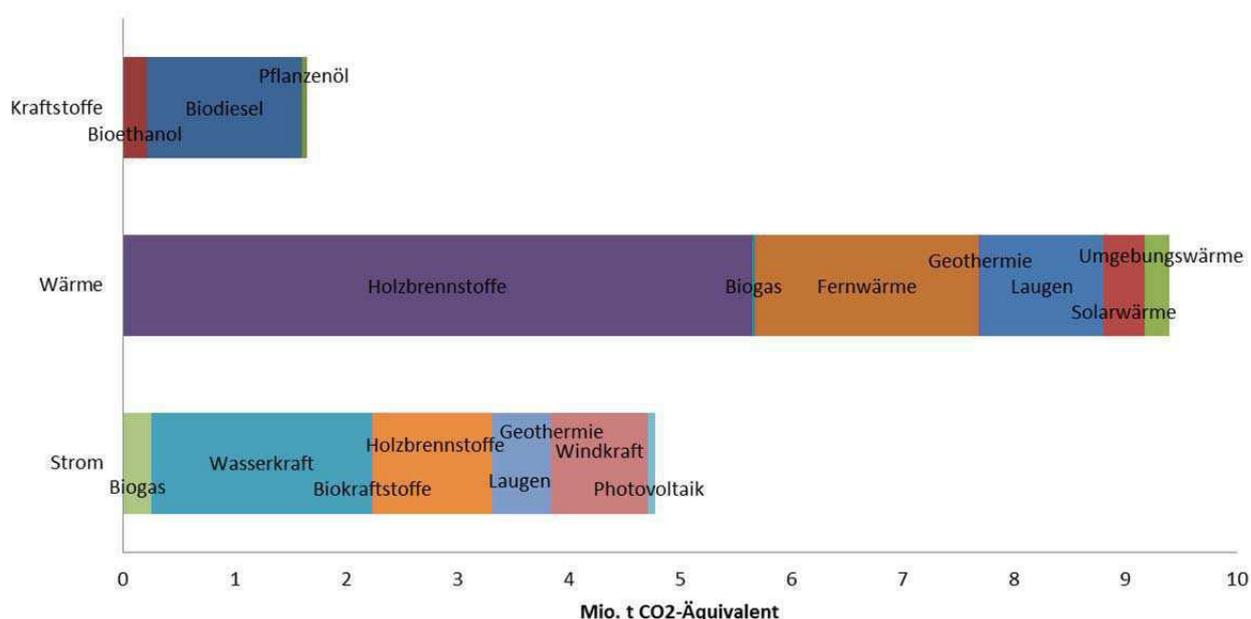


Abbildung 13: Vermiedene CO₂-Äquivalent Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energie in den Sektoren Kraftstoffe, Wärme und Strom ohne Großwasserkraft, insgesamt 15,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent; eigene Darstellung

Treibhausgasreduktion durch den Ausbau erneuerbarer Energie seit 2000

Neben den vermiedenen Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energie in Österreich im Jahr 2011, werden die erzielten Einsparungen an Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) durch den Ausbau erneuerbarer Energie seit dem Jahr 2000 berechnet. Der Energieträgermix des Bruttoenergieverbrauchs Österreichs seit dem Jahr 2000 (vgl. Abbildung 2 oben) wird mit einem Alternativszenario „Eis-Szenario“ verglichen (siehe Kapitel 3.5.1). Dem Eis-Szenario untersteht die Annahme konstant bleibender Anteile der einzelnen Energieträger im Bruttoenergieverbrauch Österreichs seit dem Jahr 2000 nach dem Mengenindex von Laspeyres. Das bedeutet, der absolute Energieverbrauch im Eis-Szenario stimmt mit der realen Entwicklung überein, die Anteile der Energieträger verharren jedoch auf dem Niveau von 2000. Die Differenz der einzelnen Energieträger aus realer Entwicklung und dem Eis-Szenario bildet die Basis für die Berechnung der Treibhausgasreduktion durch den Ausbau erneuerbarer Energie. Dazu werden folgende Annahmen getroffen:

- Import und Export von elektrischem Strom wird mit den UCTE bzw. ENTSO-Emissionskoeffizienten pro Jahr bewertet. Dieser sank vom Jahr 2000 von 450 gCO_{2äqu}/kWh_{el} auf 413 gCO_{2äqu}/kWh_{el} im Jahr 2011.
- Erdgas und andere fossile Gase emittieren 312 gCO_{2äqu}/kWh, Kohle und Kohleprodukte emittieren 396 gCO_{2äqu}/kWh. Der nicht erneuerbare österreichische Kraftstoffmix im Jahr 2011 aus Benzin und Diesel mit einem Emissionskoeffizienten von 263,0 gCO_{2äqu}/kWh repräsentiert die Emissionen aus Erdöl und Erdölprodukten.
- Biogene Brenn- u. Treibstoffe sowie Holz und brennbare Abfälle emittieren 7 gCO_{2äqu}/kWh, andere erneuerbare Energieträger wie Wasser- und Windkraft, Photovoltaik und Umgebungswärme emittieren 2 gCO_{2äqu}/kWh.

Die Annahmen erweisen sich als sehr robust; die realen österreichischen Treibhausgasemissionen können auf Basis des Modells mit einer maximalen, jährlichen Abweichung von 4% aus der österreichischen Energiebilanz berechnet werden.

Durch den Ausbau erneuerbarer Energie in Österreich zeigen sich bis zum Jahr 2004 kaum nennenswerte Emissionseinsparungen, ähnlich der volkswirtschaftlichen Entwicklung (siehe Kapitel 3.5.2), danach steigen die jährlichen Einsparungen rasch auf über 10 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent an. Die kumulierten Treibhausgaseinsparungen seit dem Jahr 2000 betragen 49 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, das etwa 60% des Jahresausstoßes 2010 an Treibhausgasen in Österreich entspricht. Unter Berücksichtigung von CO₂-Zertifikatspreisen werden die vermiedenen CO₂-Kosten ermittelt. Dafür werden einerseits der jährliche Durchschnitt der EEX-Spotmarktpreise für CO₂-Zertifikate seit Beginn des Emissionshandels im Jahr 2005 und andererseits die angepeilten Kosten für CO₂-Zertifikate in der Höhe von 30 EUR/t (siehe EU, 2013) zur Berechnung herangezogen. Legt man die EEX-Spotmarktpreise zu Grunde, sind die jährlichen Kosteneinsparungen

starken Schwankungen unterworfen und belaufen sich in Summe auf 682 Mio. EUR. Nimmt man die von der EU-Kommission angepeilten 30 EUR/t konstant seit 2005 belaufen sich die kumulierten Kosteneinsparungen auf 1,45 Mrd. EUR (Abbildung 14).

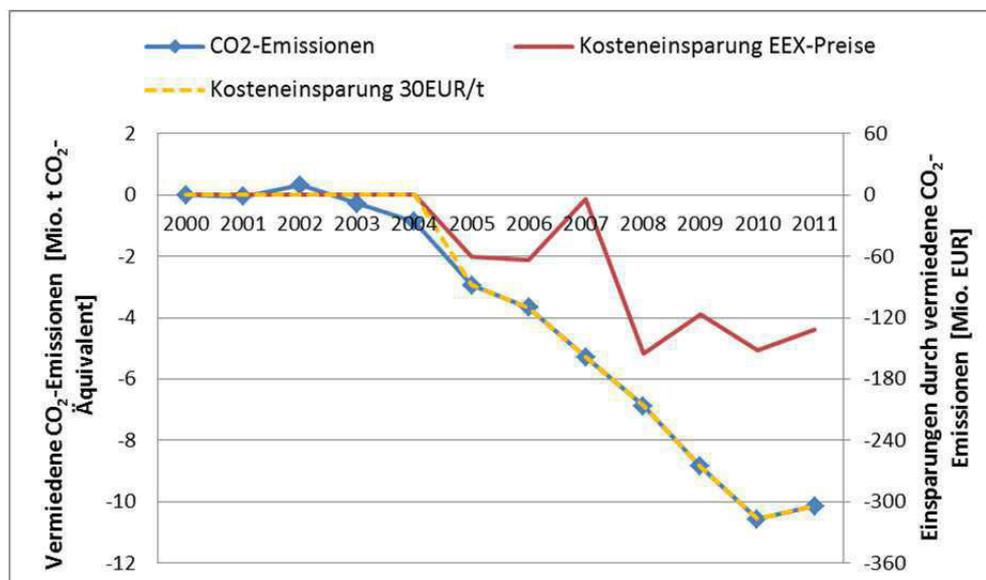


Abbildung 14: Vermiedene, jährliche CO₂-Emissionen durch den Ausbau erneuerbarer Energie in Österreich [Mio. t. CO₂-Äquivalent] und damit verbundene Kostenreduktion in Mio. EUR, basierend auf EEX-Spotmarktpreisen bzw. 30 EUR/t gem. EU (2013) für CO₂-Zertifikate; eigene Berechnung

Ein **Alternativszenario zur Treibhausgasreduktion** durch den Ausbau erneuerbarer Energie seit 2000 unterstellt für den Import von elektrischem Strom anstatt des UCTE bzw. ENTSO-E-Emissionskoeffizienten den Einsatz des Grenzkraftwerkes - in der Regel ein altes Kohlekraftwerk – mit einem CO₂-Emissionsfaktor von 627 gCO_{2äqu}/kWh_{el}.

Die Annahmen im Alternativszenario erweisen sich geringfügig weniger robust als im Basisszenario. Die maximale, jährliche Abweichung der berechneten österreichischen Treibhausgasemissionen von den realen Emissionen beträgt 5,5%.

Im Alternativszenario ist der Kurvenverlauf ist völlig ident mit jenem in Abbildung 14; die absoluten Werte sind aber unterschiedlich. Die kumulierten Treibhausgaseinsparungen seit dem Jahr 2000 betragen im Alternativszenario 53 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und sind somit um 4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent höher als im Basisszenario. Dadurch ergeben sich mit den EEX-Spotmarktpreisen für CO₂-Zertifikate Kosteneinsparungen von 729 Mio. EUR bzw. 1,53 Mrd. EUR mit einem konstanten Wert von 30 EUR/t. Die Kosteneinsparungen im Alternativszenario sind somit um etwa 47 bis 81 Mio. EUR höher als im Basisszenario.

3.2 Themencluster II: Erneuerbare Energietechnologie in Österreich

3.2.1 Feste Biomasse

Die energetische Nutzung fester Biomasse ist in Österreich angesichts der großen inländischen Biomassepotenziale eine traditionelle Form der Nutzung erneuerbarer Energie. In diesem Sinne baut die aktuelle Marktentwicklung im Bereich der Biomassefeuerungen auf einen großen Anlagenbestand auf. Abbildung 15 veranschaulicht die Marktentwicklung der Biomasse-Heizungen in Österreich, wobei typengeprüfte Stückholzkessel erst ab dem Jahr 2001 statistisch erfasst wurden. Markant ist hierbei der Markteinbruch im Jahr 2007, der auf eine Pelletsverknappung und –teuerung im Jahr 2006 zurückzuführen ist. Durch eine Erhöhung der Produktionskapazitäten für Pellets und durch die hohen Ölpreise im ersten Halbjahr 2008 konnte sich der Markt rasch wieder erholen. Der neuerliche Einbruch im Jahr 2009 bzw. die Rückgänge im Jahr 2010 sind auf die allgemeinen Auswirkungen der Wirtschaftskrise, auf den im Jahr 2009 stark gesunkenen Ölpreis und auf die Vergabe einer Förderung für Ölkessel durch die österreichische Mineralölindustrie zurückzuführen.

Nach einer Stabilisierung des Marktes im Jahr 2010 konnte in den Jahren 2011 und 2012 ein neuer Aufschwung bei den Verkaufszahlen von Biomassekesseln verzeichnet werden. 2012 wurden in Österreich 6.887 typengeprüfte Stückholzkessel, 3.573 Hackgutkessel bis 100 kW, 11.971 Pelletskessel und 796 Großanlagen neu installiert. Zusätzlich wurden im Jahr 2012 in Österreich 32.256 Biomasse-Einzelöfen installiert, wobei darin 20.244 Kaminöfen, 9.155 Herde und 2.857 Pelletöfen enthalten sind. Somit zeichnet sich ein ambivalentes Bild; die Anzahl der im Inlandsmarkt verkauften Biomassekessel ist von 2011 auf 2012 um 9,6% gestiegen, während die Anzahl der im selben Zeitraum verkauften Biomasseöfen um 17,8% gesunken ist. Inwiefern dies im Jahr 2012 mit der Ölkesselförderung durch die österreichische Mineralölindustrie in Zusammenhang steht, lässt sich nicht klären. Fest steht allerdings, dass Dänemark unbestritten eine Vorreiterrolle einnimmt und seit 1. 1. 2013 den Einbau von Öl- und Gaskesseln in Neubauten verbietet (Dänisches Ministerium für Klima, Energie und Gebäude, 2012). Ab 2016 wird dies unter bestimmten Voraussetzungen auch für Bestandsgebäude gelten. Damit macht sich das Land unabhängiger von fossilen Energieimporten.

Die wichtigsten Exportländer für österreichische Biomassekessel sind Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien. Als maßgeblich für die zukünftige Entwicklung der Biomassebranche wurde im Rahmen von Interviews mit Branchenvertretern vor allem der Ölpreis gesehen (siehe Bointner et. al. 2012).

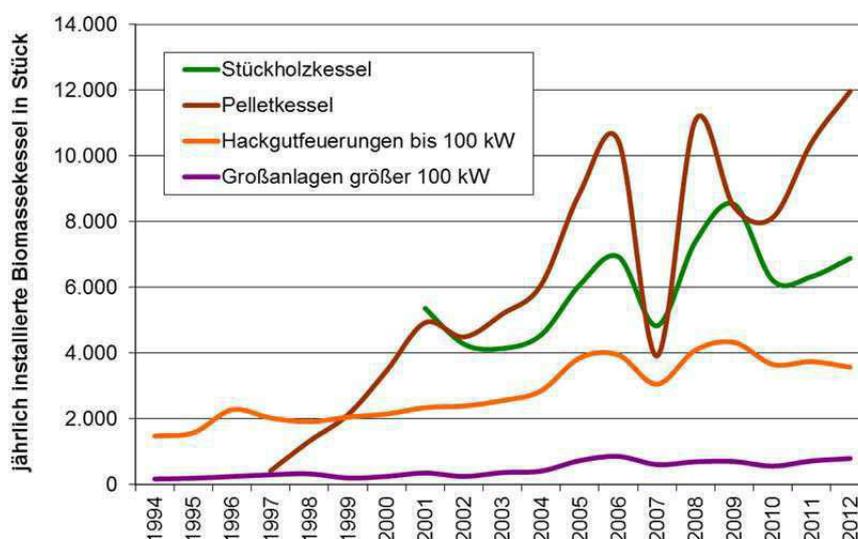


Abbildung 15: In Österreich pro Jahr neu installierte Biomassekessel 1994-2012. Datenquelle: Biermayr et al. 2013, basierend auf Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2012)

3.2.2 Biotreibstoffe

Der Sektor der Biotreibstoffe ist in Österreich eine vergleichsweise junge Form der Nutzung erneuerbarer Energieträger und zielt auf die Reduktion der Treibhausgase aus dem Verkehrssektor durch die Substitution fossiler Energieträger ab. Die Einführung und Marktdurchdringung von Biotreibstoffen ist in der EU-Biokraftstoffrichtlinie 2003/30/EG, vgl. EU (2003), für den Verkehrssektor als Teil der EU-Klimastrategie geregelt. Diese Richtlinie, welche im Jahr 2004 in nationales Recht umgesetzt wurde, sieht eine Substitution von fossilen Kraftstoffen durch Biokraftstoffe im Umfang von 2,0% ab dem Jahr 2005 und 5,75% ab dem Jahr 2010 vor. Österreich setzte diese Ziele rascher um als in der EU Richtlinie vorgesehen, wobei als wesentliche nationale Meilensteine 2,5% Substitutionsverpflichtung ab 1. Oktober 2005, 4,3% ab 1. Oktober 2007 und 5,75% ab 1. Oktober 2008 definiert wurden. Der weitere Verlauf der Marktdiffusion wird nunmehr durch die Erneuerbare Richtlinie 2009/28/EG vgl. EU (2009) beeinflusst. In Abbildung 16 ist die Entwicklung der in Österreich pro Jahr abgesetzten Biotreibstoffe veranschaulicht. Der wesentliche Anteil resultiert jeweils aus dem Einsatz von Biodiesel als Beimengung zum Treibstoff aus fossilen Energieträgern sowie als reiner Biotreibstoff für entsprechende Fahrzeuge. Bioethanol wird seit 2007 durch die Beimengung zu Benzintreibstoffen in den Umlauf gebracht und Pflanzenöl wird in der Landwirtschaft und im Straßengüterverkehr eingesetzt.

Nach der erfolgreichen Umsetzung der oben angeführten Zwischenziele hat Österreich im Jahr 2009 das Substitutionsziel von 5,75%, gemessen am Energieinhalt, mit tatsächlich

erreichten 7,0% bereits deutlich übertroffen. Im Jahr 2010 wurde ein Anteil von 6,6% erreicht und im Jahr 2011 6,75%.

Im Jahr 2011 waren in Österreich 14 Anlagen zur Produktion von Biodiesel in Betrieb. Die Gesamt-Produktionskapazität betrug dabei 645.000 Tonnen pro Jahr und die tatsächliche Produktion belief sich auf 309.598 Tonnen Biodiesel. Die inländische Produktion machte somit 61,1% der in Österreich insgesamt eingesetzten Biodieselmenge aus, wobei 64.524 Tonnen der inländischen Produktion exportiert wurden.

Zur großindustriellen Produktion von Bioethanol war im Jahr 2011 in Österreich eine einzige Anlage im niederösterreichischen Pischelsdorf verfügbar. Die Produktionskapazität dieser Anlage entsprach im Jahr 2011 ca. 191.000 Tonnen Bioethanol pro Jahr. Insgesamt wurden in dieser Anlage im Jahr 2011 ca. 170.994 Tonnen Ethanol erzeugt, was einer Produktionssteigerung im Vergleich zum Jahr 2010 um ca. 9% entspricht. Von dem in Österreich produzierten Bioethanol wurden 77.726 Tonnen in Österreich abgesetzt und 93.268 Tonnen exportiert.

Das zur energetischen Nutzung bestimmte Pflanzenöl wird in zahlreichen dezentralen Ölmühlen aus Samen und Saaten gepresst. Für das Jahr 2011 kann davon ausgegangen werden, dass die vorrangig im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzten Pflanzenölmengen von 1.140 Tonnen aus inländischer Produktion stammen.

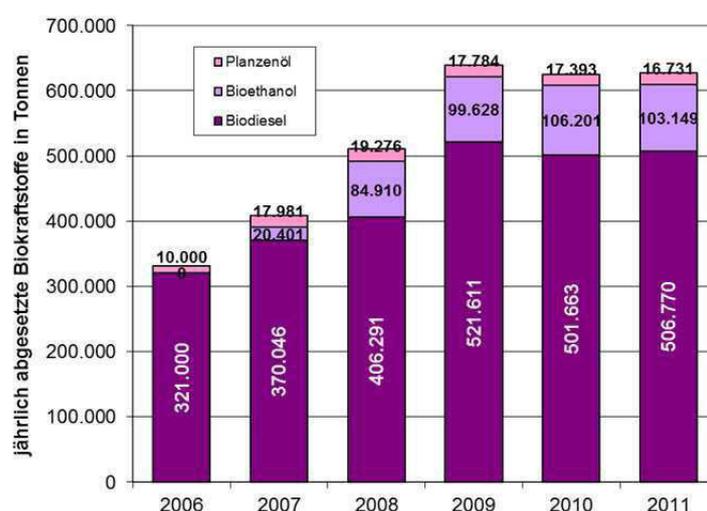


Abbildung 16: Jährlich abgesetzte Biotreibstoffe in Österreich. Datenquelle: Lebensministerium (2012) und gleichlautende Publikationen der Vorjahre

Neue Produktionsprozesse, insbesondere biogene Kraftstoffe der 2. Generation, „Biomass to Liquid“ und die Nutzung von Algen können auf lange Sicht neue Marktchancen eröffnen.

3.2.3 Biogas

Die historische Entwicklung der Biogasnutzung in Österreich ist in Abbildung 17 anhand der Zahlen für die anerkannten Biogas-Ökostromanlagen dargestellt. Die Errichtung von Biogasanlagen wurde dabei maßgeblich von den energiepolitischen Anreizen des ersten Ökostromgesetzes beeinflusst, siehe auch Tragner et al. 2008. Die maximale Steigerung der neu anerkannten Biogas-Ökostromanlagen wurde im Jahr 2004 mit einem Plus von 35,5 MW_{el} erreicht. In der darauf folgenden Phase der unsicheren Förderungssituation kamen nur noch wenige neue Anlagen zu Stande. Weitere wirtschaftliche Faktoren wie die Verfügbarkeit und die Kosten der benötigten pflanzlichen Rohstoffe wie z.B. Mais beeinflussten Investitionsentscheidungen zusätzlich.

Im Jahr 2012 waren in Österreich 368 Biogasanlagen mit einer kumulierten elektrischen Leistung von 106,8 MW als Ökostromanlagen anerkannt. Die elektrische Leistung aller Anlagen steigerte sich dabei im Jahr 2012 im Vergleich zum Jahr 2011 um 1,4 MW. Die bescheidmäßige Anerkennung einer Ökostromanlage bedeutet jedoch nicht, dass diese Anlage auch bereits in Betrieb gegangen ist. Neben der Stromproduktion werden die KWK-Anlagen auch zur Bereitstellung von Nah- und Prozesswärme genutzt.

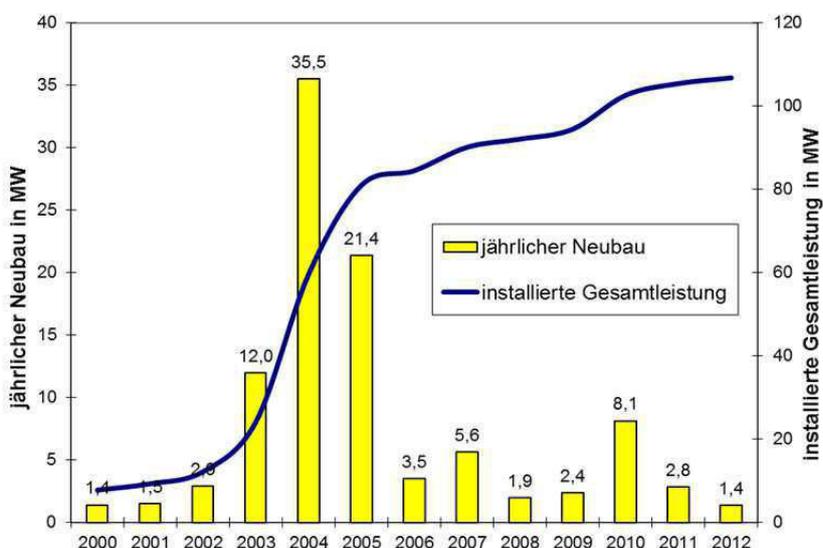


Abbildung 17: Anerkannte Ökostrom-Biogasanlagen in Österreich 2000-2011. Datenquelle: Biermayr (2013) und E-Control (2013a)

Zukünftiges Potential besteht in der Rohgas-Reinigung und der Aufbereitung auf Erdgasqualität, womit ins Erdgasnetz eingespeist werden kann. In der Errichtung von Biogas- und KWK-Anlagen ist das Know-How einiger österreichischer Unternehmen besonders ausgeprägt.

3.2.4 Geothermie

In Österreich waren im Jahr 2011 ca. 15 Geothermie-Anlagen für die Wärmegewinnung und zwei Anlagen für die kombinierte Wärme- u. Stromgewinnung in Betrieb. Die installierte Gesamt-Wärmeleistung betrug ca. 93 MW, wobei die thermische Arbeit aus Geothermie mit ca. 235 GWh angegeben werden kann. Dabei sind 77 GWh dem direkten Endverbrauch (Nutzung in Thermalbädern, als Raumwärme und für die Brauchwassererwärmung) und 158 GWh der Fernwärme zuzuordnen. Die Stromproduktion aus den beiden kombinierten Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von insgesamt 0,92 MW_{el} betrug im Jahr 2011 laut OeMAG 1,1 GWh_{el} und 2012 0,7 GWh_{el}. Die in Betrieb befindlichen Anlagen sind vor allem in Oberösterreich und der Steiermark angesiedelt, wobei sich die größte Anlage mit einer thermischen Leistung von 10,6 MW in Altheim in Oberösterreich befindet. Der weitere Ausbau der Geothermie in Österreich wird von den hohen Investitionskosten der Bohrungen, der Investitionsunsicherheit im Hinblick auf die erschließbaren Wärmequellen und durch die erforderliche Infrastruktur der Wärmeverteilung bzw. auch durch ein geeignetes Nachfragepotenzial eingeschränkt. Wie Stanzer et al. (2010) zeigen, ist in Österreich Potenzial für einen Ausbau der tiefen Geothermie vorhanden. Dieses könnte durch österreichische Firmen mit Kompetenz im Bohrwesen und Anlagenbau umgesetzt werden.

3.2.5 Photovoltaik

Die historische Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich beginnt mit einem ersten Diffusionsschub in den Jahren 2002 bis 2004, welcher durch die Anreize des ersten Ökostromgesetzes entstanden ist (Abbildung 18). Durch die im Ökostromgesetz 2001 vorgesehene Deckelung der Tarifförderung brach der Inlandsmarkt für Photovoltaik ab dem Jahr 2004 jedoch wieder ein. Ab dem Jahr 2008 standen neue Fördermittel auf Bundes- und Landesebene zur Verfügung, welche in Form von Investitionszuschüssen und einer gedeckelten tariflichen Förderung vergeben wurden. Durch diese Anreize entwickelte sich ab dem Jahr 2008 ein starkes Wachstum des Inlandsmarktes, das im Jahr 2012 das historische Maximum von 175,7 MW_{peak} neu installierter Photovoltaikanlagen bewirkte. Diese Dynamik wurde dabei nicht nur durch die eingesetzten Fördermittel, sondern auch durch eine massive Reduktion der Photovoltaikpreise ausgelöst.

Im Jahr 2011 wurden in Österreich netzgekoppelte Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 175.493 kW_{peak} und autarke Anlagen mit einer Gesamtleistung von 220 kW_{peak} installiert. Insgesamt ergibt dies einen Zuwachs von 175.712 kW_{peak}, der in Österreich im Jahr 2012 zu einer kumulierten Gesamtleistung aller Photovoltaikanlagen von 363,9 MW_{peak} geführt hat. Die in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen führten 2011 zu einer erneuerbaren Stromproduktion von 174,1 GWh. In Österreich werden vor allem Photovoltaikmodule und Wechselrichter gefertigt. Die Exportquote bei Photovoltaikmodulen betrug 2012 68%. Die Produktionsbereiche Nachführsysteme und Wechselrichter wiesen im Jahr 2012 Exportquoten von jeweils ca. 97% auf. Exportmärkte für Module und Nachführsysteme sind vor allem in der EU angesiedelt, Wechselrichter werden auch auf dem Weltmarkt vertrieben. Zukünftiges Potential für heimische Unternehmen bergen die Gebäudeintegration und Nischenprodukte.

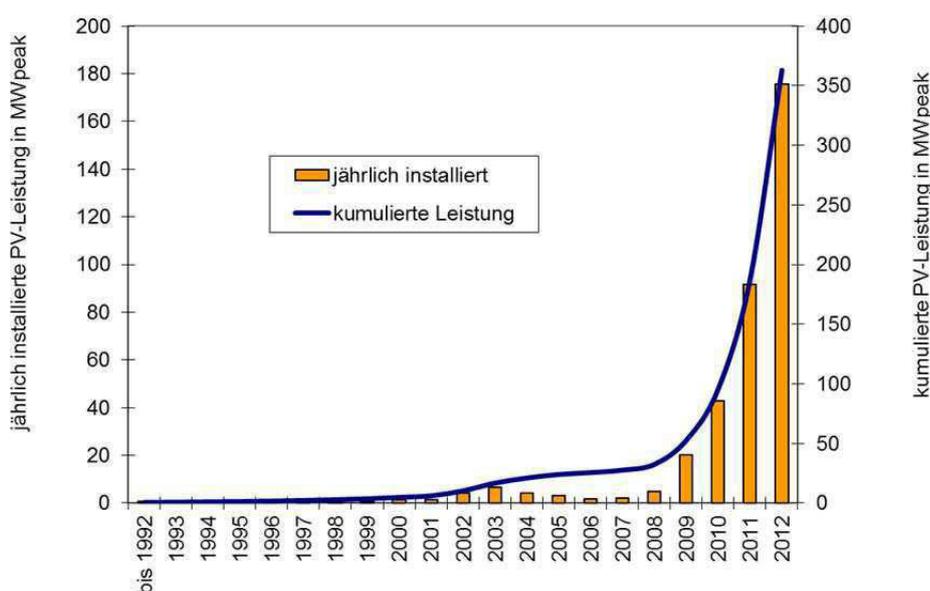


Abbildung 18: Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2012 (netzgekoppelte und autarke Anlagen). Datenquelle: Biermayr et al. (2013)

3.2.6 Solarthermie

Die Marktdiffusion der Solarthermie setzte in Österreich in den 1970er Jahren ein und wurde in den ersten Jahren von Selbstbaugruppen mit einer Kollektorfertigung im kleinen Stil getragen. In den 1990er Jahren erfolgte die Industrialisierung der Kollektorfertigung. Ab diesem Zeitpunkt war eine starke Steigerung der Marktdiffusion zu beobachten, wobei die Technologie zunächst im Bereich der Brauchwassererwärmung im Einfamilienhausbereich zum Einsatz kam. Die weitere Entwicklung führte vermehrt zum Einsatz der Technologie im Bereich der teilsolaren Raumheizung und zum Einsatz im Mehrfamilienhaus- und Gewerbebereich. Die im Jahr 2012 neu installierte Kollektorleistung war mit 146,8 MW_{th} (alle Kollektortypen) um ca. 16% geringer als im Jahr 2011 (Abbildung 19). Dieser Rückgang ist dabei auf die indirekten Nachwirkungen der Wirtschaftskrise und auf den aufkommenden Wettbewerb mit der Photovoltaik (Stichwort Flächenkonkurrenz) zurückzuführen.

Die im Jahr 2012 neu installierten Kollektoren waren zu 95,8% verglaste Flachkollektoren für die Brauchwassererwärmung und für die Raumwärmebereitstellung. Dabei waren 56% des Anlagenbestandes Kombianlagen für die Brauchwassererwärmung und Raumwärmebereitstellung. Unter der Berücksichtigung einer technischen Lebensdauer von 25 Jahren waren im Jahr 2012 in Österreich ca. 4,9 Mio. m² thermische Sonnenkollektoren in Betrieb, was einer installierten Leistung von 3.451 MW_{th} entspricht. Der Nutzwärmeertrag dieser Anlagen liegt bei 1.853 GWh_{th}. Der Exportanteil der in Österreich gefertigten verglasten Flachkollektoren betrug im Jahr 2012 ca. 81%. Markteinbrüche im Exportbereich waren vor allem in den wichtigen Exportdestinationen Deutschland und Spanien zu beobachten.

Als Antwort auf die weltweiten Entwicklungstrends im Solarthermiesektor, der von Thermosiphonsystemen und Vakuumröhrenkollektoren dominiert wird, haben sich bereits einige der österreichischen Flachkollektorhersteller entschlossen, Thermosiphonsysteme in Südeuropa und in anderen Regionen ohne Gefahr von Frosteinbrüchen anzubieten.

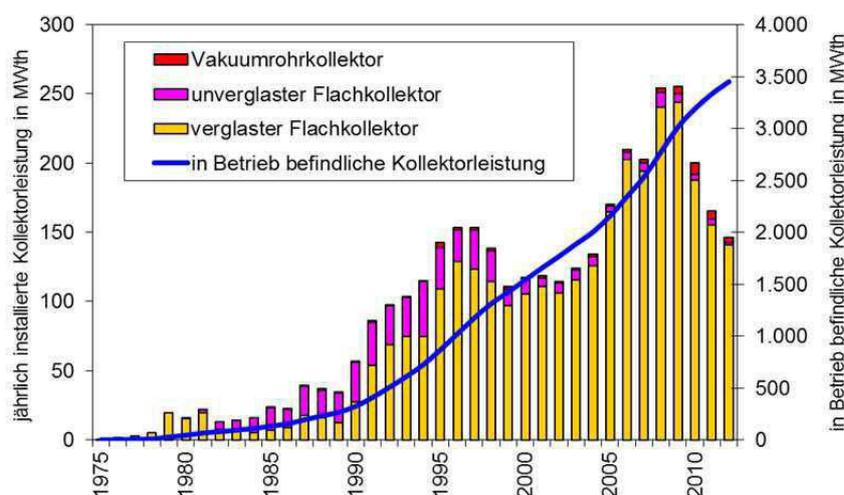


Abbildung 19: Ausbau der Solarthermie in Österreich 1975 bis 2012. Datenquelle: Biermayr et al. (2013)

3.2.7 Wärmepumpen

Die Entwicklung des Wärmepumpenmarktes in Österreich ist durch ein historisches Diffusionsmaximum im Jahr 1986, eine Umstrukturierung des Marktes von der Brauchwasserwärmepumpe zur Heizungswärmepumpe und ein deutliches Wachstum des Marktes ab dem Jahr 2000 gekennzeichnet (Abbildung 20). Ein wesentlicher Faktor für die starke Verbreitung von Heizungswärmepumpen in der letzten Dekade war die steigende Gebäudeenergieeffizienz moderner Wohngebäude. Der geringe Heizwärme-, Heizleistungs- und Heizungsvorlaufbedarfs dieser Gebäude begünstigte einen energieeffizienten Einsatz von Heizungswärmepumpen. Das historische Maximum der in Österreich jährlich installierten Wärmepumpen war im Jahr 2008 zu beobachten, wobei in diesem Jahr 18.705 Wärmepumpen aller Kategorien installiert wurden. In den darauf folgenden Jahren war bis 2011 jeweils ein geringer Rückgang der im Inlandsmarkt neu installierten Anlagen zu verzeichnen. Als Hintergründe für diese Entwicklung sind vor allem die indirekten Auswirkungen der Wirtschaftskrise durch sinkende Neubau-Zahlen und die Förderung von neuen Ölkesseln durch die österreichische Mineralölwirtschaft zu nennen.

Im österreichischen Heizungs-Wärmepumpenmarkt war im Jahr 2012 in Bezug auf das Jahr 2011 ein Anstieg der Verkaufszahlen um 11,6% auf 13.495 Stück zu verzeichnen. Dem gegenüber kam es zu einem Rückgang des Absatzes von Brauchwasserwärmepumpen um 6,2% auf 3.884 Stück. Der Exportmarkt von Heizungs-Wärmepumpen wuchs im selben Jahr um 15,6% auf 10.260 Stück aller Kategorien und Leistungsklassen.

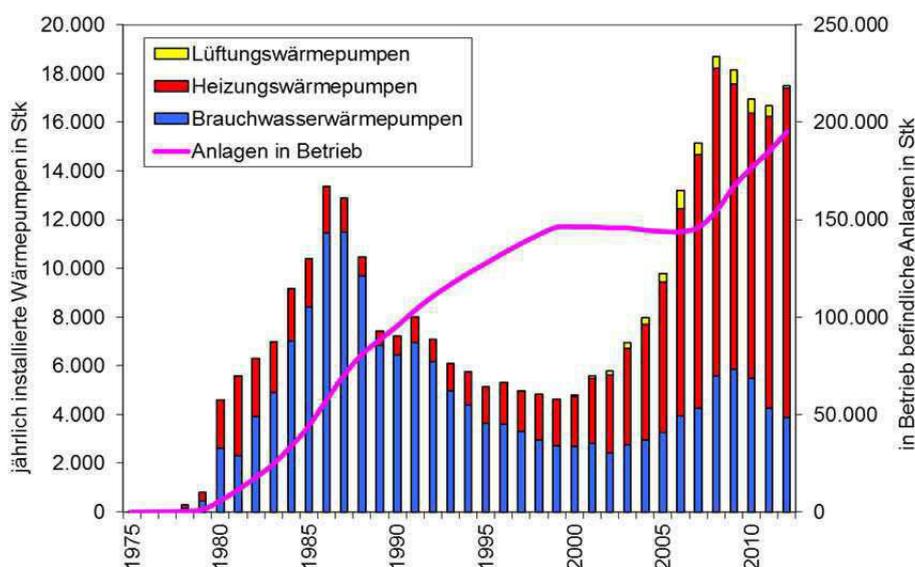


Abbildung 20: Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich 1975 bis 2012; Datenquelle: Biermayr et al. (2013)

Besonderes Potential besteht für Wärmepumpen besteht in der weiteren Verbreitung von Niedrigstenergie- und Nullenergiegebäuden mit äußerst geringem Heizenergiebedarf, wie es von der EU-Richtlinie 2010/31/EU bis 2021 für sämtliche Neubauten und große Renovierungen gefordert wird.

3.2.8 Wasserkraft

Die Nutzung der Wasserkraft kann in Österreich auf eine lange Geschichte zurückblicken und stellt neben der energetischen Nutzung der festen Biomasse eine der tragenden Säulen der erneuerbaren Energiebereitstellung dar. Die Erschließung der Potenziale, vor allem jene der Großwasserkraft, erfolgte hauptsächlich in den 1960er bis 1980er Jahren. Seit der Inbetriebnahme des jüngsten großen Laufkraftwerkes Freudenu im Jahr 1998 erfolgt vor allem der Ausbau der Kleinwasserkraft bzw. die Revitalisierung von älteren Anlagen. Durch den liberalisierten Strommarkt und den steigenden Anteil Erneuerbarer im Strommix wurde in den vergangenen Jahren auch die Revitalisierung bzw. die Errichtung von neuen Pumpspeicherkraftwerken immer attraktiver. Die Entwicklung der österreichischen Wasserkraft ist in Abbildung 21 dargestellt, wobei ab dem Jahr 2001 die jährlich neu installierte Leistung in Speicherkraft und Laufkraft aufgliedert wird; Redimensionierungen und Dekommissionierungen von Anlagen sind berücksichtigt.

Insgesamt waren im Jahr 2011 in Österreich 2.671 Wasserkraftwerke in Betrieb (Laufkraftwerke und Speicherkraftwerke), was einer installierten Gesamtleistung von 13,2 GW entspricht. Davon sind 2.514 Anlagen in den Bereich der Kleinwasserkraft (bis 10 MW) einzuordnen und 157 Anlagen in den Bereich der Großwasserkraft (> 10 MW). Kleinwas-

serkraftwerke machen damit bezüglich ihrer Anzahl einen Anteil von 94,1% aus, repräsentieren jedoch nur 12,4% der Jahreserzeugung aller Wasserkraftwerke bzw. 8,7% der installierten Leistung aller Wasserkraftwerke. Im Vergleich dazu repräsentieren die 19 größten Wasserkraftwerke Österreichs (jeweils größer als 200 MW) 47,8% der installierten Engpassleistung.

Im Jahr 2011 wuchsen die Engpassleistung der österreichischen Laufkraftwerke im Vergleich zu 2010 um 40 MW und jene der Speicherkraftwerke um 241 MW. Dies bedeutet insgesamt einen Anstieg der installierten Engpassleistung um 281 MW. Wie schon in den Vorjahren, war im Jahr 2011 damit vorrangig ein Ausbau der Speicherkraft zu beobachten. Dies ist auch auf die aus technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Sicht begrenzten ausbaubaren Restpotenziale im Laufkraftbereich zurückzuführen, siehe auch Pöyry (2008). Daten für 2012 lagen zum Zeitpunkt der Erstellung noch nicht vor.

Der Wirtschaftszweig Wasserkraft baut in Österreich auf die langjährige Erfahrung im Inlandsmarkt auf und exportiert Wasserkraftwerke, deren Komponenten und Planungsdienstleistungen weltweit (siehe auch Bointner et. al., 2012). Die Haupttreiber im Wasserkraftsektor sind die steigende Stromnachfrage insbesondere in Asien und Südamerika sowie der Modernisierungsbedarf bestehender Kraftwerke in der EU, sowie in Nord- und Mittelamerika.

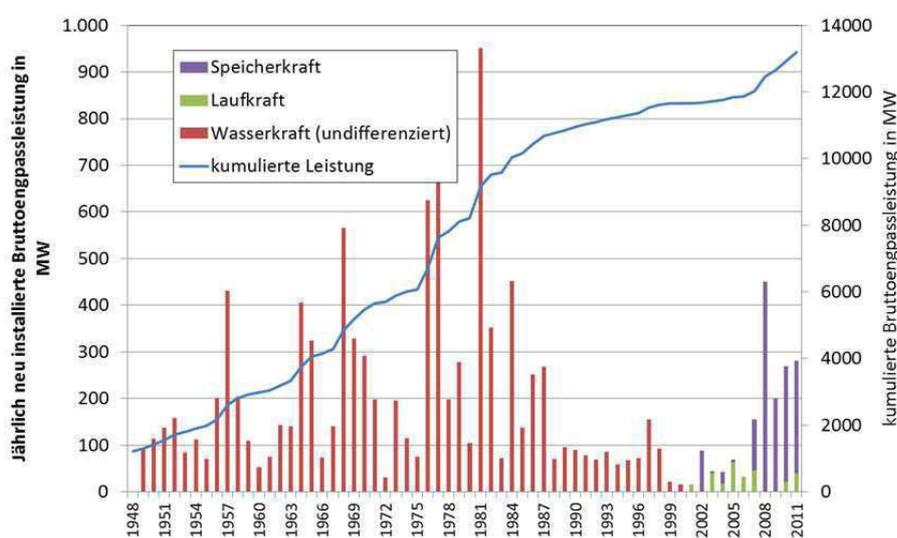


Abbildung 21: Entwicklung der Wasserkraft in Österreich bis 2011. Datenquelle: E-Control (2012c)

3.2.9 Windkraft

Die Nutzung der Windkraft setzte in Österreich in der Mitte der 1990er Jahre ein und erfuhr durch die attraktiven energiepolitischen Rahmenbedingungen des ersten Ökostromgesetzes ab dem Jahr 2003 eine massive Steigerung, welche bis 2006 andauerte. Im Zeitraum von 2007 bis 2010 kam der Ausbau der Windkraft in Österreich durch den Wegfall der Förderungen zum Erliegen (Abbildung 22). Im Jahr 2011 wurden neue Fördermöglichkeiten geschaffen, was die Neuerrichtung von Anlagen mit einer Gesamtleistung von 73 MW in diesem Jahr und von 296 MW im Jahr 2012 bewirkte. Für 2013 wird ein weiterer Zubau von 419 MW geschätzt. Der Bestand an Windkraftanlagen wies im Jahr 2012 eine installierte Gesamtleistung von 1378 MW auf. Mitte des Jahres 2013 waren in Österreich 763 Windkraftanlagen in Betrieb von denen der Großteil in Niederösterreich und im Burgenland aufgestellt ist.

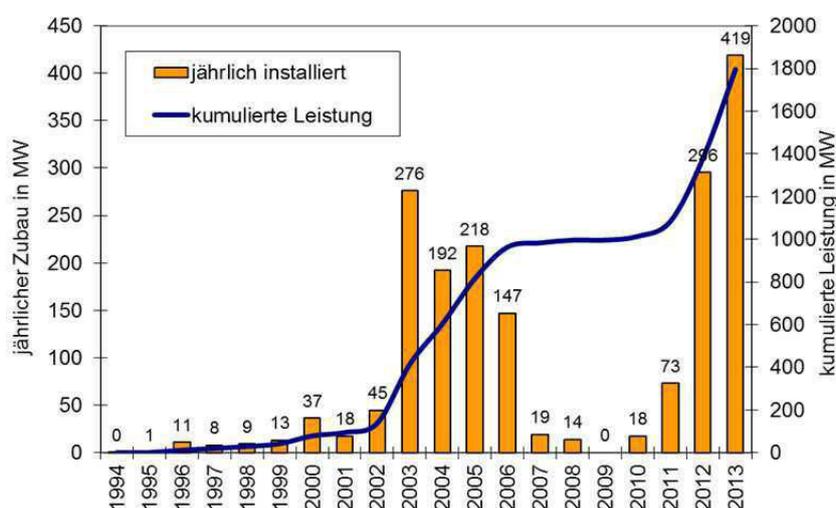


Abbildung 22: Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich 1994 bis 2013; Daten für 2013 sind prognostiziert. Datenquelle: IG Windkraft (2013)

Der Wirtschaftszweig Windkraft besteht in Österreich hauptsächlich aus Unternehmen, welche Anlagenkomponenten produzieren und exportieren. Weiters tragen die Planungsleistungen von Ingenieurbüros und die Betreiberfirmen der inländischen Windkraftanlagen zur inländischen Wirtschaftsleistung aus Windkraft bei. Als ein vielversprechendes Anlagenkonzept werden getriebelose oder hybridbetriebene Anlagen gesehen. Angestrebt wird auch die Reduktion an Turbinenkosten und des Wartungsaufwandes. Ein weiterer Trend wird in Richtung Optimierung der Turbineneffizienz und kompakte Bauformen der Turbinen gehen (siehe Bointner et. al. 2012).

3.2.10 Elektromobilität

Obwohl die ersten Elektrofahrzeuge⁴ bereits vor den ersten Fahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen entwickelt wurden, befindet sich die Elektromobilität auch heute noch im Versuchs- und Entwicklungsstadium. Die Antriebstechnik und –steuerung sowie der Drehmomentverlauf von Elektrofahrzeugen sind Kraftfahrzeugen mit Otto- und Dieselmotor überlegen und weit entwickelt. Größte Probleme bereiten seit Jahrzehnten aber die Akkumulatoren der Elektrofahrzeuge, besonders deren geringe Speicherdichte, Alterungsprozesse, Temperatursensitivität und die teilweise lange Ladedauer. Aus diesem Grund ist es verständlich, dass von den heimischen Unternehmen noch sehr viel in Grundlagenforschung und angewandte Forschung investiert wird (siehe Kapitel 3.3.3). Darüber hinaus wurden in Österreich bisher in acht Modellregionen praktische Erfahrungen mit Elektromobilität gesammelt (Abbildung 23).



Abbildung 23: E-Mobilität-Modellregionen in Österreich; Stand Jänner 2013, © Klima- und Energiefonds

Es gilt aber eine wichtige Restriktion zu beachten: Elektromobilität ist aus Sicht der Nachhaltigkeit jedenfalls nur dann sinnvoll, wenn sichergestellt ist, dass der Strombedarf aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt wird.

⁴ Gustave Trouvé baute in Paris im Jahr 1881 das erste Elektrofahrzeug „Trouvé Tricycle“, das erste moderne Automobil mit Verbrennungsmotor folgte 1885 durch Carl Benz.

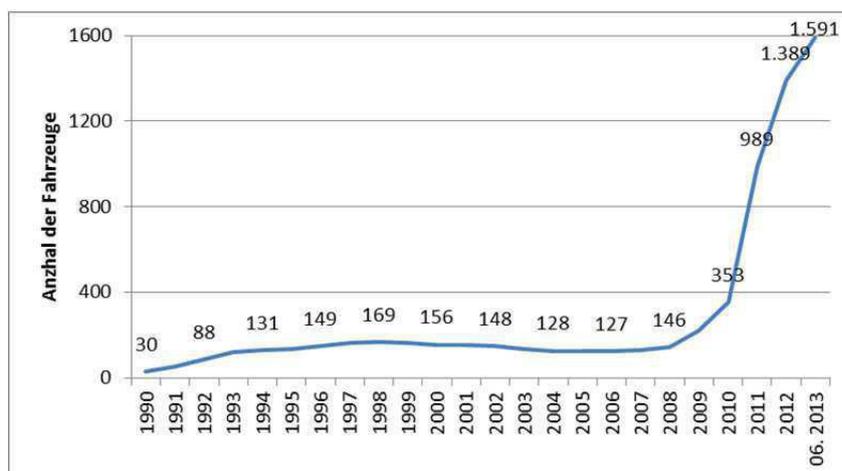


Abbildung 24: Entwicklung des Bestands an Elektro-PKWs in Österreich; Stand Juni 2013, Datenquelle: Statistik Austria (2013b)

Abbildung 24 zeigt die Entwicklung des Bestands an Elektro-PKWs in Österreich. Die Modellregionen, steuerliche Vergünstigungen sowie die verstärkte Medienpräsenz haben in den letzten vier Jahren zu einer Verzehnfachung des Bestands an Elektro-PKWs geführt. Gemessen am Gesamtbestand von 4,62 Mio. PKW ist ihr an Anteil mit 0,03% jedoch verschwindend gering. Zum Vergleich: Zum Stand Juni 2013 waren in Österreich 9.335 Elektro-Hybrid-PKW unterwegs, was 0,2% des PKW-Bestandes entspricht. Haslauer, Haas et. al. (2011) argumentieren, dass ein weiterer Ausbau der Elektromobilität in Österreich basierend auf erneuerbarem Strom sinnvoll ist. *„Auf volkswirtschaftlicher Seite erfolgt durch die Reduktion der fossilen Energieimporte eine Verbesserung der Außenhandelsbilanz bei gleichzeitiger Verminderung der Abhängigkeit von Drittstaaten. Von wesentlicher Bedeutung ist die inländische Wertschöpfung der neu zu errichtenden erneuerbaren Stromerzeugung. Die Wertschöpfungsverluste in der österreichischen Automobilzulieferindustrie und im Service-Bereich werden hierdurch weit mehr als kompensiert.“* Durch eine Umgestaltung des derzeitigen Steuersystems, besonders der Besteuerung von fossilen Kraftstoffen, können darüber hinaus Rückgänge des Steueraufkommens vermieden werden (vgl. Kapitel 3.5.2).

Die Herstellung von Elektrofahrzeugen durch heimische Produktion spielt heute noch keine Rolle, weshalb bis dato von vernachlässigbaren Umsätzen und Beschäftigten in diesem Bereich ausgegangen werden kann. Durch den Aufbau der nötigen Infrastruktur können aber entsprechende Umsatz- und Beschäftigungseffekte in den nächsten Jahren und Jahrzehnten erzielt werden. Vergleiche dazu die Ausbauszenarien für Elektromobilität in Haslauer, Haas et. al. (2011).

3.2.11 Beschäftigte und Umsätze erneuerbarer Technologie in Österreich

Der verstärkte Einsatz von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie erhöht nicht nur den nationalen Selbstversorgungsgrad mit Energie und reduziert die Treibhausgasemissionen, sondern bringt auch eine Umstrukturierung der heimischen Wirtschaft in Richtung eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems mit sich. Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie haben in Österreich in vielen Bereichen eine lange Tradition. Dieser Hintergrund eröffnete den heimischen Unternehmen auch große Chancen in zahlreichen Exportmärkten.

Je nach Wahl der Systemgrenze⁵ (Beschränkung auf die Technologie- bzw. Anlagenproduktion in Bointner et. al. 2012 und Köppl et. al. (2013) oder Produktion, Export, Handel und Installation (ohne Vorleistungen und Betriebseffekte) wie in Biermayr et al. (2013) und Biermayr (2013)) lassen sich die Umsätze österreichischer, erneuerbarer Energieunternehmen der letzten Jahre auf 2,2 bis 3,6 Mrd. EUR und die Beschäftigten auf 8.500 bis 21.700 Vollzeitäquivalente schätzen (Tabelle 8). Die jeweils niedrigeren Werte ergeben sich bei der eng gefassten Systemgrenze mit ausschließlicher Technologie- bzw. Anlagenproduktion heimischer Unternehmen, die höheren Werte bei der oben genannten, weiter gefassten Definition inklusive Handel und Installation. Da der Umsatz pro Mitarbeiter in der Produktion höher als in den nachgelagerten Wirtschaftssektoren ist, erklärt sich die überproportionale Zunahme der Beschäftigten im Vergleich zu den Umsätzen bei Berücksichtigung der weiter gefassten Systemgrenze. Wenngleich es Abweichungen der Quellen bei einzelnen Sparten gibt, die vorwiegend auf unterschiedliche Definitionen und Systemgrenzen zurück zu führen sind, erscheinen die Ergebnisse insgesamt sehr plausibel. Köppl et. al. (2013) weisen Gesamtumsätze von 2,3 Mrd. EUR sowie 8.500 Beschäftigte aus und Bointner et. al. (2012) 2,2 Mrd. EUR mit 9.450 Beschäftigten. Dazu passen mit der weiter gefassten Systemgrenze auch die höheren Werte der Studien Biermayr et al. (2013) und Biermayr (2013) mit einem entsprechend geringerem Umsatz pro Mitarbeiter.

Die Exportquote liegt - wenngleich dies auf unterschiedliche Gründe zurück zu führen ist - im Allgemeinen sehr hoch und ist in allen Studien ähnlich. Die einzigen größeren Abweichungen treten bei Köppl et. al. (2013) im Bereich der Solarthermie und bei Wasserkraft auf, wobei sich die Abweichung bei der Wasserkraft durch die jährliche Zuordnung von Großprojekten erklären lässt. Nur bei Wärmepumpen liegt die Exportquote unter 50%, worin alle Quellen übereinstimmen. Bei Windkraft ist die Struktur der österreichischen Branche mit fast ausschließlich Zulieferbetrieben für die hohe Exportquote verantwortlich und beim Anlagenbau zur Nutzung biogener Treibstoffe die weitgehende Sättigung des Inlandsmarktes.

⁵ Siehe die in Tabelle 8 genannten Studien für Details zu den Systemgrenzen

Tabelle 8: Umsätze, Beschäftigung und Exportquote erneuerbarer Energiesysteme in Österreich - Studienvergleich

	Quelle	Letztes Datenjahr	Erneuerbarer Strom				Erneuerbare Wärme			Erneuerbare Mobilität		Sonstige ⁶
			BHKWs; Biogas und feste Biomasse	Photovoltaik	Windkraft ⁷	Wasserkraft ⁸	Solarthermie	Wärmepumpe	Biomassekessel und -öfen	Biogene Treibstoffe	E-Mobilität ⁹	
Umsätze in Mio. EUR	Biermayr et al. (2013), Marktentwicklung 2012	2012	-	389 ¹⁰	-	-	345	212	1247	-	-	-
	Köppl et. al. (2013) Österr. Umwelttechnikindustrie	2011	-	630	-	456	225	118	449 ¹¹	-	-	467
	Biermayr (2013), Erneuerbare Energie in Zahlen ¹²	2011	135	749	144	767	365	201	994	46	-	-
	Bointner et al. (2012), Wachstums- und Exportpotentiale Erneuerbarer Energiesysteme ¹³	2010	144,6	417,5	111	509	155,5	97,5	751,7	45,6	-	-

⁶ Beinhaltet Biogasanlagen, Windkraft und Biodiesel

⁷ Moidl et. al. (2011) geben für Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen im Bereich Windenergie Umsätze (2009) in der Höhe von 469 Mio. EUR und 1217 Beschäftigte an. Die Berücksichtigung von Handels- und Dienstleistungsfirmen führt mit 385.000 EUR zu einem überdurchschnittlich hohen Umsatz pro Mitarbeiter. Aufgrund dieser weit gefassten Systemgrenze ist keine Vergleichbarkeit mit Tabelle 8 möglich.

⁸ Die Zuordnung von Großprojekten kann starke jährliche Schwankungen bei Umsätzen und der Exportquote verursachen, weshalb die Werte von Köppl et. al. (2013) niedriger als jene von Bointner et. al. (2012) sind.

⁹ Siehe Kapitel 3.2.10

¹⁰ Umfasst nur den Umsatz durch Installation von PV-Anlagen.

¹¹ Köppl et. al. (2013) verwenden bei Biomassekessel eine abweichende Systemgrenze; u. a. werden Biomasseöfen nicht berücksichtigt.

¹² Biermayr (2013) listet die Investitionseffekte; die Systemgrenze bei BHKWs, Windkraft und biogenen Treibstoffen folgt Bointner et. al. (2012)

¹³ Bointner et al. (2012) umfasst ausschließlich die Umsätze und Beschäftigung durch die Technologie- bzw. Anlagenproduktion in Österreich, jedoch keinerlei Installation und Betrieb von Anlagen. Daher liegen die Werte dieser Studie i. A. niedriger als bei den anderen genannten Quellen.

	Quelle	Letztes Datenjahr	Erneuerbarer Strom				Erneuerbare Wärme			Erneuerbare Mobilität		Sonstige
			BHKWs; Biogas und feste Biomasse	Photovoltaik	Windkraft	Wasserkraft	Solarthermie	Wärmepumpe	Biomassekessel und -öfen	Biogene Treibstoffe	E-Mobilität	
Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten	Biermayr et al. (2013), Marktentwicklung 2012	2012	-	4847	-	-	3400	1127	5870	-	-	-
	Köppl et. al. (2013) Österr. Umwelttechnikindustrie	2011	-	2126	-	1120	1112	570	1991	-	-	1584
	Biermayr (2013), Erneuerbare Energie in Zahlen	2011	470	4181	875	4914	3600	1060	4662	171	-	-
	Bointner et al. (2012), Wachstums- und Exportpotentiale Erneuerbarer Energiesysteme	2010	554	1489	579	2084	1188	689	2697	171	-	-
Exportquote	Biermayr et al. (2013), Marktentwicklung 2012	2012	-	68% / 97% ¹⁴	-	-	81%	37%	70%	-	-	-
	Köppl et. al. (2013) Österr. Umwelttechnikindustrie	2011	88%	86%	-	ca. 40%	45%	28%	51%	-	-	-
	Biermayr (2013), Erneuerbare Energie in Zahlen	2011	-	86% / 99% ¹⁵	-	-	78%	35%	-	-	-	-
	Bointner et al. (2012), Wachstums- und Exportpotentiale Erneuerbarer Energiesysteme	2010	83%	89%	98%	70%	72%	38%	61%	95%	-	-

Fortsetzung Tabelle 8: Umsätze, Beschäftigung und Exportquote erneuerbarer Energiesysteme in Österreich - Studienvergleich

¹⁴ 68% bei Modulen, 97% bei Wechselrichtern

¹⁵ 86% bei Modulen, 99% bei Wechselrichtern

Tabelle 9: Umsätze und Beschäftigung erneuerbarer Energiesysteme in Österreich 2011 unter Berücksichtigung von Investitions- und Betriebseffekten; Datenquelle: eigene Berechnungen, Biermayr (2013), für Erneuerbare Energie in Zahlen 2011

		Erneuerbarer Strom				Erneuerbare Wärme			Erneuerbare Mobilität	Summe	
		BHKWs; Biogas und feste Bio- masse	Photo- voltaik	Wind- kraft	Was- ser- kraft	Solar- thermie	Wärme- pumpe	Biomasse- kessel und -öfen	Biogene Treibstoffe	Geothermie	
Umsätze in Mio. EUR	Investitionseffekte ¹⁶	135	749	144	767	365	201	994	46	-	3401
	Betriebseffekte	35	12	36	271	68	110	1435	136	13	2115
	Gesamteffekt	170	761	180	1038	433	310	2429	181	13	<u>5515</u>
Beschäftigung in Vollzeitäqui- valenten	Investitionseffekte	470	4181	875	4914	3600	1060	4662	171	-	19933
	Betriebseffekte	313	67	323	1560	521	828	14190	891	77	18770
	Gesamteffekt	783	4248	1197	5475	4121	1888	18852	1062	77	<u>38703</u>

¹⁶ Die Investitionseffekte entsprechen Erneuerbare Energie in Zahlen in Tabelle 8.

In Tabelle 9 sind die primären Umsätze und die primären Arbeitsplatzeffekte durch die Investitionen und den Betrieb von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie zusammengefasst. Unter "Investitionen" – die mit „Erneuerbare Energie in Zahlen“ in Tabelle 8 übereinstimmen - ist dabei der Absatz der Technologien im Inlandsmarkt, der Export der Technologien als funktionale Einheiten und der Export einzelner ausgewählter Komponenten dieser Technologien zu verstehen. Unter "Betriebseffekte" sind Reinvestitionen in Anlagen in Österreich während der Anlagenlebensdauer zusammengefasst und bei der festen Biomasse ist außerdem die Produktion der Holzbrennstoffe mit erfasst. In den Betriebseffekten nicht enthalten sind der laufende Betriebsaufwand und der Verkauf produzierter Energie (z.B. Strom aus Wasserkraft oder Windkraft). Weiters enthalten die dargestellten Zahlen keine exportierten Dienstleistungen und keinen Import/Export-Handel. Die angegebenen Werte repräsentieren jeweils Bruttoeffekte, d.h. Substitutionseffekte werden nicht berücksichtigt. Sekundäre Effekte, die in anderen Wirtschaftsbereichen entstehen, sind in den Werten generell nicht enthalten. Eine ausführliche Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen findet sich in Kapitel 3.5.

Der gesamte Wirtschaftsbereich erneuerbarer Energieträger zeigt im Jahr 2011 mit Bezug auf 2010 einen Rückgang der Umsätze im Investitionsbereich und einen Anstieg der Umsätze im Betriebsbereich, was sich tendenziell auch auf die Arbeitsplätze auswirkt. Die technologiespezifischen Entwicklungen und Einflussfaktoren sind dabei sehr unterschiedlich. Der primäre Gesamtumsatz des Wirtschaftsbereiches der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie betrug im Jahr 2011 5,5 Mrd. EUR, der primäre Beschäftigungseffekt 38.700 Vollzeitäquivalente (siehe Tabelle 9).

Der Anteil am Gesamtumsatz und die Entwicklung der Umsatzzahlen von 2010 auf 2011 sind bei den einzelnen Technologien stark unterschiedlich. Den größten Beitrag zum Gesamtumsatz erbringt der Sektor der festen Biomasse mit 44,0%. Die Bereitstellung der festen biogenen Brennstoffe ist auch jener Bereich, der die größten absoluten Betriebseffekte aller hier betrachteten Technologien erbringt und wird gefolgt von Wasserkraft und Photovoltaik. Trotz des enormen Wachstums des Inlandsmarktes für Photovoltaik erfolgte keine entsprechende Umsatzsteigerung, da einerseits die Preise von Photovoltaikanlagen stark gesunken sind und andererseits große Teile des Marktwachstums durch importierte Photovoltaikmodule abgedeckt werden. Die weiteren Technologien zur Nutzung biogener Energieträger – die Sektoren Biotreibstoffe und Biogas – weisen eine geringere Größenordnung auf. Ein Rückgang der Umsätze um 10,9% ist im Bereich der Solarthermie zu verzeichnen, wobei sich dieser Rückgang sowohl auf den Rückgang des Inlands- als auch des Exportmarktes zurückführen lässt. Eine wesentliche Ursache ist hierbei im aufkommenden Wettbewerb um Flächen- und Kapitalressourcen mit der Photovoltaik zu sehen. Mit einem Umsatzrückgang von 0,4% erwies sich der Wärmepumpenmarkt als stabil. Somit haben sich mit Ausnahme der Solarthermie, die starke Umsatz- und Beschäftigungsrückgänge zu verzeichnen hat, alle Branchen in den letzten Jahren sehr positiv entwickelt.

Im Bereich der Investitionen waren im Jahr 2011 19.933 Beschäftigte, und im Bereich der Betriebseffekte 18.770 Beschäftigte zu verzeichnen (siehe Tabelle 9). Der größte Teil der Betriebseffekte resultiert aus dem Betrieb der Anlagen zur energetischen Nutzung fester Biomasse, wobei der überwiegende Anteil des Beschäftigungseffektes wiederum aus der Bereitstellung der Brennstoffe resultiert. Weitere, in absoluten Zahlen relevante Betriebseffekte sind dem Bereich der Wasserkraft und dem Bereich der Biotreibstoffe zuzurechnen. Die Betriebseffekte im Bereich Wärmepumpen entstehen durch Reinvestitionen während der Lebensdauer der Anlagen. Die Höhe der Betriebseffekte ist generell auch von der Größe des in Betrieb befindlichen Bestandes abhängig, während die Investitionseffekte nur den jeweiligen Neubau von Anlagen bzw. den Export von Anlagen und deren Komponenten betreffen. Die dargestellte Struktur resultiert somit auch aus der historischen Entwicklung und der Marktdiffusion der Technologien. Die Technologien mit den größten Gesamt-Beschäftigungseffekten sind die Nutzung der festen Biomasse, die Wasserkraft, die Photovoltaik und die Solarthermie. Insgesamt ist fast jeder zweite Arbeitsplatz der Branche erneuerbare Energie im Bereich der Nutzung fester Biomasse angesiedelt. Der zeitliche Verlauf der Umsatz- und Beschäftigtenentwicklung gemäß Erneuerbare Energie in Zahlen 2008-2011 ist in Abbildung 25 dargestellt.

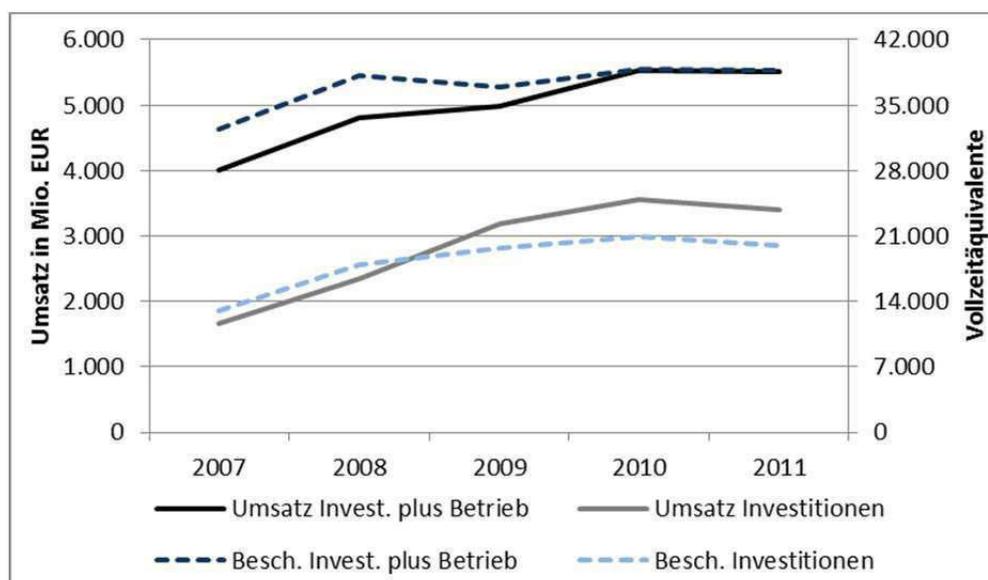


Abbildung 25: Entwicklung der Umsätze in Mio. EUR und der Beschäftigung (VZÄ) durch primäre Investitions- und Betriebseffekte; Datenquelle: eigene Berechnungen für Erneuerbare Energie in Zahlen 2008-2011

3.3 Themencluster III: Know-How für den Wirtschaftsstandort Österreich

Österreichische Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die in der Produktion erneuerbarer Energietechnologien tätig sind, weisen zahlreiche Stärkefelder und international anerkanntes Know-How auf. Aus (potentieller) Technologieführerschaft resultieren neben einer starken Abdeckung des Inlandsmarktes auch gute Exportmöglichkeiten. Die gute internationale Positionierung österreichischer Unternehmen ist sowohl auf die gezielte Forschung und Technologieentwicklung, als auch auf die insgesamt steigende Nachfrage nach erneuerbaren Energietechnologien innerhalb und außerhalb Österreichs zurückzuführen. Allerdings sind die Stärken in den verschiedenen Technologiebereichen nicht im gleichen Ausmaß vertreten. Ziel dieses Kapitels ist es, das österreichische Know-How im Bereich erneuerbare Energie im internationalen Vergleich darzustellen. Dies geschieht anhand von Energieforschungsausgaben und dem daraus resultierenden Wissen, den Patentanmeldungen heimischer Erfinder sowie einer Gegenüberstellung von induziertem Wissen und Patenten.

3.3.1 Öffentliche Energieforschungsausgaben

Als Basis für die Ermittlung des langfristigen, technologischen Know-Hows sind öffentliche Energieforschungsausgaben unerlässlich. Diese werden in Österreich jährlich erhoben (vgl. Indinger et. al. 2012) und im Zuge der österreichischen Mitgliedschaft an die IEA gemeldet. Das ermöglicht einen internationalen Vergleich mit ausgewählten IEA-Ländern. Abbildung 26 zeigt die Entwicklung der Energieforschungsausgaben in Österreich seit 1977. Beginnend von einem hohen Ausgabenniveau bis Mitte der 1980er Jahre als Konsequenz der Ölkrisen 1973 und 1979 sanken die Ausgaben mit fallenden Ölpreisen rasch ab und überstiegen erstmalig wieder im Jahr 2008 das Niveau von 1985. Das ist auf die stark gestiegenen Ausgaben für Energieeffizienz (64,9 Mio. EUR) und erneuerbare Energie (33,4 Mio. EUR) zurück zu führen. Diese beiden Bereiche machen somit im Jahr 2011 80% der gesamten österreichischen Energie-forschungsausgaben in der Höhe von 123 Mio. EUR aus. Die Energieforschungs-programme des Klima- und Energiefonds (KLIEN), wie beispielsweise Neue Energien 2020, spielen bei dieser substantiellen Steigerung eine entscheidende Rolle (vgl. Indinger et. al. 2012).

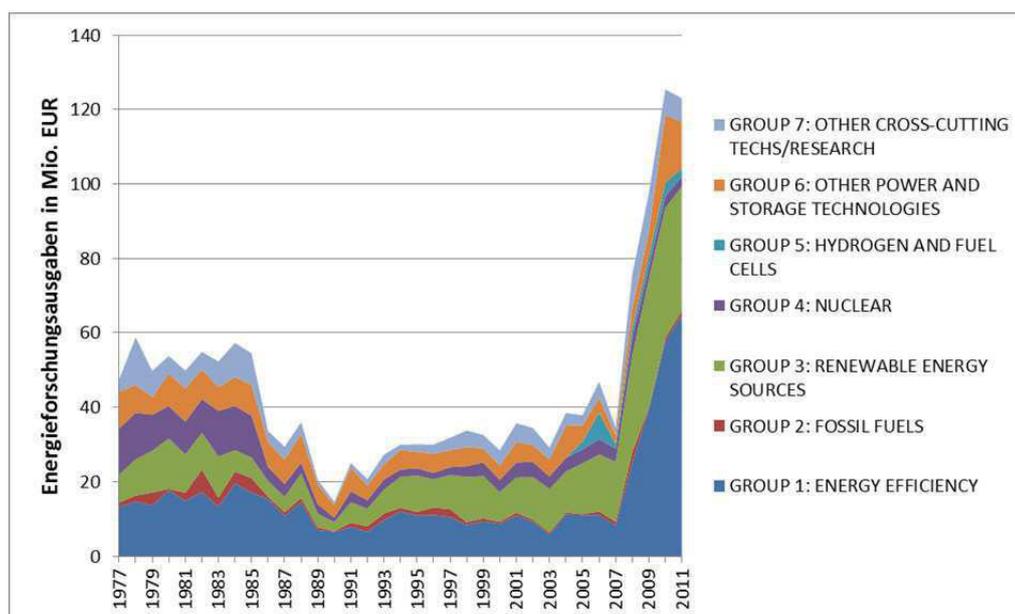


Abbildung 26: Jährliche Energieforschungsausgaben Österreichs in Mio. EUR. (real) Datenquelle: IEA

Der Bereich der erneuerbaren Energie zeigt eine ähnliche historische Entwicklung wie die gesamten Energieforschungsausgaben (Abbildung 27). Der Anstieg in den letzten Jahren konzentriert sich vor allem auf Solarenergie (Photovoltaik und solares Heizen und Kühlen; 14,7 Mio. EUR) und die Nutzung von Biomasse (13,6 Mio. EUR.) Diese beiden Bereiche umfassen somit 85% der österreichischen F&E-Ausgaben für erneuerbare Energie im Jahr 2011.

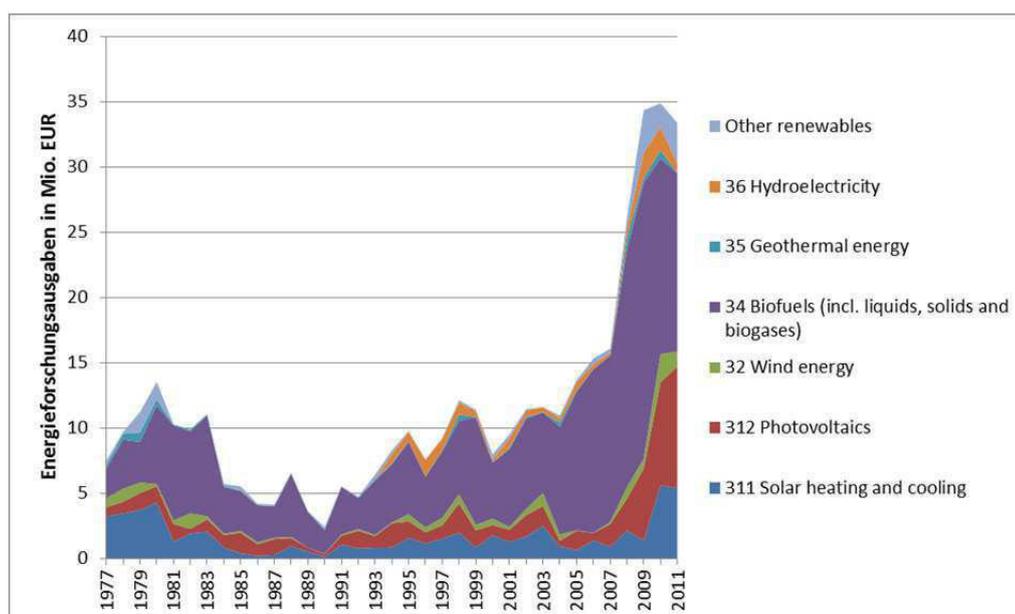


Abbildung 27: Jährliche Forschungsausgaben für erneuerbare Energie in Österreich in Mio. EUR. (real) Datenquelle: IEA

Die öffentlichen Energieforschungsausgaben der IEA-Staaten in Abbildung 28 sind ebenfalls von einem ersten Maximum zu Beginn der 1980er Jahre und einem anschließendem Rückgang gekennzeichnet. Seit einigen Jahren stiegen sie wieder kontinuierlich an. Das Jahr 2009 ist als Ausreißer zu betrachten, da hier einmalige Investitionen durch den „American Recovery and Reinvestment Act“ der USA enthalten sind. Auffällig ist jedoch die unterschiedliche Priorität der Energieforschung von Österreich im Vergleich mit den IEA-Staaten. Während in Österreich Energieeffizienz und erneuerbare Energie eindeutig im Vordergrund stehen, vereint international Nuklearenergie 50% der kumulierten Energieforschungsausgaben seit 1974 auf sich. Es zeichnet sich jedoch ein langsamer Wandel ab; seit 1983 zeigt der Trend der Ausgaben für Kernenergie ausgehend von einem sehr hohen Niveau stetig nach unten, sodass im Jahr 2012 nur mehr 26% der gesamten Energieforschungsausgaben auf Kernenergie entfielen. Im Steigen befinden sich derzeit vor allem die Forschungsausgaben für Energieeffizienz mit einem Allzeit-Maximum im Jahr 2009 und erneuerbare Energie mit einem Allzeit-Maximum im Jahr 2011.

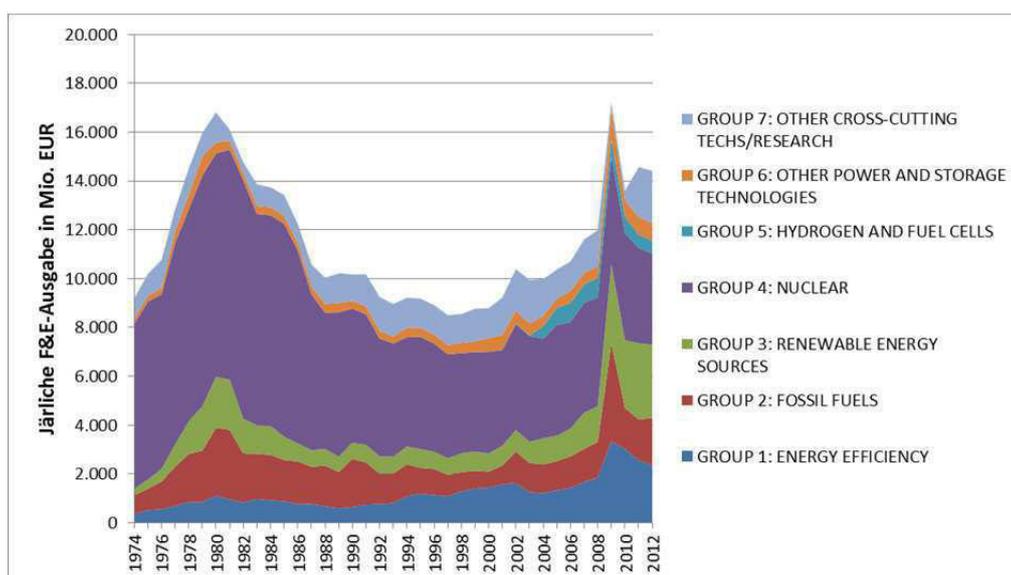


Abbildung 28: Jährliche Energieforschungsausgaben der IEA-Staaten in Mio. EUR. (real) Datenquelle: IEA

Der internationale Vergleich offenbart aber auch die Schwächen der österreichischen Energieforschung. Trotz des enormen Anstiegs der heimischen Energieforschungsausgaben seit 2007 hinkt Österreich historisch gesehen dem Ausgabendurchschnitt der IEA-Länder bezogen auf das BIP hinterher. Es gelang bisher nur einmal, im Jahr 2010, den Mittelwert der IEA-Länder zu erreichen (siehe Abbildung 29). Der internationale Vergleich bietet daher keinen Anlass sich auf der derzeitigen Höhe der österreichischen Energieforschungsausgaben auszuruhen. Das verdeutlicht auch die logarithmische Abbildung 30. Sowohl in Höhe der gesamten Energieforschungsausgaben als auch in Höhe der F&E-Gelder für erneuerbare Energie liegen Vergleichsländer wie Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden und die Schweiz zum Teil deutlich vor Österreich.

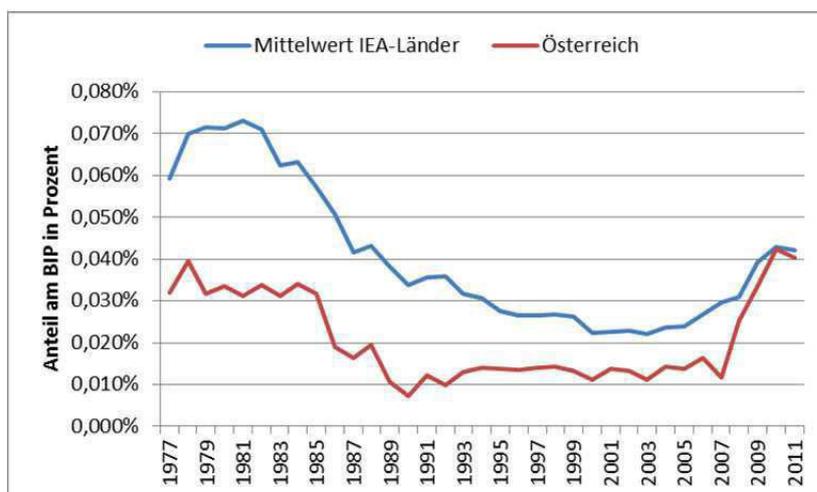


Abbildung 29: Anteil der Energieforschungsausgaben bezogen auf das BIP. Datenquelle: IEA

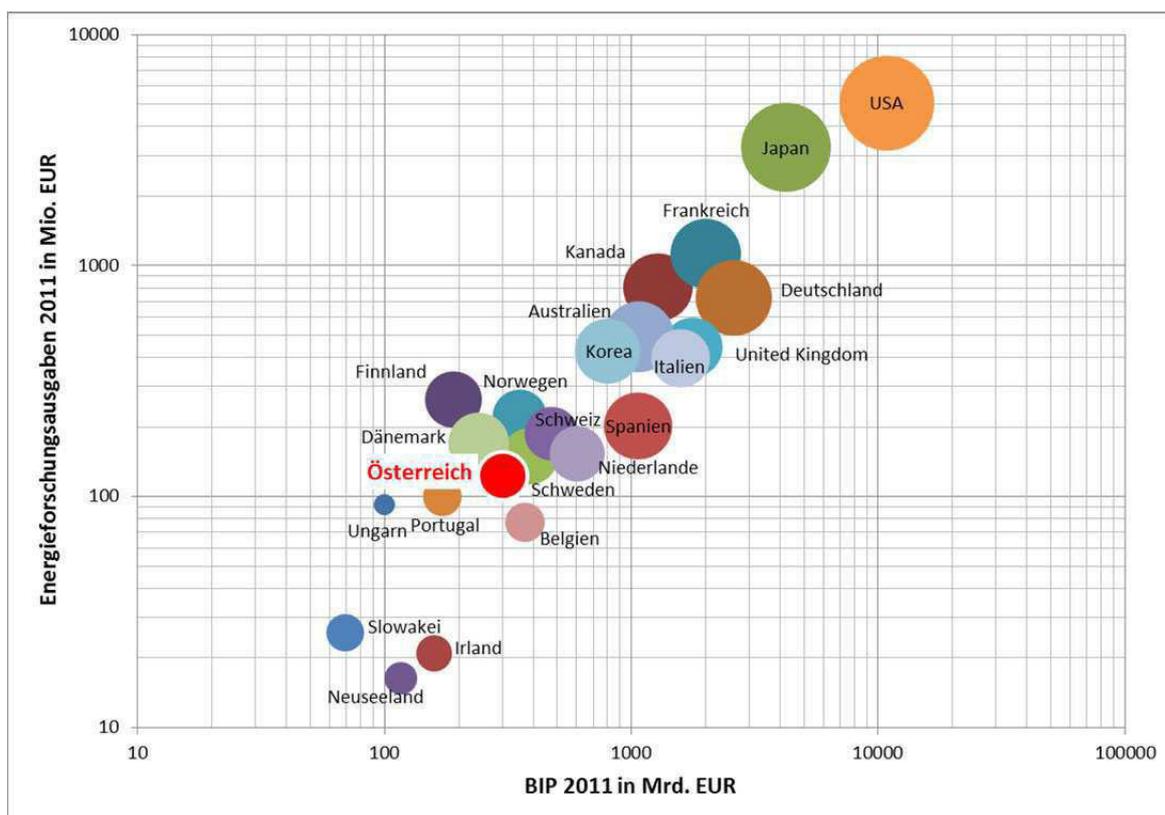


Abbildung 30: Energieforschungsausgaben 2011 bezogen auf das BIP (Größe der Blasen: Forschungsausgaben im Bereich Erneuerbare Energie), alle Werte logarithmiert. Datenquelle: IEA, IWF und Eurostat

3.3.2 Energieforschungsinduziertes Wissen

Durch die öffentlichen Energieforschungsausgaben wird Wissen generiert; die Methodik der Erfassung des kumulierten Wissens wird in Kapitel 5.1 näher erläutert. Abbildung 31 zeigt das gesamte, durch öffentliche Energieforschungsausgaben induzierte Wissen im Bereich der Energie in Österreich. Ein rascher Anstieg des Wissens innerhalb der ersten 10 Jahre bis 1989 auf einen monetären Gegenwert von über 300 Mio. EUR, gefolgt von einem leichten Rückgang in den 1990er Jahren, der vor allem zu Lasten der Nuklearenergie ging, ist zu sehen. Im Jahr 2004 wurde die 300 Mio. EUR Grenze wieder überschritten und besonders seit 2011 ist ein starker Anstieg des Wissens auf derzeit ca. 520 Mio. EUR zu beobachten, der auf die stark gestiegenen Energieforschungsausgaben seit 2008 zurück zu führen ist. Ähnlich der Gesamtentwicklung ist jene im Bereich erneuerbare Energie, wobei seit 1995 ein kontinuierlicher Anstieg auf derzeit 163 Mio. EUR zu beobachten ist. Zum Vergleich: Das Wissen im Bereich der Energieeffizienz belief sich auf 184 Mio. EUR, womit diese beiden Gruppen in etwa zwei Drittel des gesamten Wissens im Bereich der Energietechnologie repräsentieren. Einen detaillierten Ausschnitt der Gruppe 3, Erneuerbare Energie, aus Abbildung 31 zeigt Abbildung 32. Neben dem klaren Fokus auf Wissen im Bereich Bioenergie ist in den letzten Jahren ein starker Anstieg bei der Photovoltaik zu erkennen. Bemerkenswert ist die Entwicklung des Wissens im Bereich Windkraft und des solaren Heizen und Kühlens. Erst 2011 konnte der Wissensstand bei Windenergie, der schon 1985 erreicht wurde, wieder dauerhaft übertroffen werden. Bei solarem Heizen und Kühlen wurde der Wissensstand von 1986 erstmalig im Jahr 2013 übertroffen. Sowohl bei Solarthermie als auch Windkraft waren die Jahre dazwischen von teils erheblichen Wissensverlusten gekennzeichnet; -37% bei Solarthermie und -52% bei Windkraft. Dies ist über die gesamte Zeitreihe hinweg ein negatives Beispiel für ineffiziente „stop and go“ Energieforschungspolitik ohne langfristige Ausrichtung (siehe dazu u. a. Breyer et al. (2010), Garrone und Grilli (2010), Johnstone et al. (2010), Baccini and Urpelainen (2012), GEA (2012) und Wiesenthal et al. (2012)).

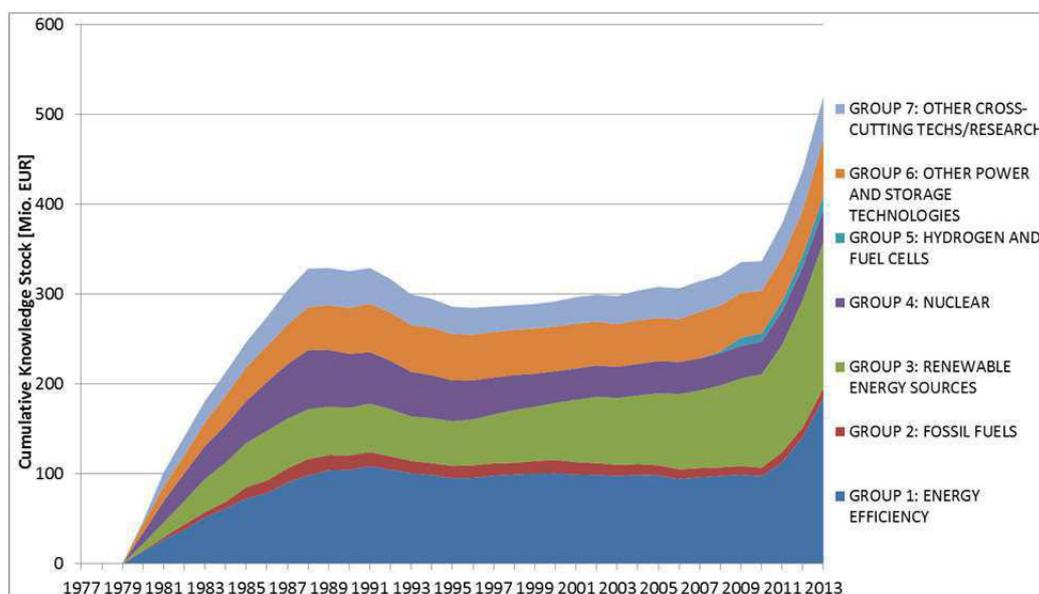


Abbildung 31: Durch öffentliche Energieforschung induziertes Wissen in Österreich in Mio. EUR (real) (Zeitverzug 3 Jahre, 10 % p. a. Wissensverlust)¹⁷

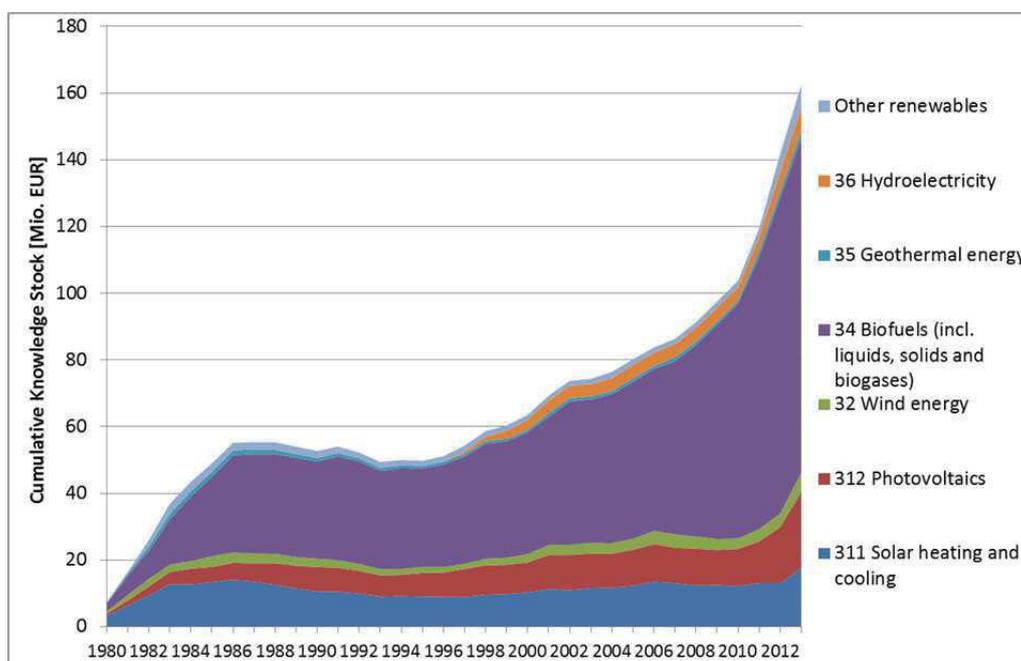


Abbildung 32: Durch öffentliche Energieforschung induziertes Wissen im Bereich erneuerbare Energie in Österreich in Mio. EUR (Zeitverzug 3 Jahre, 10 % p. a. Wissensverlust)

Den Vergleich zu den IEA-Staaten bietet Abbildung 33, deren kumuliertes Wissen sich im Jahr 2013 auf etwa 111,2 Mrd. EUR beläuft. Davon entfallen 13,6 Mrd. EUR auf Wissen im Bereich erneuerbare Energie, 16,4 Mrd. auf Energieeffizienz, 15,1 Mrd. EUR auf fossile Energie und 46 Mrd. EUR auf Nuklearenergie. Österreichs Anteil am energiefors-

¹⁷ Energieforschungsausgaben vor 1977 wurden in Österreich nicht erhoben (vgl. IEA).

schungsinduzierten Wissen der IEA-Staaten beträgt 2013 ca. 4,7% und im Bereich des Wissens erneuerbarer Energie (Gruppe 3) 1,2%.

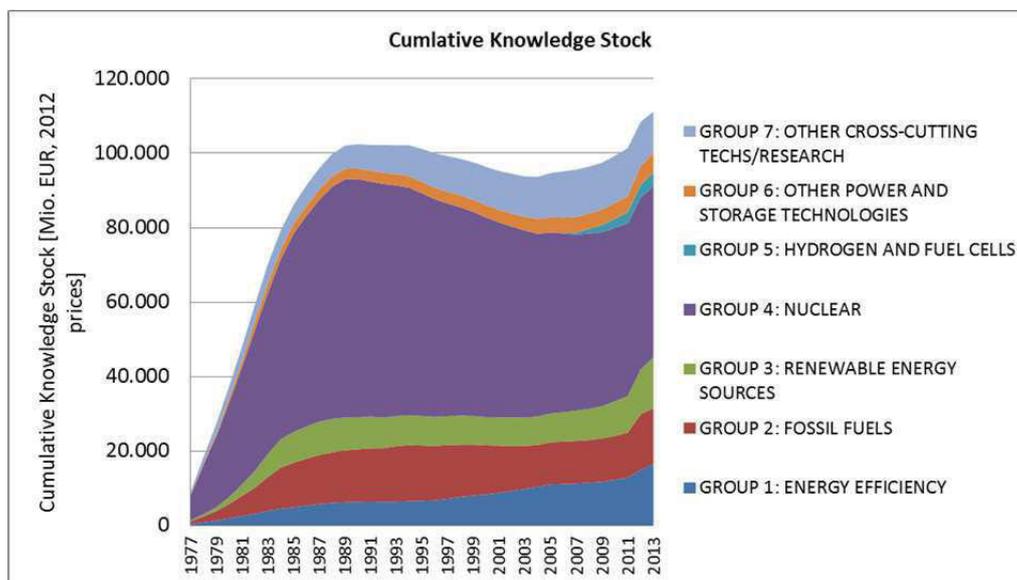


Abbildung 33: Durch öffentliche Energieforschung induziertes Wissen in den IEA-Staaten in Mio. EUR (real) (Zeitverzug 3 Jahre, 10 % p. a. Wissensverlust)

Einen weiteren internationalen Vergleich bietet Tabelle 10, die das Know-How induziert durch öffentliche Energieforschungsausgaben ausgewählter IEA-Staaten¹⁸ darstellt. Die Schwerpunkte des Wissensstandes werden ebenso deutlich (z. B. Energieeffizienz in Finnland, fossile Energie in Norwegen, erneuerbare Energie in Dänemark), wie die Gesamtsumme des Wissens, die in allen Vergleichsländern zum Teil deutlich über dem Wert Österreichs liegt. Sogar Länder, die ein geringeres Bruttoinlandsprodukt als Österreich erzielen, haben einen höheren Gesamtwissensstand. So ist das Bruttoinlandsprodukt Finnlands im Jahr 2011 nur 63% des österreichischen, doch das Gesamtwissen um 143% höher. Normiert man das Wissen der Vergleichsländer bezogen auf das österreichische Bruttoinlandsprodukt wird der Unterschied im Falle Finnlands noch deutlicher. Bei den normierten Werten kann Österreich nur in den Bereichen Energieeffizienz sowie „Andere Energieformen und Speichertechnologien“ international mithalten. Im Bereich erneuerbare Energie erzielen alle Vergleichsländer mit der Ausnahme Norwegens sowohl absolut als auch normiert einen deutlich höheren Wissensstand als Österreich. Innerhalb des Wissens im Bereich erneuerbare Energie schneidet Österreich bei „Solares Heizen und Kühlen“ und Biomasse gut ab, bei Windenergie und „Anderen Erneuerbaren“ ist besonders wenig Wissen vorhanden.

¹⁸ Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden und die Schweiz wurden als (europäische) Vergleichsländer ausgewählt, da sie vom Bruttoinlandsprodukt mit Österreich vergleichbar sind und über eine weitgehend vollständige IEA-Zeitreihe an F&E-Daten verfügen.

Tabelle 10: Know-How induziert durch öffentl. Energieforschungsausgaben ausgewählter IEA-Staaten; Datenquelle: IEA, Eurostat und eigene Berechnung

	Österreich		Dänemark		Finnland		Norwegen		Schweden		Schweiz		Summe
BIP 2011 in Mrd. EUR	300,712	1,00	240,453	0,80	189,489	0,63	352,858	1,17	387,596	1,29	476,054	1,58	
Wissensstand	Mio. €	pro BIP	Mio. €	pro BIP	Mio. €	pro BIP	Mio. €	pro BIP	Mio. €	pro BIP	Mio. €	pro BIP	Mio. €
Energieeffizienz	184,42	1,00	107,35	0,73	551,78	4,75	87,09	0,40	421,31	1,77	248,41	0,85	1600,37
Fossile Energie	10,66	1,00	35,00	4,11	54,07	8,05	551,08	44,07	19,60	1,43	116,97	6,93	787,38
Erneuerbare Energie	162,56	1,00	340,11	2,62	233,49	2,28	159,06	0,83	365,03	1,74	375,17	1,46	1635,41
<i>davon</i>													
<i>Solares Heizen und Kühlen</i>	17,43	1,00	12,73	0,91	5,22	0,48	5,62	0,27	23,06	1,03	62,88	2,28	126,96
<i>Photovoltaik</i>	22,98	1,00	31,60	1,72	0,91	0,06	45,14	1,67	29,18	0,99	121,66	3,34	251,48
<i>Windenergie</i>	5,84	1,00	135,51	29,04	33,66	9,15	36,91	5,39	39,84	5,30	8,70	0,94	260,45
<i>Biomasse</i>	100,23	1,00	126,37	1,58	166,56	2,64	32,31	0,27	242,56	1,88	63,08	0,40	731,11
<i>Geothermie</i>	2,34	1,00	3,51	1,88	0,00	0,00	0,84	0,31	4,65	1,54	33,25	8,98	44,59
<i>Wasserkraft</i>	6,94	1,00	0,05	0,01	11,22	2,57	22,37	2,75	8,75	0,98	37,95	3,46	87,28
<i>Andere Erneuerbare</i>	6,81	1,00	30,33	5,57	15,92	3,71	15,86	1,98	16,99	1,94	47,65	4,42	133,54
Nuklearenergie	36,33	1,00	27,92	0,96	110,03	4,81	119,87	2,81	92,69	1,98	496,39	8,63	883,22
H ₂ & Brennstoffzelle	15,04	1,00	116,62	9,70	0,00	0,00	50,36	2,85	14,50	0,75	65,97	2,77	262,48
Andere Energieformen & Speicher	63,34	1,00	72,82	1,44	158,61	3,97	54,80	0,74	88,78	1,09	202,05	2,02	640,40
Querschnittstechnologien	47,24	1,00	70,48	1,87	158,85	5,34	71,72	1,29	157,74	2,59	124,03	1,66	630,07
Summe	519,58	1,00	770,30	1,85	1266,83	3,87	1093,98	1,79	1159,64	1,73	1628,96	1,98	6439,29

3.3.3 Private Energieforschungsausgaben

Während die Energieforschungsausgaben der öffentlichen Hand in den IEA-Staaten Großteils dokumentiert sind, fehlen vergleichbare Daten für den Unternehmenssektor. Aus diesem Grund wurde in Zusammenarbeit mit der Statistik Austria eine Sonderauswertung der „F&E-Erhebung 2009 im firmeneigenen Bereich“ nach Energiefeldern durchgeführt¹⁹. Die Ergebnisse der Sonderauswertung finden sich in Tabelle 12, in Tabelle 11 werden diese nach Unternehmenssektor und öffentlichem Sektor zusammengefasst. Die privaten F&E-Ausgaben für erneuerbare Energietechnologie (143,8 Mio. EUR) sind um etwa den Faktor 3,2 höher als die öffentlichen Ausgaben (45,2 Mio. EUR), zusammen wurden im Jahr 2009 189 Mio. EUR in Energieforschung investiert. In den einzelnen Sparten erneuerbarer Energie zeigt sich jedoch ein sehr differenziertes Bild. Theorien zur Energieinnovation folgend (vgl. GEA, 2012) sollte der Anteil der öffentlichen Ausgaben umso geringer sein, umso weiter die Technologieentwicklung und der Reifegrad voran schreitet, wie dies beispielsweise bei Biomassekesseln, Biotreibstoffen, Wasser- und Windkraft sowie fossilen Energieträgern zu sehen ist. Andererseits sollen Technologien, die weiter von der Marktreife entfernt sind, stärker durch staatliche Forschung unterstützt werden, wie dies bei Speichertechnologien und Photovoltaik der Fall ist. Da in der Forschung für E-Mobilität sehr viele österreichische Großunternehmen involviert sind, bei denen der tatsächliche Anteil der relevanten Forschung schwer abzuschätzen ist, sind die 279,4 Mio. EUR an privaten F&E-Ausgaben tendenziell als Obergrenze anzusehen, während die 11,7 Mio. EUR der öffentlichen Hand als gesichert gelten. Unternehmen und der öffentliche Sektor gaben 2009 zusammen für erneuerbare Energie und Elektromobilität mehr als 480 Mio. EUR F&E-Gelder aus. Die Ausgaben für fossile Energie belaufen sich mit 82,6 Mio. EUR auf weniger als ein Fünftel der oben genannten Ausgaben. Kritisch ist zu den öffentlichen F&E-Ausgaben Österreichs jedoch anzumerken, dass 2009 erstmals der IEA-Durchschnitt erreicht wurde, wie in Kapitel 3.3.1 gezeigt wird.

Die Forschungsintensität der österreichischen Umweltindustrie, unter die auch Firmen der erneuerbaren Energie fallen, ist traditionell höher als in der Sachgüterproduktion (Abbildung 34). Der Rückgang der Forschungsintensität lässt sich nach Köppl et. al. (2013) mit der Finanz- und Wirtschaftskrise argumentieren, die die F&E-Ausgaben der Unternehmen verringert hat. Es zeigt sich aber auch ein eindeutiger, positiver Zusam-

¹⁹ Im Anhang findet sich eine Liste der berücksichtigten Unternehmen. Basierend auf dieser Unternehmensliste kann es zu drei möglichen Fehlern in der Datenerfassung kommen: Es können a) nicht relevante Unternehmen in der Liste vorhanden sein, b) relevante Unternehmen unberücksichtigt bleiben und c) die Energieforschungsanteile der relevanten Unternehmen unter- oder überschätzt werden. Wiesenthal et. al (2012) bietet detaillierte Informationen zur Methodik und zum Umgang mit derartigen Fehlerquellen. Aufgrund langjähriger Kenntnis der Branche, u. a. aus Vorarbeiten wie Biermayr et. al. (2013) und Bointner et. al. (2012) sowie der Gesamtzahl der berücksichtigten Unternehmen, kann davon ausgegangen werden, dass sich die drei Fehler zum Teil ausgleichen und insgesamt in Grenzen halten.

menhang zwischen der Forschungsintensität und dem Beschäftigungswachstum in den beiden Folgejahren.

Tabelle 11: Gegenüberstellung der privaten und öffentlichen F&E-Ausgaben im Jahr 2009;
eigene Darstellung basierend Daten der IEA und Tabelle 12

Energiefelder	Unternehmens- sektor (inkl. Ausland und externe F&E- Ausgaben) ²⁰	Öffentlicher Sektor (ins- gesamt zu- zühl. For- schungs- prämie)	Gesamtsumme
	in 1.000 EUR		
Biomasse fest / Biomassekessel	39.601	4.998	44.599
Biomasse flüssig (Biotreibstoffe)	26.895	6.625	33.520
Biogas und BHKWs	19.277	12.924	32.201
Thermische Solarkollektoren	4.744	3.206	7.950
Speicherproduzenten	538	3.148	3.686
Photovoltaik	11.036	6.352	17.388
Wärmepumpen	3.678	165	3.843
Wasserkraft	26.131	4.073	30.204
Windkraft	11.884	1.716	13.600
Sonstige Erneuerbare Energie	n. a.	1.966	> 1.966
Summe Erneuerbare Energie	143.784	45.173	188.957
E-Mobilität	279.424	11.721	291.145
Summe inkl. E-Mobilität	423.208	56.894	480.102
Fossile Energie	79.424	3.162	82.586

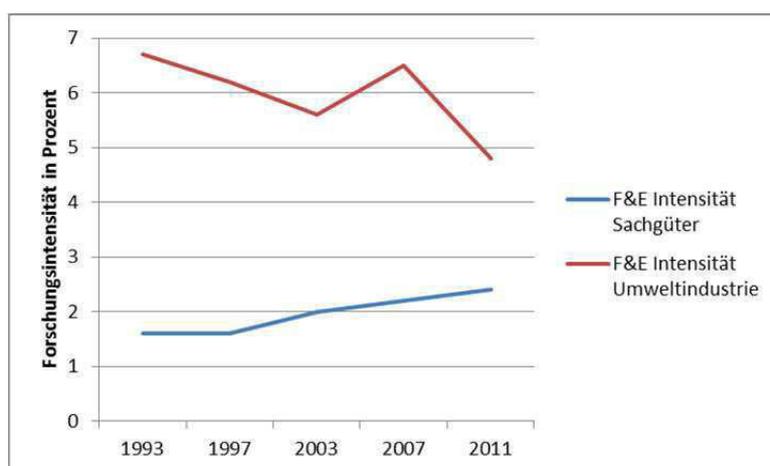


Abbildung 34: Forschungsintensität (Forschungsausgaben pro Umsatz [%]) privater Unternehmen in Österreich; Datenquelle: Köppl et. al. (2013)

²⁰ In externen F&E-Ausgaben sind Mittel von internationalen Organisationen und der EU enthalten.

Tabelle 12: Private Energieforschungsausgaben in Österreich 2009; Quelle: Statistik Austria, Sonderauswertung der F&E-Erhebung 2009 im firmeneigenen Bereich nach „Energiefeldern“ 1)

Energiefelder 1)	Interne F&E-Ausgaben "energieforschungsrelevant" 2)	davon finanziert durch					Externe F&E-Ausgaben "energieforschungsrelevant" 2)
		Unternehmenssektor 3)	Öffentlicher Sektor 4)	darunter Forschungsprämie	Privater gemeinnütziger Sektor 5)	Ausland 6)	
in 1.000 EUR							
Biomasse fest / Biomassekessel	35.152	18.626	2.409	1.477	0	14.119	6.856
Biomasse flüssig (Biotreibstoffe)	23.483	10.470	1.718	1.170	0	11.295	5.130
Biogas und BHKWs	16.589	6.941	1.177	748	0	8.471	3.865
Thermische Solarkollektoren	4.907	4.234	638	145	0	35	475
Speicherproduzenten	623	538	85	19	0	0	0
Photovoltaik	11.589	9.886	1.683	839	0	20	1.130
Wärmepumpen	3.540	1.852	426	42	0	1.261	565
Wasserkraft	29.475	9.883	4.046	2.181	0	15.546	702
Windkraft	12.076	9.479	1.090	963	0	1.508	897
E-Mobilität	253.448	71.939	21.981	12.072	0	159.534	47.951
Fossile Energie	68.502	33.758	3.200	2.639	0	31.545	14.121

1) Basis: Auswahlliste von Unternehmen gegliedert nach Energiefeldern

2) Entsprechend den in der Auswahlliste vorgegebenen prozentuellen Anteilen an den gesamten internen F&E-Ausgaben der ausgewählten Unternehmen.

3) Eigene Mittel der Unternehmen, Mittel von inländischen verbundenen Unternehmen, Mittel von anderen inländischen Unternehmen.

4) Finanzierung durch Bund, Forschungsprämie, Länder, Gemeinden, FFG, sonstige öffentliche Finanzierung (einschl. FWF, Kammern, Sozialversicherungsträger).

5) Mittel von privaten Institutionen ohne Erwerbscharakter sowie von Privatpersonen.

6) Mittel von ausländischen verbundenen Unternehmen, Mittel von anderen ausländischen Unternehmen, Mittel von internationalen Organisationen, F&E-Finanzierung durch EU.

3.3.4 Technologisches Know-How und Patentanmeldungen

Die Patentanmeldungen im Bereich erneuerbare Energie in Österreich haben sich in den letzten zwanzig Jahren mehr als versechsfacht, wobei etwa 42% der kumulierten Patentanmeldungen bis 2010 auf Solarthermie entfallen. Berücksichtigt man auch die artverwandten Technologien thermische Speicher, Batterien, Wasserstoff und Brennstoffzelle sowie E-Mobilität, so ist ebenfalls eine Versechsfachung zu beobachten, wobei Solarthermie 28,1% der Patente stellt (Abbildung 35).

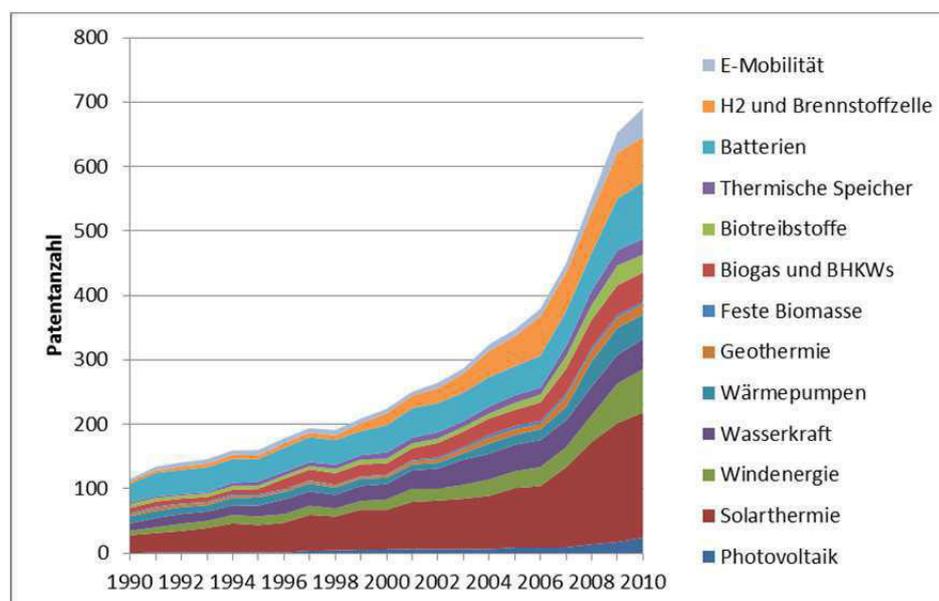


Abbildung 35: Kumulierte Entwicklung österreichischer Patentanmeldungen von 1990 bis 2010 mit durchschnittlich 10-jähriger Patentdauer; Datenquelle: serv.ip

Vergleicht man die Patentanmeldungen von Unternehmen, Institutionen und natürlichen Personen aus Österreich mit jenen der bereits in Kapitel 3.3.2 eingeführten Länder Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden und Schweiz in Tabelle 13, so offenbart sich eine gute Situation. Mit der Ausnahme von Dänemark hat Österreich sowohl in absoluten Zahlen als auch der normierten Betrachtung bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt mehr Patentanmeldungen als die Vergleichsländer. Besonders deutlich ist dieser Vorsprung bei den erneuerbaren Energietechnologien Solarthermie, Wärmepumpen, Geothermie sowie thermischen Speichern und der E-Mobilität. In einzelnen erneuerbaren Energietechnologien liegen die Vergleichsländer jedoch deutlich vor Österreich; dies trifft besonders auf Biotreibstoffe in Dänemark und Finnland, Biogas und BHKWs in der Schweiz und Wasserkraft in Norwegen zu. Einen bemerkenswerten Sonderfall stellt die Windenergie in Dänemark dar. Die frühzeitige, gezielte staatliche Technologieentwicklung (vgl. Klaassen, G. et al, 2005), brachte dem Land den 5. Platz im Weltvergleich ein. Lediglich die wesentlich größeren Volkswirtschaften in der absteigenden Reihung China, Deutschland, USA und Südkorea liegen vor Dänemark.

Tabelle 13: Kumulierte Patentanmeldungen von 1950 bis 2010 erneuerbarer Energie und verwandter Technologien ausgewählter IEA-Staaten mit durchschnittlich 10-jähriger Patentdauer (Stand 2010); Datenquelle: serv.ip, Eurostat und eigene Berechnung

	Österreich		Dänemark		Finnland		Norwegen		Schweden		Schweiz		Summe
BIP 2011 in Mrd. EUR	300,712	1,00	240,453	0,80	189,489	0,63	352,858	1,17	387,596	1,29	476,054	1,58	
Patente	absolut	pro BIP	absolut										
Erneuerbare Energie	463,5	1,00	894,1	2,41	224,2	0,77	253,4	0,47	308,7	0,52	462,9	0,63	2606,7
<i>davon</i>													
<i>Photovoltaik</i>	23,9	1,00	3,6	0,19	1,1	0,07	6,0	0,21	4,3	0,14	39,7	1,05	78,7
<i>Solarthermie</i>	194,3	1,00	64,1	0,41	26,4	0,22	24,0	0,11	68,4	0,27	171,5	0,56	548,7
<i>Windenergie</i>	67,3	1,00	668,4	12,42	58,0	1,37	93,0	1,18	95,7	1,10	56,7	0,53	1039,1
<i>Wasserkraft</i>	47,1	1,00	12,8	0,34	20,3	0,68	74,7	1,35	17,5	0,29	36,4	0,49	208,9
<i>Wärmepumpen</i>	37,8	1,00	13,6	0,45	8,5	0,36	6,1	0,14	18,3	0,38	21,6	0,36	106,0
<i>Geothermie</i>	16,4	1,00	1,2	0,09	7,1	0,68	4,3	0,22	8,4	0,40	12,7	0,49	50,1
<i>Feste Biomasse²¹</i>	3,7	1,00	4,7	1,57	8,1	3,47	3,2	0,73	3,2	0,68	6,4	1,09	29,4
<i>Biogas und BHKWs</i>	45,2	1,00	46,5	1,29	32,9	1,16	25,8	0,49	57,2	0,98	102,8	1,44	310,4
<i>Biotreibstoffe</i>	27,8	1,00	79,2	3,57	61,6	3,52	16,2	0,50	35,6	0,99	15,1	0,34	235,5
Thermische Speicher	24,5	1,00	8,9	0,46	6,9	0,45	1,1	0,04	18,1	0,58	18,1	0,47	77,5
Batterien	88,3	1,00	19,0	0,27	33,5	0,60	9,4	0,09	68,0	0,60	100,3	0,72	318,4
Wasserstoff und Brennstoffzelle	69,4	1,00	73,6	1,33	28,4	0,65	22,9	0,28	36,1	0,40	73,4	0,67	303,7
E-Mobilität	45,3	1,00	10,1	0,28	11,4	0,40	3,3	0,06	47,2	0,81	58,3	0,81	175,6
Gesamtsumme	690,9	1,00	1005,7	1,82	304,3	0,70	290,0	0,36	478,03	0,54	712,9	0,65	3481,9

²¹ Die Patentklasse "Y02B 10/60: Integration of renewable energy sources in buildings - Use of biomass for heating" beinhaltet nur sehr wenige Patentanmeldungen, weshalb eine eingeschränkte Vergleichbarkeit gegeben ist. Es ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Anzahl der Patentanmeldungen wesentlich höher ist, jedoch in anderen Patentklassen gelistet wird.

Technologisches Know-How

Aus den Patentanmeldungen und den öffentlichen Energieforschungsausgaben lassen sich relative Patent- und Innovationsindikatoren für die wichtigsten Länder ableiten. Die Methodik wird in Kapitel 5.3 erläutert, wobei +100 herausragendes Know-How und -100 kein Know-How repräsentiert. Ein Wert von Null bedeutet durchschnittliche Kenntnisse im internationalen Vergleich. Der relative Innovationsanteil basierend auf Forschungs- und Entwicklungsausgaben wird in gleicher Art berechnet:

$$RPA_{(Relativer\ Patentanteil)} = 100 \times \tanh \ln \frac{\frac{p_{ij}}{\sum_i p_{ij}}}{\frac{\sum_j p_{ij}}{\sum_{ij} p_{ij}}}$$

p ist die Anzahl der jeweiligen Patente, wobei Index i das Land und j die jeweilige Erneuerbare-Energie-Technologie angibt.

Die nachfolgenden Grafiken, Abbildung 36 bis Abbildung 41, zeigen die relativen Patent- und Innovationsindikatoren für erneuerbare Energietechnologien im internationalen Vergleich. Es werden 25 führende Länder²² mit mehr als 88.500 Patentanmeldungen im Zeitraum 1950 bis 2010 miteinander verglichen. Für fünfzehn dieser Länder, die gleichzeitig IEA-Mitgliedstaaten sind, liegen auch detaillierte Aufzeichnungen zu den kumulierten, staatlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben der Jahre 1974 bis 2011 vor, die für die Berechnung der Innovationsindikatoren heran gezogen werden.

Die Analyse der relativen Patent- und Innovationsindikatoren bestätigt die Ergebnisse von Tabelle 13 weitgehend. Österreich schneidet sowohl bei den relativen Patent- als auch den Innovationsindikatoren bei Solarthermie und Wasserkraft (Abbildung 37 und Abbildung 39) überdurchschnittlich gut ab, bei Photovoltaik (Abbildung 36) und Windkraft (Abbildung 38) sind beide Indikatoren deutlich negativ. Deutlich differenzierter ist das Bild bei Geothermie (Abbildung 40) und Biomasse (Abbildung 41). Während die F&E-Ausgaben für Geothermie respektive das energieforschungsinduzierte Wissen extrem unterdurchschnittlich sind, schneidet Österreich bei Patentanmeldungen außerordentlich gut ab und erreicht den dritten Platz hinter Ungarn und Südkorea. Dieses gute Abschneiden - trotz fehlender F&E-Unterstützung – ist vermutlich auf die Struktur der österreichischen Technologieproduzenten im Bereich Geothermie u. a. mit Weltmarktführern in der Bohrtechnik zurück zu führen. Bei Biomassetechnologien besteht ein umgekehrtes Ungleichgewicht mit überdurchschnittlicher Wissensposition und unterdurchschnittlichen Patentmeldungen. Dies deutet darauf hin, dass die eingesetzten staatlichen F&E-Mittel im Be-

²² AT: Österreich, AU: Australien, BE: Belgien, BR: Brasilien, CA: Kanada, CH: Schweiz, CN: China, CZ: Tschechien (bis 1992 Tschechoslowakei), DE: Deutschland (bis 1990 BRD und DDR), DK: Dänemark, ES: Spanien, FI: Finnland, FR: Frankreich, GB: Großbritannien, HU: Ungarn, IT: Italien, JP: Japan, KR: Südkorea, NL: Niederlande, NO: Norwegen, NZ: Neuseeland, RU: Russland (bis 1991 Sowjetunion), SE: Schweden, TW: Taiwan, US: USA

reich Biomasse hinsichtlich schutzrechtlich relevantem Know-How ineffizient eingesetzt werden, oder die heimischen Unternehmen im internationalen Vergleich zu wenig patentieren lassen.

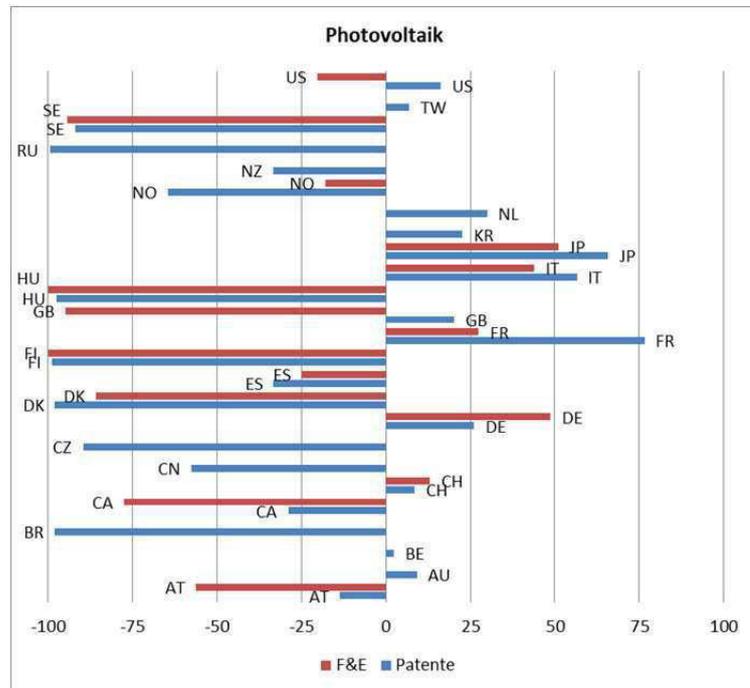


Abbildung 36: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Photovoltaik basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung

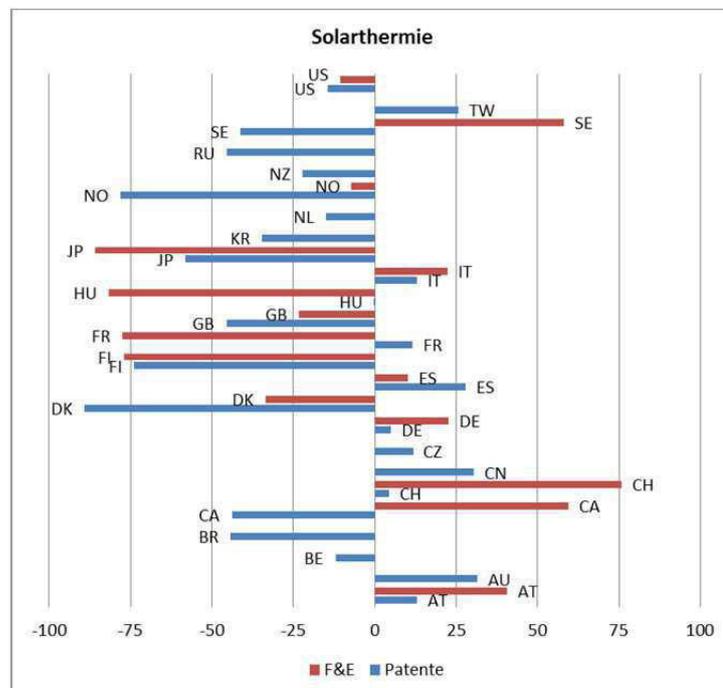


Abbildung 37: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Solarthermie basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung

International gesehen zeigt die Analyse sowohl erwartete als auch unerwartete Ergebnisse. Bei Photovoltaik ist die starke Patentposition von Japan wenig überraschend, sehr wohl jedoch das deutlich positive Ergebnis von Frankreich und Italien. Bei Solarthermie (Abbildung 37) fällt das überdurchschnittlich hohe kumulierte energieforschungsinduzierte Wissen von Kanada, Schweden und der Schweiz auf. Andererseits gelingt es keinem dieser Länder sich dadurch bei den kumulierten Patentanmeldungen abzusetzen; im Gegenteil Kanada und Schweden sind beim relativen Patentindikator deutlich negativ. Entgegen langläufiger Meinungen sehr überraschend ist auch die starke Position Chinas bei Solarthermie-Patenten. Seit 1996 hat das Land sowohl jährlich die meisten Patentanmeldungen als auch insgesamt gesehen mit 35% Anteil die mit Abstand meisten Solarthermie-Patente weltweit. Generell ist Chinas Patenttätigkeit wesentlich besser als ihr Ruf; das Land stellt auch bei Biogas und BHKWs sowie Wind- und Wasserkraft mittlerweile die meisten Patentanmeldungen weltweit.

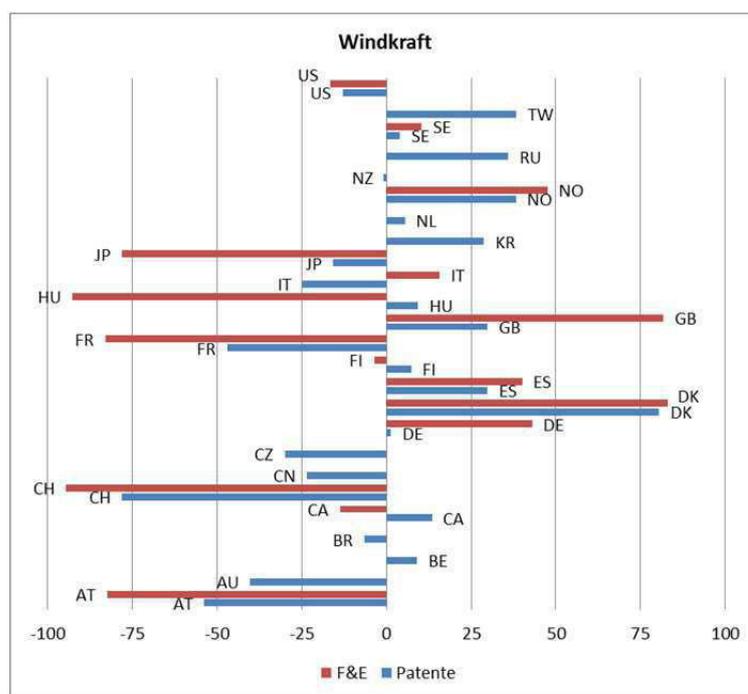


Abbildung 38: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Windenergie basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung

Die internationale Top-Position Dänemarks bei der Windenergie zählt zu den erwarteten Ergebnissen. Überraschend ist hingegen das durchschnittliche Ergebnis Deutschlands bei Patentanmeldungen; aufgrund der überdurchschnittlich hohen Forschungsausgaben und der starken deutschen Windkraftindustrie wäre ein besseres Ergebnis zu vermuten gewesen. Bei Wasserkraft erstaunt besonders der deutlich positive Patentindikator von Brasilien und Russland, während beispielsweise Deutschland und die USA negativ abschneiden.

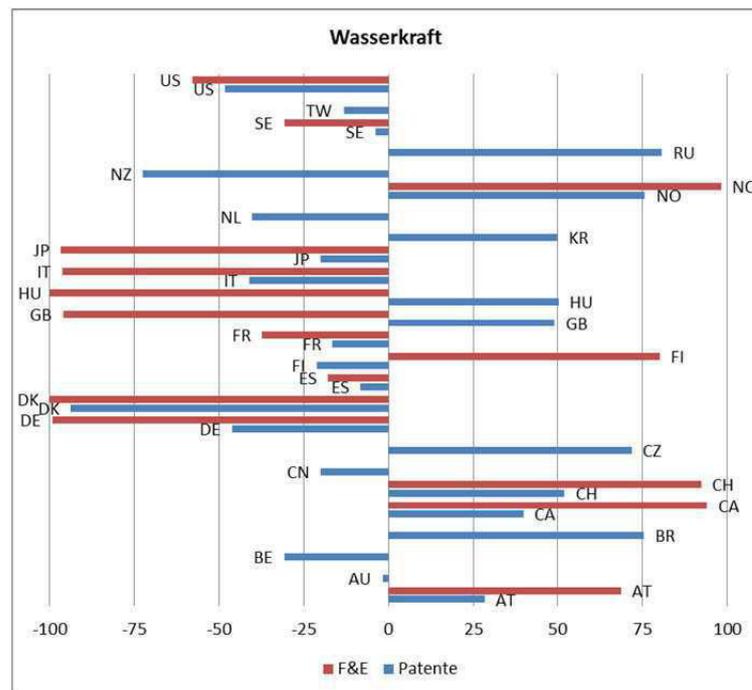


Abbildung 39: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Wasserkraft basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung

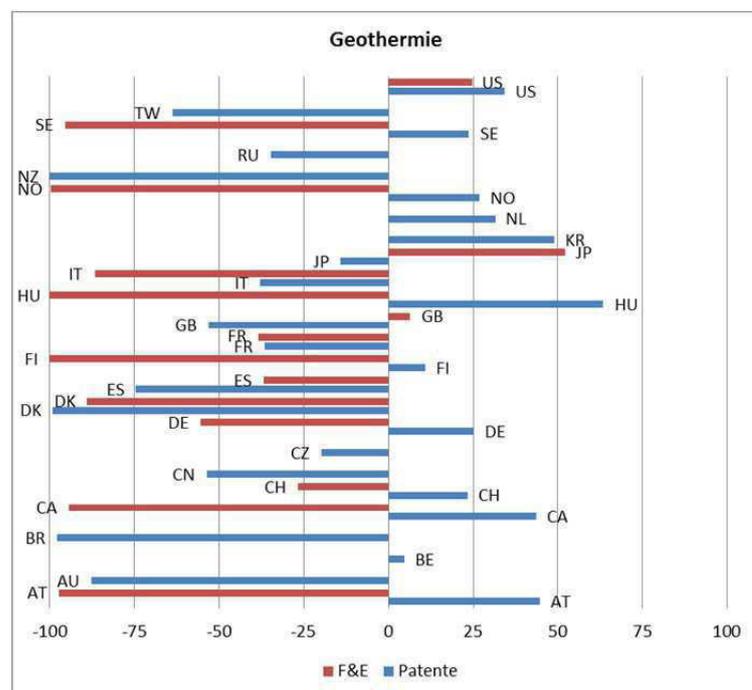


Abbildung 40: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Geothermie basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung

Bei Geothermie (Abbildung 40) gibt es so gut wie keinen Durchschnitt; die Länder liegen mit sehr wenigen Ausnahmen entweder deutlich positiv oder deutlich negativ. Bei den kumulierten Forschungsausgaben sind nur drei Länder, Großbritannien, Japan und die

USA positiv, dennoch schafft es nur die USA gleichzeitig auch bei den Patentanmeldungen überdurchschnittlich zu sein. Das negative Ergebnis Italiens zeigt, dass die natürliche Verfügbarkeit einer Energieressource (in diesem Fall Geothermie) nicht zwangsläufig zu einer starken Positionierung bei Forschungsausgaben und Patenten führt.

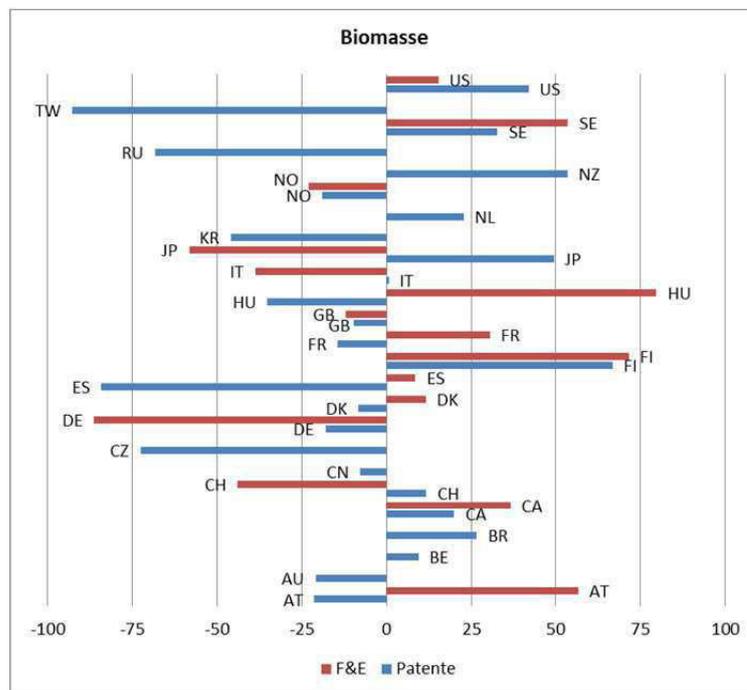


Abbildung 41: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Biomassetechnologien basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energiefor- schungsinduziertem Wissen von 1974-2011 (beinhaltet feste Biomasse, Biogas, BHKWs und Biotreibstoffe); eigene Darstellung

Das positive Abschneiden Ungarns bei Biomasse (Abbildung 41) liegt daran, dass das Land 94% seiner Forschungsausgaben für erneuerbare Energie in diesen Bereich investiert. Auch Japan und Neuseeland liegen bei Patentanmeldungen überraschend weit vorne, negative Überraschungen sind Deutschland und Österreich, wie bereits oben erwähnt. Weiters fällt bei Biomassetechnologien das starke Abschneiden Finnlands auf, das sich auch schon in Tabelle 10 und Tabelle 13 gezeigt hat.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Österreich beim Know-How induziert durch öffentliche Energieforschungsausgaben im internationalen Vergleich hinterherhinkt. Hier ist ein verstärkter Fokus der öffentlichen Hand wünschenswert. Die privaten Energieforschungsausgaben waren im Jahr 2009 um den Faktor 3,2 höher als die öffentlichen, allerdings fehlt hier eine aussagekräftige internationale Vergleichsbasis. Die Forschungsintensität ist aber deutlich höher als in der österreichischen Sachgütererzeugung. Die Patentanmeldungen im Bereich erneuerbare Energie in Österreich haben sich in den letzten zwanzig Jahren mehr als versechsfacht, wobei Österreich im internationalen Vergleich gut abschneidet. Die Analyse der relativen Patent- und Innovationsindikatoren bestätigt diese Ergebnisse weitgehend, wobei technologiespezifische Unterschiede zu beachten sind.

3.4 Themencluster IV: Förderungen und Subventionen im Energiesystem

3.4.1 Internationale Energiesubventionen

Förderungen und Subventionen sind Maßnahmen, die a) den Energiepreis für Verbraucher unter das Marktpreisniveau senken, b) für Erzeuger über den Marktpreis anheben oder c) für Marktteilnehmer die Kosten durch eine indirekte Unterstützung senken. Nach Badcock und Lenzen (2010) lassen sich Subventionen im Energiesystem einteilen in:

- Monetäre Subventionen (siehe unten)
- Staatliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung (siehe Kapitel 3.3.1)
- Externalitäten; Kosten der Energienutzung, die nicht in den Marktpreisen repräsentiert sind, wie beispielsweise gesundheitliche Folgekosten oder Umweltschäden durch die Nutzung einer Energieressource.

Bei Externalitäten ist die Erfassung der tatsächlichen Nutzungsfolgekosten einer Energietechnologie überaus schwierig und mit großen Unsicherheiten behaftet. Der Internationale Währungsfonds hat auf Basis des Jahres 2011 einen Statusbericht zu fossilen Energiesubventionen in 176 Staaten erstellt. Dabei wurden sowohl reale Steuern und Subventionen als auch fiktive Aufwandssteuern für Externalitäten sowie fiktive Wertsteuern entsprechend vergleichbarer Konsumgüter berücksichtigt (Details zur Methodik sind in IWF, 2013 ersichtlich). Es wird besonders auf die negative Wirkung von fossilen Energiesubventionen hingewiesen: *“Subsidies also distort resource allocation by encouraging excessive energy consumption, artificially promoting capital-intensive industries, reducing incentives for investment in renewable energy, and accelerating the depletion of natural resources.”* (IWF, Seite 1, 2013). Einen Vergleich Österreichs mit ähnlichen Staaten bietet Tabelle 14. Die am BIP gemessenen Subventionen für Erdölprodukte und Erdgas der Vergleichsländer sind laut IWF (2013) in Österreich am höchsten, bei Kohle liegen Dänemark und Finnland deutlich vor Österreich.

Tabelle 14: Subventionen für fossile Energieträger ausgewählter Staaten in Prozent des BIP 2011 unter Berücksichtigung von Externalitäten und fiktiven Wertsteuern; Quelle: Entnommen aus IWF (2013)

	Erdölprodukte [% BIP]	Erdgas [% BIP]	Kohle [% BIP]
Österreich	0,13	0,12	0,16
Dänemark	0,00	0,08	0,18
Finnland	0,00	0,07	0,33
Norwegen	0,00	0,07	0,04
Schweden	0,09	0,01	0,07
Schweiz	0,04	0,03	0,00

Die oben genannten monetären, staatlichen Subventionen lassen sich nach Reidy und Diesendorf (2003) unterteilen in:

- Direkte Subventionen und Rabatte
- Steuervergünstigungen
- Bereitstellung von Infrastruktur und öffentlichen Einrichtungen unter dem Kosten-niveau
- Bereitstellung von Kapital unter marktüblichen Zinssätzen
- Unterstützung ineffizienter privater oder staatlicher Energieversorger und / oder Kraftwerksbetreiber
- Handelsbegünstigungen (z. B. Exportförderungen) und Handelsbeschränkungen (z. B. Zölle)

International gesehen ist die Verfügbarkeit von einheimischen Energieressourcen entscheidend ob subventioniert wird. Während in OECD-Staaten meist die Produktionsseite subventioniert wird, ist es in Nicht-OECD-Staaten meist die Verbraucherseite. Generell sind die Energiesubventionen außerhalb der OECD insgesamt höher, aber aufgrund der höheren Einwohnerzahl dieser Länder pro Kopf niedriger als in den OECD-Staaten (siehe Suna, 2007). Die wichtigsten Ergebnisse von Suna (2007) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Innerhalb der OECD-Länder wird **Steinkohle** am stärksten in Deutschland durch Verkaufsförderungsmittel subventioniert.
- Während Kohle vor allem durch budgetierte Subventionen, die in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung als öffentliche Ausgaben geführt werden, in der EU gefördert wird, profitieren **Erdöl und Erdgas** vor allem von nicht-budgetierten Subventionen, wie Steuerbefreiungen und -begünstigungen, bevorzugtem Markt-zugang sowie regulierenden Unterstützungsmechanismen.
- **Kernenergie** wird hauptsächlich durch staatliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung subventioniert, obwohl seit Jahren kein nennenswerter Ausbau in den OECD-Ländern stattgefunden hat (vgl. Kapitel 3.3.1).
- **Erneuerbare Energieträger** profitieren hauptsächlich durch direkte Vergütungen, einerseits preisbasierte Instrumente wie Einspeisetarife, Investitionszuschüsse und Steueranreize, sowie andererseits durch mengenbasierte Instrumente wie Quotenregelungen. Diese direkten Vergütungen sind im Budget folglich auch klarer messbar.

3.4.2 Energiesubventionen in Österreich

Die nachfolgenden Informationen bieten keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da Subventionen laufenden Änderungen unterworfen sind und es eine Vielzahl von Förderstellen auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene gibt. Der Umweltdachverband (2012) und OECD (2012) listen ohne Anspruch auf Vollständigkeit Subventionen für fossile Energieträger²³ in Österreich auf:

- Befreiung des Flugverkehrs von der Mineralölsteuer auf Kerosin und Umsatzsteuerbefreiung für internationale Flugtickets; die Flugticketabgabe im Rahmen des Budgetbegleitgesetzes 2011 (BBG 2011) kompensiert diese Steuerausfälle nur teilweise
- Steuerbegünstigung für Diesel durch eine um 8,5ct/l geringere Mineralölsteuer als bei Benzin (BBG 2011)
- Steuerbegünstigung von Agrardiesel für landwirtschaftliche Betriebe (max. 50 Mio. EUR p. a. Steuerrückvergütung im Rahmen der MÖSt 1995, endete 2012 durch das 1. Stabilitätsgesetz 2012)
- Rückvergütung der Energieabgabe (BBG 2011) und der Ökostromaufwendungen im Rahmen des Ökostromgesetzes 2012 (ÖSG 2012)
- (Geringe) Höhe der Förderzinsabgabe sowie deren Deckelung für die heimische Förderung von Öl und Gas (Förderzinsnovelle im Rahmen des BBG 2011)
- Steuerrückvergütungen für energieintensive Industriebetriebe für Kohle, Öl und Gas
- Steuerbefreiung für Diesel in ÖBB-Zügen und für Flüssiggas im öffentlichen Nahverkehr (endete 2012 durch das 1. StabG 2012)
- Kompensationszahlungen Voitsberg III: *„Durch die Strommarktliberalisierung im Jahr 2001 wurde das Braunkohlekraftwerk Voitsberg und der dort angesiedelte Braunkohlebergbau unrentabel.“*²⁴ Zum Ausgleich wurden zwischen 2001 und 2006 insgesamt 102 Mio. EUR an die Betreiber ausbezahlt (Staatliche Beihilfe Nr. N 34/99 – Österreich)

Nach Schätzungen des Umweltdachverbandes (2012) sowie Angaben von OECD (2012) lässt sich die Gesamthöhe der hier genannten **fossilen Energiesubventionen zwischen 2,04 - 2,24 Mrd. EUR p. a.** (inkl. Rückvergütung der Energieabgabe und der Ökostromaufwendungen) abschätzen. Daneben wird der Ausbau von Erdgasleitungen in einigen österreichischen Gemeinden durch die begünstigte Bereitstellung von Gemeindegrund gefördert. Eine grobe Abschätzung der Entwicklung von fossilen Energiesubventionen in

²³ Die Ölkesselförderung „Heizen mit Öl“ ist eine private Initiative der österreichischen Öl- und Ölkesselindustrie und daher keine staatliche Subvention.

²⁴ Zitiert von http://de.wikipedia.org/wiki/Dampfkraftwerk_Voitsberg, 3. 8. 2013

Österreich von 2005 bis 2011 zeigt Abbildung 42. Die gelisteten Subventionen belaufen sich auf ca. 1,6 Mrd. EUR p. a.; eine Berücksichtigung der oben genannten Rückvergütung der Energieabgabe und der Ökostromaufwendungen ist in der Zeitreihe aufgrund fehlender Informationen nicht möglich.

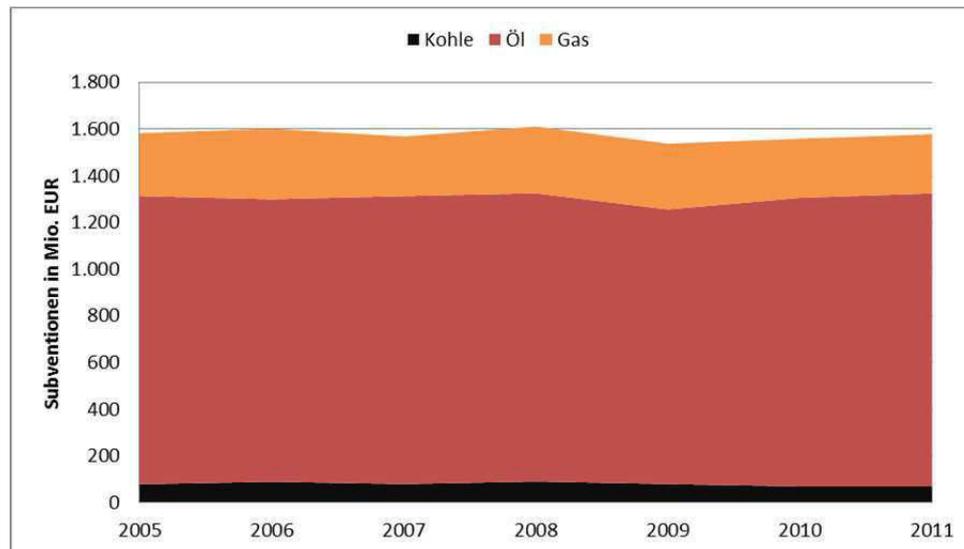


Abbildung 42: Grobe Abschätzung der Subventionen für fossile Energieträger in Österreich; eigene Schätzung²⁵ basierend auf Umweltdachverband (2012) und OECD (2012); ohne Rückvergütung der Energieabgabe (BBG 2011) und der Ökostromaufwendungen (ÖSG 2012)

Gemäß des Vorschlags für eine Änderung der Energiesteuerrichtlinie der EU (2011) soll zukünftig eine aufkommensneutrale und harmonisierte Besteuerung fossiler Energieträger - basierend auf dem Energiegehalt und deren CO₂-Emissionen - zum Ausbau einer energieeffizienten und CO₂-reduzierten Energieerzeugung hinsichtlich der EU-Emissionsreduktionsziele (20-20-20) beitragen. Inwiefern diese Ziele in die tatsächliche Umsetzung der zukünftigen EU-Richtlinie Eingang finden, bleibt aufgrund zum Teil sehr unterschiedlicher Positionen der EU-Mitgliedsstaaten abzuwarten.

Atomenergie erhält in Österreich keine nennenswerten Subventionen. Öffentliche Ausgaben im Rahmen nationaler Grundlagenforschung belaufen sich auf derzeit auf etwa 2,6 Mio. EUR pro Jahr (Stand 2011), wovon knapp 2,5 Mio. EUR auf die Kernfusionsforschung entfallen. Die Ausgaben für die Euratom-Mitgliedschaft belaufen sich auf etwa 11,9 Mio. EUR²⁶ pro Jahr, wovon ein Großteil für Forschung in den Bereichen Reaktorsicherheit und Kernfusion aufgewendet wird. Insgesamt kann also von einer Summe von ca. 14,5 Mio. EUR p. a. ausgegangen werden.

²⁵ Aufgrund der wenigen verfügbaren quantitativen Daten ohne Anspruch auf Vollständigkeit

²⁶ Vgl. <http://derstandard.at/1277338530031/Euratom---Umstrittene-Gemeinschaft>; abgerufen am 21. Jul. 2013

Subventionen für erneuerbare Energieträger in Österreich sind u. a. im Ökostromgesetz 2012, der Ökostrom-Einspeisetarifverordnung 2012, Bund-Länder-Vereinbarungen gemäß Art. 15a B-VG, den Förderrichtlinien für die Umweltförderung im Inland von 2009 sowie der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie 2003/30/EG bzw. nach deren Aufhebung durch die Richtlinie 2009/28/EG und teilweise im KWK-Gesetz 2009 geregelt. Daneben gibt es eine laufende Förderung für die Errichtung von Pellet- und Hackgutzentralheizungen sowie von Pelletskaminöfen.

Die gängigsten Subventionen für erneuerbare Energie in Österreich sind direkte Subventionen wie Einspeisetarife für Ökostrom und Investitionszuschüsse (v. a. für Kleinanlagen) sowie Steuervergünstigungen bzw. Steuerbefreiungen (z. B. für biogene Treibstoffe). Das Volumen sämtlicher genannter Förderungen lässt sich nicht abschätzen, die Entwicklung der Ökostrom-Vergütung durch Einspeisetarife ist durch die E-Control (2013) aber gut dokumentiert und in Abbildung 43 dargestellt. Im Jahr 2012 beliefen sich die Vergütungen für 6152 GWh Ökostrom im Rahmen des ÖSG 2012 auf 657 Mio. EUR, wobei 373 Mio. EUR (siehe E-Control, 2012d) als tatsächliche Subvention zu werten sind: „Der Unterstützungsbedarf für Ökostrom ergibt sich aus dem Vergütungsvolumen abzüglich des Marktwerts des erzeugten Stroms zuzüglich Aufwendungen für Ausgleichsenergie, administrativen und finanziellen Aufwendungen und Aufwendungen für Technologiefördermittel.“ Anzumerken ist jedoch, dass Einspeisetarife im Gegensatz zu anderen Subventionen mittels Umlagen direkt an die Stromkunden weitergegeben und somit messbar werden, während nicht-budgetierte Subventionen wie beispielsweise Steuervergünstigungen (vgl. oben) nicht unmittelbar messbar sind (siehe auch Kapitel 3.5.2).

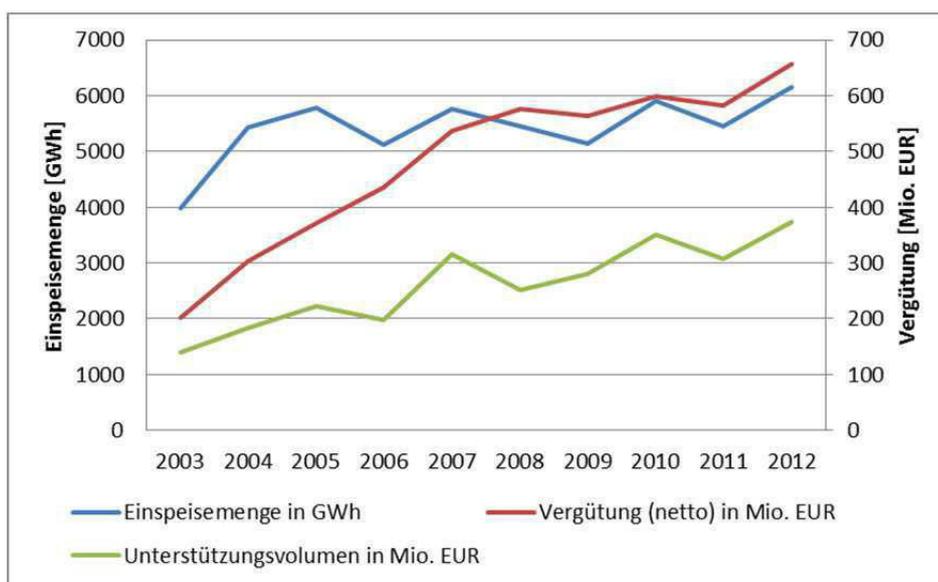


Abbildung 43: Entwicklung der Ökostrom-Einspeisemengen und -Vergütungen sowie der Subventionen (Unterstützungsvolumen) seit 2003; Datenquelle: E-Control, Archiv (www.e-control.at), E-Control (2012d) und OeMAG (2013)

Für Kraftfahrzeuge, die ausschließlich elektrisch betrieben werden, gibt es Steuervergünstigungen durch den Entfall der motorbezogenen Versicherungssteuer und der Normverbrauchsabgabe.

Neben den oben genannten Bundesförderungen existiert noch eine Reihe von Landesförderungen für erneuerbare Energieträger. Diese unterscheiden sich sowohl von Fördervolumen, Förderkriterien und der Dauer des Förderprogrammes sehr deutlich. Eine Abschätzung des gesamten Fördervolumens ist mangels verfügbarer, öffentlicher Informationen nicht möglich. Die wichtigsten, derzeitigen Landesförderungen für erneuerbare Energieträger sind:

- **Burgenland:** Investitionszuschuss für Warmwasser- und Heizungswärmepumpen (Erd- Luft- oder Wasser- WP), thermische Solaranlagen, Biomasse-Hauszentralheizungen und Fernwärmeanschlüsse
- **Kärnten:** Investitionszuschuss für thermische Solaranlagen, Holzheizungsanlagen und Wärmepumpen zur Raumheizung
- **Niederösterreich:** Investitionszuschuss und/oder Darlehen für Wärmepumpen und Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und/oder Beheizung sowie Photovoltaikanlagen, Tausch oder die Erstaufstellung von Heizungsanlagen für alle Arten von Brennstoffen aus Holz
- **Oberösterreich:** Investitionszuschuss für thermische Solaranlagen und Wärmepumpen
- **Salzburg:** Direktzuschuss für Biomasse, Solarthermie, Photovoltaik und Wärmepumpen
- **Steiermark:** Direktförderungen für Holzheizungen, solarthermische Anlagen und Photovoltaikanlagen sowie Elektrofahrzeuge
- **Tirol:** Investitionszuschuss für Wärmepumpen und Solarthermie
- **Vorarlberg:** Investitionszuschuss für Wärmepumpen, Biomasse-Heizanlagen und Solarthermie
- **Wien:** Investitionszuschuss für Solarthermie und Photovoltaik

Daneben gibt es auf Landes- und teilweise auf Gemeindeebene eine Reihe weiterer Bestimmungen zur Förderung erneuerbarer Energieträger und von Elektrofahrzeugen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass fossile und erneuerbare Energieträger von einer Vielzahl von Subventionen profitieren, wobei sich das exakte Fördervolumen nicht bestimmen lässt. Erdöl und Erdgas profitieren vor allem von nicht-budgetierten Subventionen (vgl. Abbildung 42), erneuerbare Energieträger zum Großteil von budgetierten Subventionen, die im Budget folglich auch klarer messbar sind (vgl. Abbildung 43).

3.5 Themencluster V: Volkswirtschaftliche Effekte

Im Folgenden werden die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Umstellung des österreichischen Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger seit dem Jahr 2000 für Österreich dargestellt. Innerhalb der Analyse werden zum einen statistische Ausprägungen der Forcierung erneuerbarer Energieträger präsentiert (siehe Kapitel 3.5.1), zum anderen wird basierend auf diesen Werten eine makroökonomische Simulationsanalyse durchgeführt (siehe Kapitel 3.5.2), anhand welcher dynamische Effekte auf die Volkswirtschaft für den Zeitraum 2000 bis 2011 quantifiziert werden können. Diese Effekte werden hinsichtlich ihrer Wirkung für die zentralen makro-ökonomischen Variablen Bruttoinlandsprodukt, Beschäftigte, Leistungsbilanz, privater Konsum und Investitionen ermittelt. Zusätzlich erfolgt eine Analyse der Auswirkungen auf ausgewählte Steuereinnahmen im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2011.

3.5.1 Komparativ-statische Betrachtung

Als Input für die makroökonomische Simulationsanalyse werden im Folgenden die komparativ-statischen Daten ermittelt bzw. dargestellt. Innerhalb der komparativ-statischen Analyse der Umstellung des österreichischen Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger seit dem Jahr 2000 liegt der Fokus auf Differenzen im Energieverbrauch sowie auf Investitionen der Unternehmen und auf Ausgaben der Haushalte für Anlagen zur Produktion und zum Verbrauch. Hierbei wird die Auswirkung der gesamten Umstellung quantifiziert – es erfolgt also keine separate Simulation für einzelne Energieträger. Dabei wird die Differenz zwischen der tatsächlichen Entwicklung (erhöhter Anteil Erneuerbarer – **IST-Szenario**) und der alternativen – nicht realen – Entwicklung, in dem die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 konstant bis zum Jahr 2011 fortgeschrieben werden (höherer Anteil fossiler Energieträger – **EIS-Szenario**) betrachtet.

Energieverbrauch

Die Berechnung der Veränderung im Energieverbrauch erfolgt entsprechend dem Mengenindex nach Laspeyres über der Differenz der tatsächlichen Veränderungen (**IST-Szenario**) und der alternativen Entwicklung, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert (**EIS-Szenario**). Der absolute Energieverbrauch ist im IST-Szenario somit gleich dem Energieverbrauch im EIS-Szenario. Da der Fokus der Studie auf der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energieträger liegt (und durch die Betrachtung der Substitution fossiler Energieträger durch fossile Energieträger und erneuerbarer Energieträger durch erneuerbare Energieträger Verzerrungen entstehen würden), werden je nach Segment (Energieverbrauch der Haushalte und Unternehmen, Fernwärme- und Stromproduktion sowie im Straßenverkehr) Korrekturen für den Verbrauch fossiler Energieträger vorgenommen. Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass die dargestellten Diffe-

renzen in den Veränderungen der Energieträger als Konsequenz immer eine absolute Verbrauchsveränderung von Null ergeben. Eine ebenso mögliche Definition des EIS-Szenarios könnte alternativ auch durch die Fixierung der absoluten Werte des Endenergieverbrauchs durch Erneuerbare (im Jahr 2000) vorgenommen werden. Somit könnte ausgeschlossen werden, dass im EIS-Szenario je nach betrachtetem Segment (siehe Abbildung 44 bis Abbildung 48) ein Ausbau (in absoluten Werten) von Erneuerbaren erfolgt. Hier wird jedoch der Ansatz der Fixierung der relativen Anteile Erneuerbarer am Endenergieverbrauch im Jahr 2000 gewählt, um einer Überschneidung in der Analyse von Effizienz- und Substitutionseffekten entgegenzuwirken.

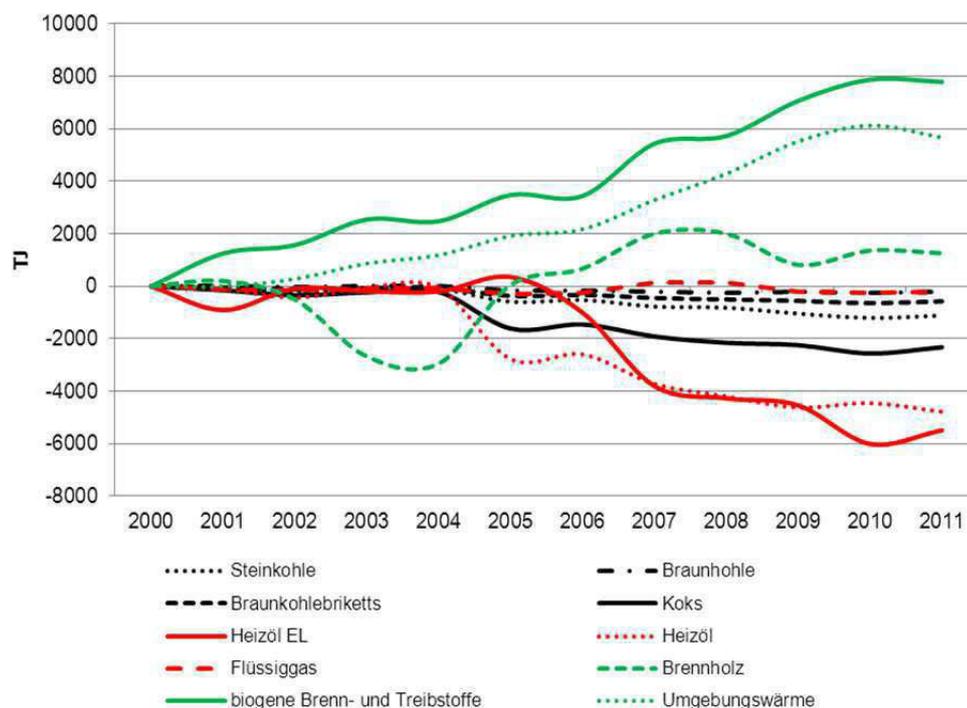


Abbildung 44: Energetischer Endverbrauch der privaten Haushalte (ohne Mobilität) - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Anmerkungen: Korrektur um Energieträger Erdgas; positive (negative) Werte induzieren einen höheren (niedrigeren) Verbrauch des jeweiligen Energieträgers im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich 0 induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen im Energieverbrauch generiert wurden; der absolute energetische Endverbrauch dieses Segments belief sich im Jahr 2000 auf 192 PJ und im Jahr 2011 auf 174 PJ.

Die Herleitung der Differenzen zwischen dem IST- und dem EIS-Szenario impliziert, dass es vor allem im Bereich des energetischen Endverbrauchs der Haushalte zu starken Rückgängen des Verbrauchs von Heizöl extra leicht, Heizöl sowie Koks gekommen ist (Abbildung 44). Diese werden zu hohem Maße durch die Nutzung biogener Brenn- und

Treibstoffe und Umgebungswärme kompensiert. Seit 2005 ist zudem die verstärkte Nutzung von Brennholz erkennbar.

Im Hinblick auf die Entwicklung des energetischen Endverbrauchs von Unternehmen ist analog zum Bereich der Haushalte ein signifikanter Rückgang der fossilen Energieträger Heizöl extra leicht und Heizöl zu erkennen, welcher fast zur Gänze durch einen höheren Verbrauch biogener Brenn- und Treibstoffe ausgeglichen wird (Abbildung 45).

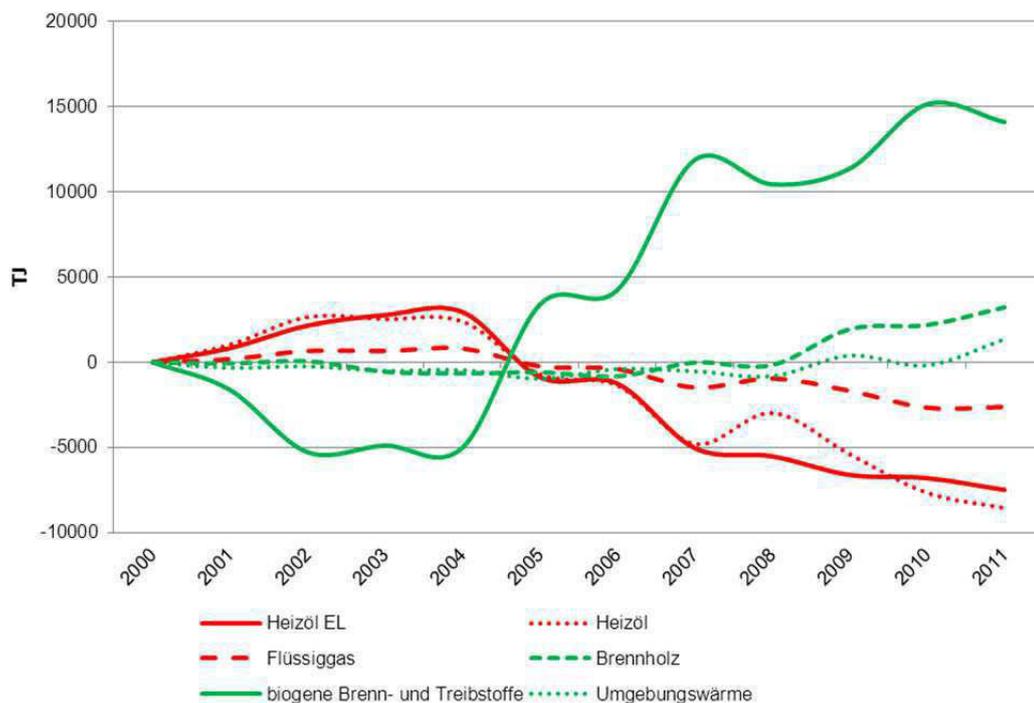


Abbildung 45: Energetischer Endverbrauch der Unternehmen (ohne Mobilität) - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Anmerkungen: Korrektur um Energieträger Erdgas, brennbare Abfälle und Diesel; positive (negative) Werte induzieren einen höheren (niedrigeren) Verbrauch des jeweiligen Energieträgers im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich 0 induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen im Energieverbrauch generiert wurden; der absolute energetische Endverbrauch dieses Segments belief sich im Jahr 2000 auf 214 PJ und im Jahr 2011 auf 258 PJ.

Innerhalb der Fernwärmeproduktion ist ebenfalls eine Steigerung des Inputs biogener Brenn- und Treibstoffe erkennbar, welche die Reduktion des Umwandlungseinsatzes von Erdgas und brennbaren Abfällen aufhebt (Abbildung 46).

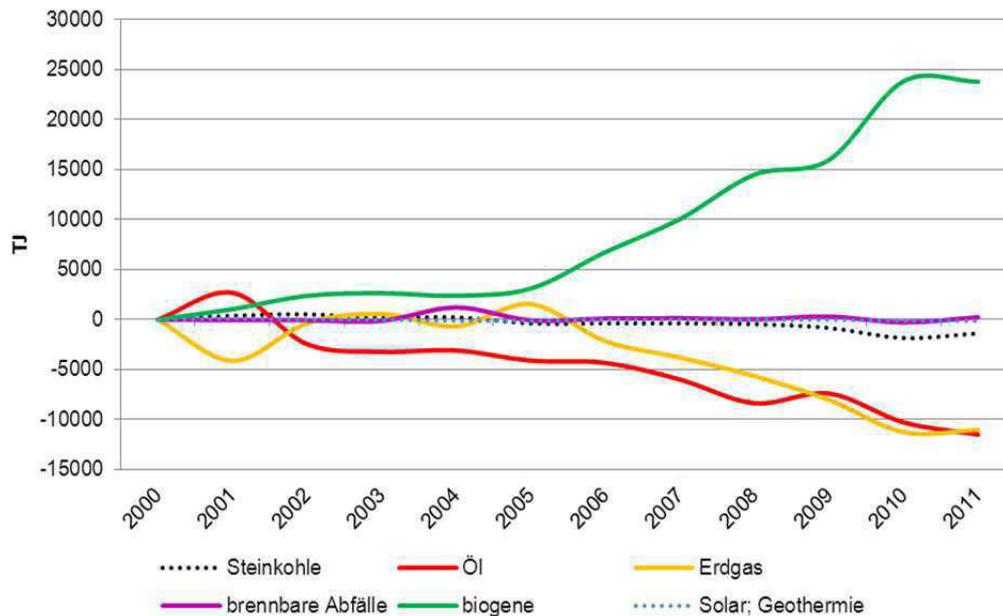


Abbildung 46: Fernwärmeproduktion - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario.

Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Anmerkung zu Abbildung 46: positive (negative) Werte induzieren einen höheren (niedrigeren) Verbrauch des jeweiligen Energieträgers im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich 0 induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen im Energieverbrauch generiert wurden; der absolute energetische Endverbrauch dieses Segments belief sich im Jahr 2000 auf 47 PJ und im Jahr 2011 auf 79 PJ.

Bei der Stromproduktion ist eine Erhöhung des Umwandlungseinsatzes von Erdgas und biogenen Treibstoffen sichtbar, wobei die Konstanzhaltung der Anteile der Energieträger im Jahr 2000 zu einer signifikanten relativen Reduktion der Nutzung der Wasserkraft in diesem Segment führt (auch bei einer zeitlichen Glättung der Produktion über drei Jahre im Sinne einer erhöhten Berücksichtigung der Niederschlagsmengen) (Abbildung 47). Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die Stromproduktion aus Wasserkraft bereits im Jahr 2000 stark ausgebaut war, sodass kein Produktionswachstum in Relation zu anderen Energieträgern bei einer insgesamt steigenden Gesamtstromproduktion feststellbar war.

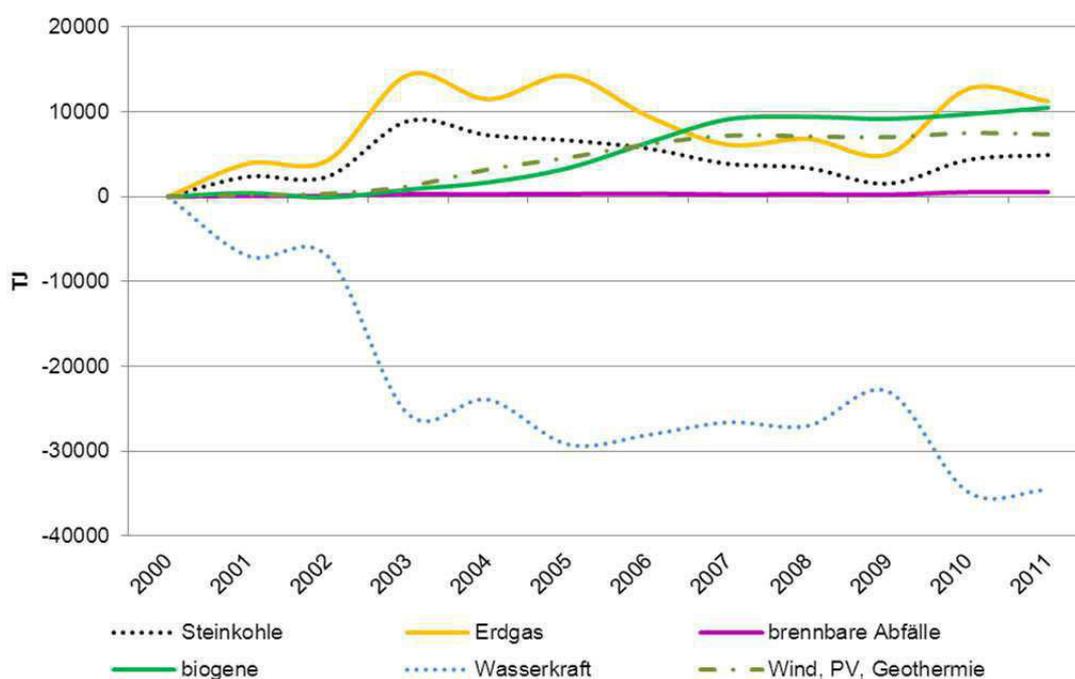


Abbildung 47: Stromproduktion - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Anmerkung: Korrektur um Öl; positive (negative) Werte induzieren einen höheren (niedrigeren) Verbrauch des jeweiligen Energieträgers im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich 0 induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen im Energieverbrauch generiert wurden; der absolute energetische Endverbrauch dieses Segments belief sich im Jahr 2000 auf 204 PJ und im Jahr 2011 auf 224 PJ.

Die Änderungen der relativen Anteile des energetischen Endverbrauchs im Straßenverkehr sind in Abbildung 48 dargestellt, wobei die Entwicklung vor allem auf die Beimischungsverpflichtung von biogenen Treibstoffen zurückzuführen ist.

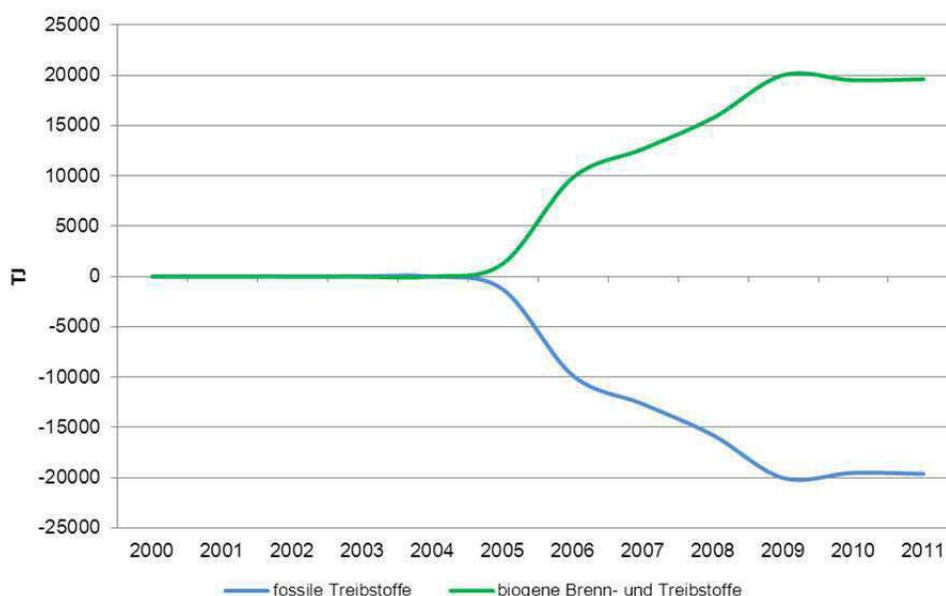


Abbildung 48: Energetischer Endverbrauch im Straßenverkehr - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Anmerkung: Korrektur um Flüssiggas, Kerosin und Erdgas; positive (negative) Werte induzieren einen höheren (niedrigeren) Verbrauch des jeweiligen Energieträgers im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich 0 induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen im Energieverbrauch generiert wurden; der absolute energetische Endverbrauch dieses Segments belief sich im Jahr 2000 auf 280 PJ und im Jahr 2011 auf 348 PJ.

Die Betrachtung des gesamten energetischen Endverbrauchs Österreichs der Segmente Wärme, Strom und Verkehr innerhalb der definierten Szenarien (IST-Szenario und EIS-Szenario) zeigt, dass im Jahr 2011 durch die Umstellung des Energiesystems signifikante Einsparung im Verbrauch von Öl (Heizöl sowie Heizöl extra leicht im Unternehmens- und Haushaltssektor sowie Diesel und Benzin im Verkehrssektor) geschaffen wurden, während der Einsatz der erneuerbaren Energieträger um den gleichen Anteil Anstieg. Innerhalb der Fernwärmeproduktion ist ebenfalls die Substitution fossiler durch regenerative Energieträger erkennbar, wobei die Annahme des Rückgangs der Wasserkraft in der Stromproduktion aufgrund der Konstanzhaltung der Energieträgeranteile am Gesamtverbrauch des Jahres 2000 im EIS-Szenario zu höheren Anteilen Erneuerbarer im Vergleich zur Ist-Situation führt. Abbildung 49 stellt die Zusammensetzung des Endenergieverbrauchs Österreichs in den betrachteten Szenarien dar.

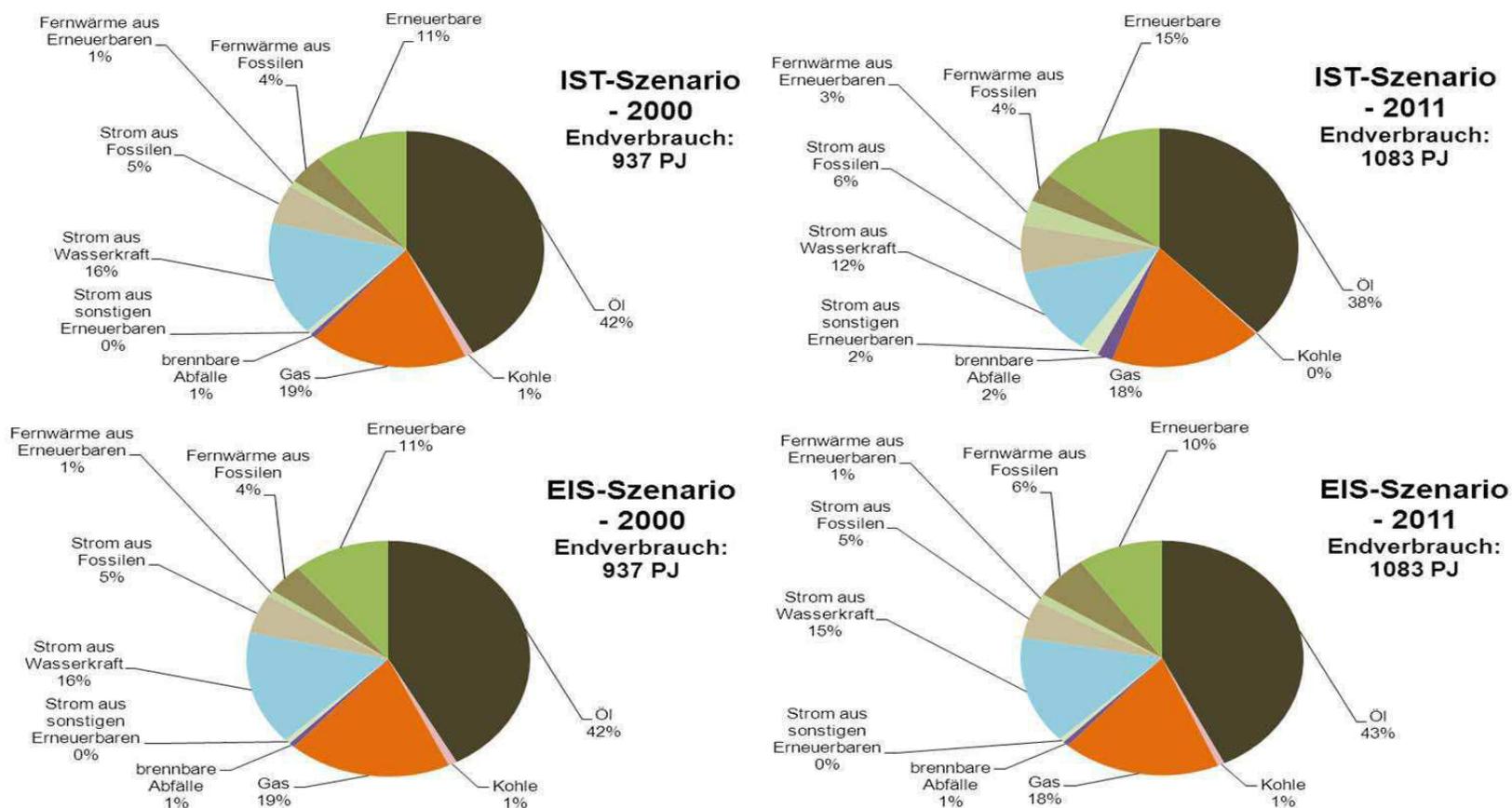


Abbildung 49: Zusammensetzung des energetischen Endverbrauchs in Österreich im IST-Szenario und EIS-Szenario, 2000 und 2011; Berechnung nach dem Mengenindex nach Laspeyres; Datenquelle: Statistik Austria (2012b)

Anmerkungen: das IST-Szenario spiegelt die tatsächliche Entwicklung des Endenergieverbrauchs wieder, während das EIS-Szenario eine alternative Entwicklung vorsieht, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert; die absolute Verbrauchsveränderung zwischen den beiden Szenarien beläuft sich auf null; „Öl“ umfasst den Endverbrauch von Heizöl, Heizöl EL und Diesel im Unternehmens- und Haushaltssektor sowie von Diesel, Petroleum und Benzin im Verkehrssektor; „Erneuerbare“ umfassen den Endverbrauch von Brennholz, biogenen Brenn- und Treibstoffen und Umgebungswärme im Unternehmens- und Haushaltssektor sowie von biogenen Treibstoffen im Verkehrssektor; „Gas“ umfasst den Endverbrauch von Erdgas und Flüssiggas im Unternehmens-, Haushalts- sowie Verkehrssektor.

Absolut betrachtet ergibt sich durch die oben beschriebene Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare die in Abbildung 50 dargestellte Veränderung des energetischen Endverbrauchs erneuerbarer Energieträger innerhalb der betrachteten Segmente Wärme und Verkehr (ohne Fernwärme und Strom). Dabei ist bis 2004 ein Rückgang des Verbrauchs Erneuerbarer zu verzeichnen. Im Hinblick auf den energetischen Import (siehe Abbildung 51) impliziert dieser anfängliche Rückgang einen Anstieg der Importe fossiler Energieträger bis 2004. Die Forcierung erneuerbarer Energieträger verdeutlicht sich letztendlich von 2005 bis 2011 anhand des kontinuierlichen Anstiegs des Endverbrauchs und der Reduktion der fossilen bzw. energetischen Importe.

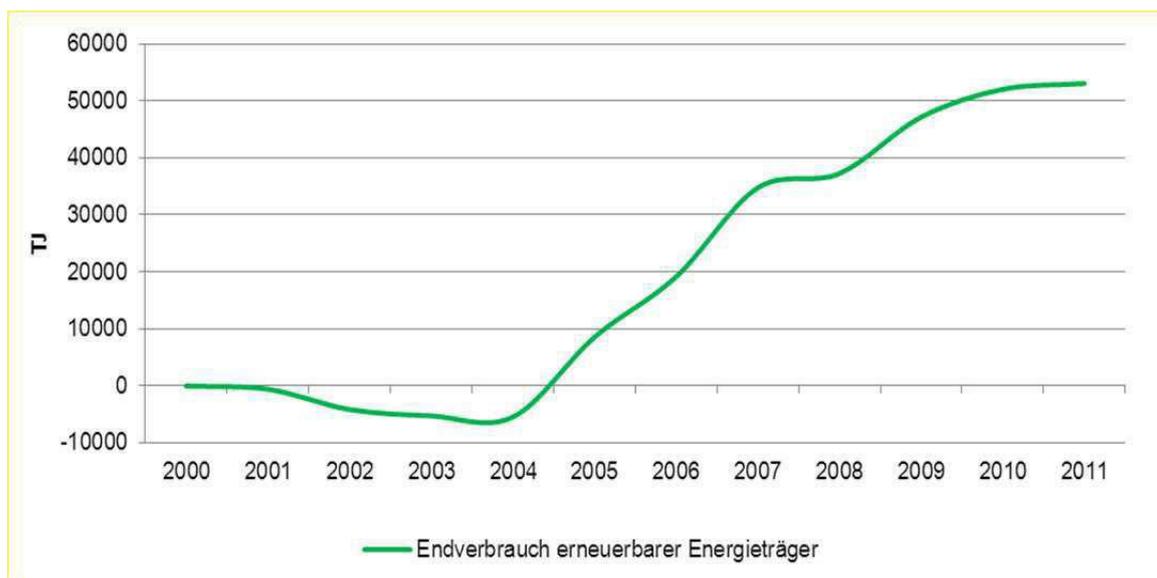


Abbildung 50: Endverbrauch erneuerbarer Energieträger in Österreich (ohne Fernwärme und Strom), 2000-2011, Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario, Datenquelle: Statistik Austria (2012c)

Anmerkung: positive (negative) Werte induzieren einen höheren (niedrigeren) Verbrauch im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich 0 induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen im Energieverbrauch generiert wurden.

Die nachstehende Abbildung beinhaltet die Veränderung der energetischen Importe nach Österreich in Form der Differenz zwischen dem IST- und dem EIS-Szenario. Hierbei sind somit auch die Umwandlungseinsätze zur Produktion von Fernwärme und elektrischer Energie inkludiert. Es zeigt sich eine deutliche relative Zunahme der fossilen Energieimporte im IST-Szenario im Zeitraum von 2001 bis 2005 in Relation zum EIS-Szenario und somit zur Struktur des Jahres 2000.

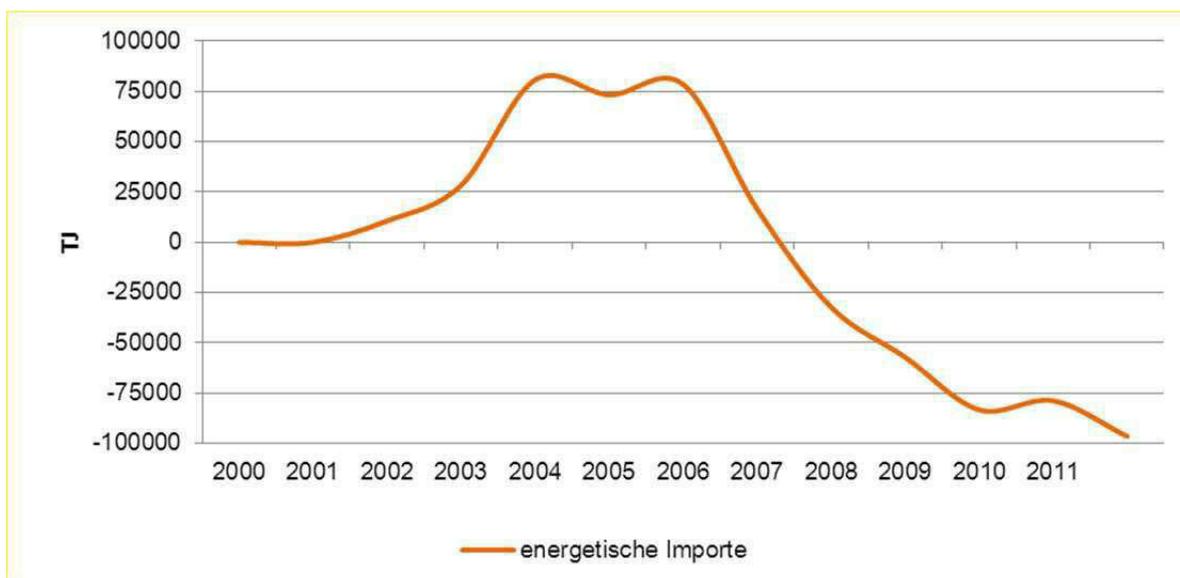


Abbildung 51: Energetische Primärenergieimporte in Österreich, 2000-2011, Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario, Datenquelle: Statistik Austria (2012c)

Anmerkung: positive (negative) Werte induzieren höhere (niedrigere) Importe im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich 0 induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen hinsichtlich der Importe generiert wurden; energetische Importe umfassen Importe fossiler und erneuerbarer Energieträger.

Investitionen (sowie privater Konsum für Anlagen)

Bezüglich der komparativ-statischen Untersuchung der durch Erneuerbare induzierten Investitionen von Unternehmen sowie von Ausgaben der privaten Haushalte (für Erzeugungsanlagen und Heizsysteme) in den Segmenten Strom und Wärme werden im ersten Schritt die vorhandenen Daten der IST-Situation dargestellt. Die mittelfristige Entwicklung der Investitionen im Segment Strom zeigt, dass es nach der Liberalisierung des österreichischen Strommarktes zu einem erkennbaren Rückgang der Investitionstätigkeit gekommen ist. In Abbildung 52 sind die Investitionskosten in stromerzeugende Anlagen im Zeitraum 2000 bis 2011 dargestellt.

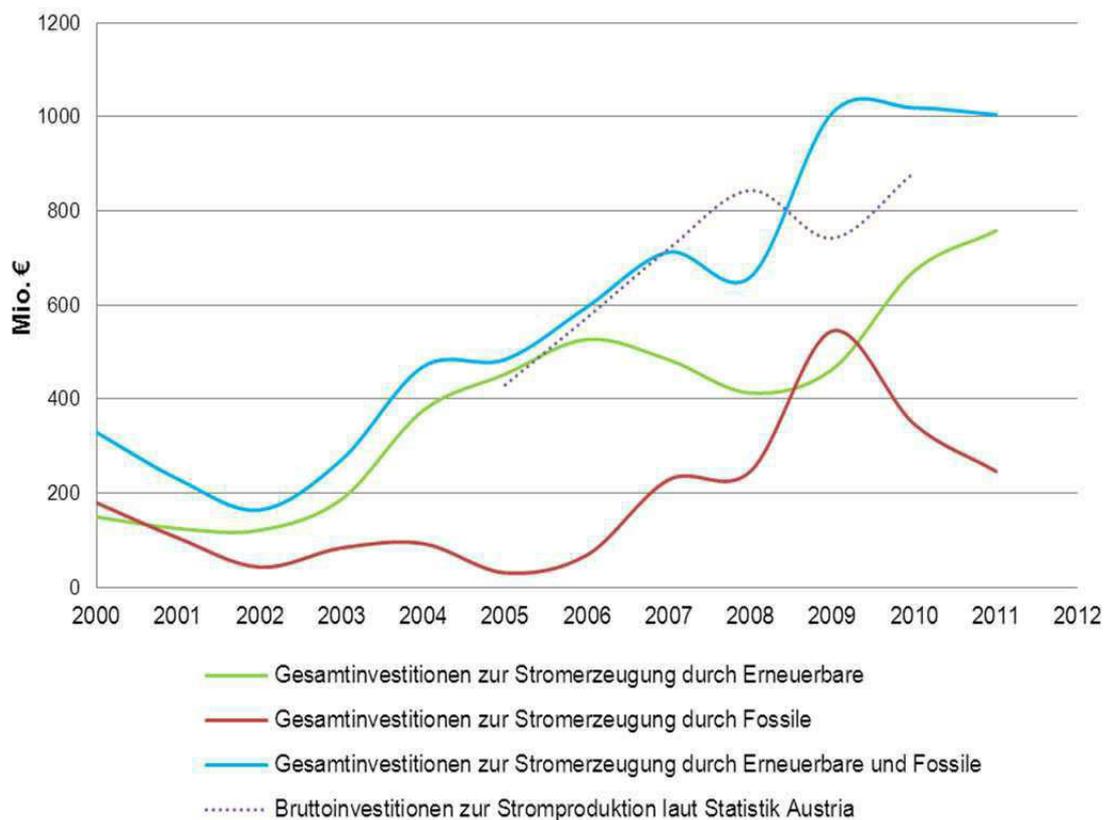


Abbildung 52: Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung in Österreich, 2000-2011. Datenquelle: Biermayr (2013), Biermayr et al. (2013), Eder und Kirchweger (2011), oesterreichs energie (2013) sowie Statistik Austria (2012c)

Anmerkung: Vergleichend zu den Bruttoinvestitionen, die in den Leistungs- und Strukturdaten der Statistik Austria (Statistik Austria 2012c) erfasst sind, ergeben sich ab dem Jahr 2007 größere Abweichungen zu den Daten von Österreichs Energie. Der Grund hierfür liegt zum einen vermutlich in der ungleichen Berücksichtigung der Aufteilung der Investitionssummen im Bereich der thermischen Großkraftwerke (v.a. Timelkam, Mellach) und ist vorwiegend auf die Fertigstellung im Neubau-Bereich von Großprojekten und dem Abschluss von Erweiterungen größerer Gas- und Dampfturbinen-Anlagen bzw. Kombinationskraftwerke zurückzuführen; Wartungskosten der Anlagen werden nicht berücksichtigt.

Im Bereich der Investitionen in Anlagen zur thermischen Energieerzeugung wurde ebenfalls eine Unterscheidung in mit erneuerbaren und mit fossilen Energieträgern betriebenen Anlagen durchgeführt; ebenso wurde zwischen leitungsgebundenen Anlagen und Einzelanlagen in Haushalten und Unternehmen unterschieden. Im Bereich der leitungsgebundenen thermischen Energieerzeugungssysteme ist seit dem Jahr 2000 ein Anstieg der Investitionen in den mit erneuerbaren Primärenergieträgern betriebenen Systemen zu verzeichnen. Die höchsten Investitionen sind in den Jahren 2004 und 2005 vorhanden. Dies liegt u.a. an der großen Anzahl von Biomasse-Nahwärmanlagen, die in diesem Zeitraum errichtet worden sind. In Abbildung 53 sind diese Investitionen im Zeitraum 2000 bis 2011 aggregiert dargestellt.

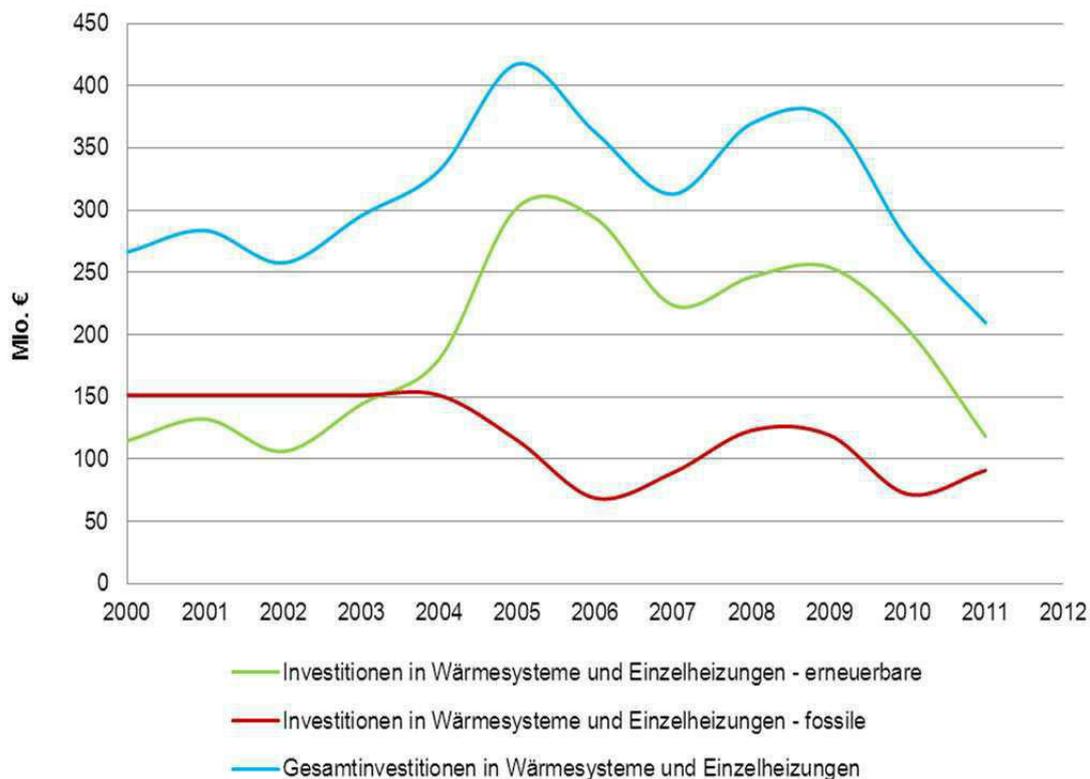


Abbildung 53: Investitionen in Nah- und Fernwärmesysteme sowie in Einzelheizungen im Raumwärmebereich in Österreich, 2000-2011. Datenquelle: von Biermayr et al. (2013), Malik et al. (2012) und Statistik Austria (2012c)

Anmerkung: Bei der durch KWK-Anlagen erzeugten thermischen Energie aus Wärmekraftwerken konnte aufgrund der Datenlage keine Zuteilung der Anlagenkosten in Fernwärme bzw. Stromanteile erfolgen. Aufgrund fehlender Daten wurden die Investitionen in Wärmesysteme und Einzelheizungen basierend auf fossilen Energieträgern für den Zeitraum 2000-2003 konstant gehalten; Wartungskosten der Systeme bzw. Einzelheizungen werden nicht berücksichtigt.

In Bezug auf die Simulationsanalyse (siehe Kapitel 3.5.2) ist darauf hinzuweisen, dass die generierten Daten zwar die reale Situation abbilden, jedoch keine Informationen über die Investitionsaktivitäten im alternativen Szenario, in welchem die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 konstant fortgeschrieben werden, beinhalten können. Vor allem wäre die zeitliche Zuordnung von Investitionsprojekten im Alternativszenario willkürlich und nicht wissenschaftlich abgesichert. Somit beruhen die letztendlich in der Simulationsanalyse verwendeten Daten bezüglich der Investitionen auf den Differenzen im Energieverbrauch und werden anhand spezifischer Investitionskosten pro kWh basierend auf Neubarth und Kaltschmitt (2000) und Kaltschmitt und Streicher (2009) hergeleitet. Der Verlauf der Differenz der Investitionstätigkeiten zwischen IST- und EIS-Szenario findet sich in Abbildung 54. Es ist erkennbar, dass Investitionen durch den Einsatz fossiler Energieträger ab 2006 abnehmen, während Investitionen durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger ab 2004 stark steigen.

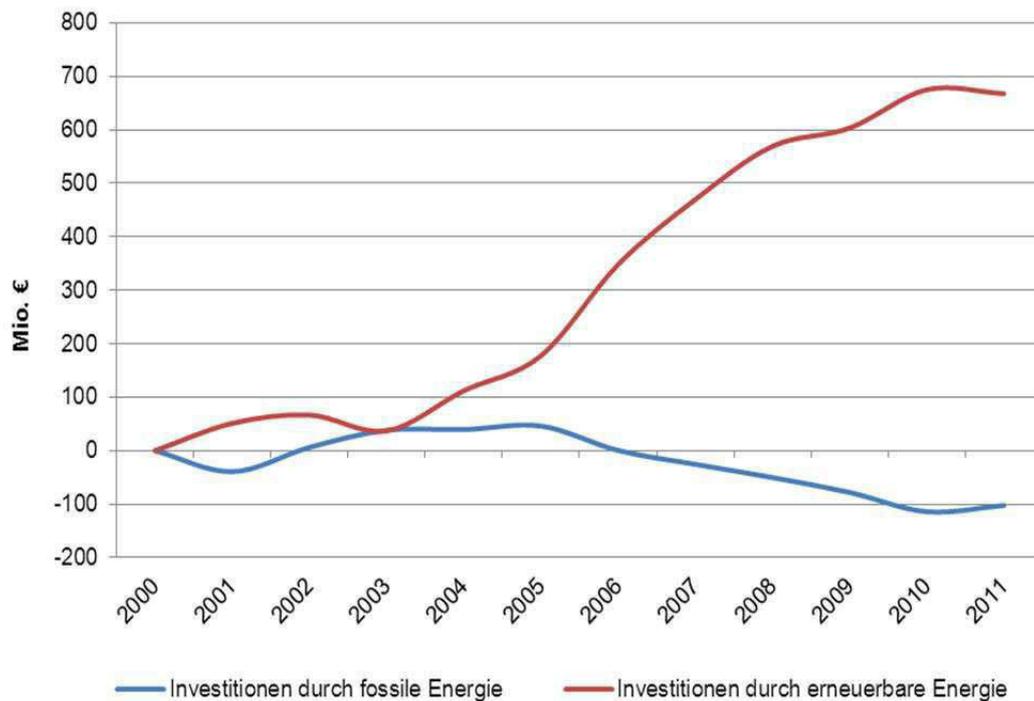


Abbildung 54: Investitionen der Unternehmen und Haushalte nach Energieträger in den Segmenten Stromproduktion, Wärme und Treibstoff - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Neubarth und Kaltschmitt (2000), Kaltschmitt und Streicher (2009) und Daten der Statistik Austria (2012b)

Anmerkung: zur Berechnung der Investitionen werden die Differenzen der Energieverbräuche der Segmente Wärme, Strom und Verkehr mit Investitionskosten pro kWh monetarisiert. Ausgaben der Haushalte zur Installation von Einzelheizungen werden berücksichtigt, während Wartungskosten vernachlässigt werden. Positive (negative) Werte induzieren einen höhere (niedrigere) Investitionen im IST-Szenario (tatsächliche Entwicklung des Energieverbrauchs) im Vergleich zum EIS-Szenario (alternative Entwicklung des Energieverbrauchs, welche die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 einfriert); ein Wert gleich Null induziert, dass durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare keine Veränderungen innerhalb der Investitionstätigkeiten generiert wurden

3.5.2 Makroökonomische Simulationsanalyse

Im Folgenden wird analysiert und quantifiziert, welche volkswirtschaftlichen Effekte die Umstellung des österreichischen Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger seit dem Jahr 2000 für Österreich geschaffen hat. Hierfür ist es auch von Bedeutung, welche Sekundär- bzw. welche Mehrrundeneffekte durch die wirtschaftlichen Tätigkeiten der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr ausgelöst wurden. Ausgehend von den oben dargestellten komparativ-statischen Parametern bezüglich Energieverbrauch und Investitionen wird die makroökonomische Gesamtanalyse der Umstellung des Energiesystems durch die Untersuchung der dynamischen, volkswirtschaftlichen Auswirkungen anhand des makroökonomischen Simulationsmodells MOVE komplettiert.²⁷

Die Berechnungen zeigen einen positiven volkswirtschaftlichen Nutzen in Form einer Erhöhung des Bruttoinlandproduktes innerhalb des Betrachtungszeitraums von 2001 bis 2011 auf. Das durchschnittlich höhere Bruttoinlandsprodukt basiert grundlegend auf:

- zusätzlichen Investitionsimpulsen zur Strom-, Wärme und Treibstoffproduktion durch erneuerbare Energieträger sowie von Installationen von Heiztechnologien durch Raumwärme-Endverbraucher (Industrie und Haushalte) für erneuerbare Energieträger;
- der heimischen Produktion von Strom, Wärme und Treibstoff aus erneuerbaren Energiequellen, was eine Reduktion der (fossilen) Energieimporte, eine Erhöhung der Energieexporte und somit positive Auswirkungen auf die Leistungsbilanz impliziert;
- den durch das Wirtschaftswachstum induzierten Anstieg der Löhne und somit des verfügbaren Einkommens, der Investitionen in anderen Wirtschaftssegmenten und der nicht-energetischen Nettoexporte;
- dadurch ausgelösten Beschäftigungseffekten;
- Sekundäreffekten resultierend aus den aufgeführten Auswirkungen.

Allgemein zeigt die makroökonomische Simulationsanalyse eine Erhöhung des Bruttoinlandproduktes um 1.647 Mio. € im Jahr 2011 gegenüber einer Situation ohne die Umstellung des österreichischen Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger seit dem Jahr 2000. Dies entspricht einem um durchschnittlich 398 Mio. € höheren Bruttoinlandsprodukt über die Beobachtungsperiode 2000 bis 2011 in Österreich, was einem

²⁷ Eine detaillierte Beschreibung des Aufbaus und der Funktionsweise von MOVE findet sich in Tichler (2009) sowie in Kapitel 5.4. Die für die Simulationsanalyse getroffenen Annahmen sind ebenfalls in Kapitel 5.4 dargestellt.

durchschnittlichen Anteil von 0,1 % am österreichischem Bruttoinlandsprodukt für diesen Zeitraum entspricht. Dabei ist festzuhalten, dass von 2000 bis einschließlich 2005 negative Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt vorliegen. Diese entstehen vorwiegend aufgrund negativer energetischer Nettoexporte – vor allem infolge hoher Importe von Heizöl EL und Heizöl (siehe Abbildung 45). Eine wichtige Komponente der Reduktion der energetischen Nettoexporte aufgrund des Anstiegs der Importe fossiler Energieträger stellen die Preisniveaus von Rohöl (siehe Abbildung 55) vor allem im Zeitraum von 2004 bis 2008, aber auch in den Jahren 2010 und 2011 dar. Aufgrund des geringen Ölpreises bzw. geringeren Kosten der auf fossilen Rohstoffen basierenden Energieproduktion in den Jahren bis 2004 ergaben sich vermehrt Anreize fossile Energieträger zu importieren, was wiederum zu höheren Wertschöpfungsabflüssen bzw. einem Rückgang des Bruttoinlandsproduktes führt. Das stark steigende Preisniveau von Rohöl ab 2005 und die daraus resultierende Verteuerung der energetischen (fossilen) Importe unterstützt die Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energie.

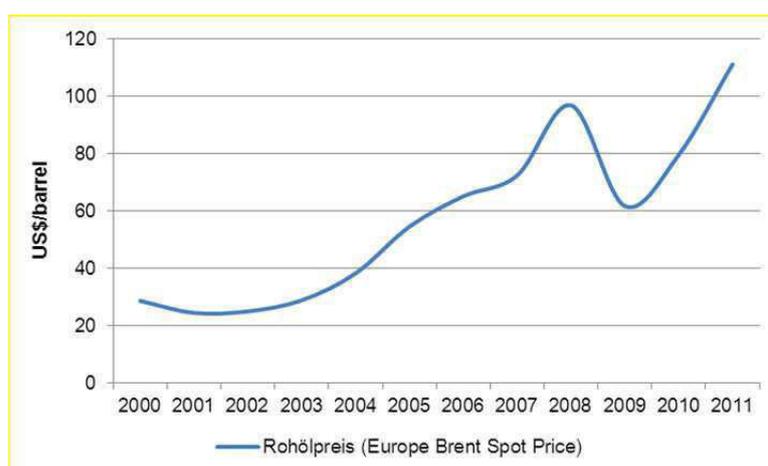


Abbildung 55: Rohölpreis, 2000 – 2011. Datenquelle: EIA

Diese negativen Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt werden durch höhere Investitionstätigkeiten sowie der Reduktion der fossilen Energieimporte erst vollkommen ab 2006 kompensiert. In Hinsicht auf die Leistungsbilanz ergeben die signifikanten Rückgänge der Importe fossiler Energieträger für den energetischen Endverbrauch der privaten Haushalte (vor allem Heizöl, Heizöl extra leicht und Koks), der Unternehmen (vor allem Heizöl und Heizöl extra leicht), im Straßenverkehr und für die Fernwärmeproduktion (vor allem Öl und Erdgas) positive Auswirkungen ab 2006. Es ist ebenfalls zu erwähnen, dass trotz des in der Studie angenommenen starken Rückgangs der Wasserkraft innerhalb der Stromproduktion (siehe Abbildung 47) positive Effekte durch den Rückgang der Importe fossiler Energieträger erzielt werden.

Weiters zeigt sich, dass die Investitionstätigkeiten der Unternehmen durch Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energieträger ab 2005 kontinuierlich steigen, so-

dass sich das gesamte Investitionsvolumen (inkl. Sekundäreffekte) im Jahr 2011 auf ca. 550 Mio. € beziffert. Demnach sind die Investitionen in Erneuerbare als Konjunkturmotor zu interpretieren, welche sich aufgrund der kontinuierlichen Erhöhung und der Multiplikatoreffekte mittelfristig bezahlt machen. Letztendlich ergibt sich in Hinblick auf den privaten Konsum der Haushalte, welcher sich aus energetischen und nicht-energetischem Konsum definiert, ein Rückgang von durchschnittlich 89 Mio. € pro Jahr. Aufgrund der Förderung von Erneuerbaren in Form von Investitionsförderungen in der Stromproduktion und Beimischungsverpflichtungen von Biokraftstoffen im Verkehrssektor ergeben sich ab dem Jahr 2004 höhere Kosten für private Haushalte. Da diese im Vergleich zu Unternehmen nicht in der Lage sind, Mehrbelastungen auf Güterpreise überzuwälzen, kommt es trotz des aus dem Wirtschaftswachstum resultierenden Anstiegs der Löhne und des verfügbaren Einkommens zu einem leichten Rückgang des privaten Konsums. Dieser Effekt wird jedoch durch die Erhöhungen der Investitionen und der Nettoexporte deutlich kompensiert.

Bezüglich der Anzahl der Beschäftigten ergaben sich in Österreich durch die Umstellung des Energiesystems inklusive Beschäftigungsverhältnisse infolge von Sekundäreffekten ca. 5.570 Beschäftigte im Jahr 2011 im Vergleich zu einer Situation ohne Forcierung von Erneuerbaren. Dies entspricht über die gesamte Beobachtungsdauer von 2000 bis 2011 einem um durchschnittlich etwa 3.300 Personen höheren Beschäftigungsniveau in Österreich in Relation zu einer Situation ohne Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energieträger.

Zudem ändern sich durch die erzielten volkswirtschaftlichen Auswirkungen auch die Steuereinnahmen für die öffentliche Hand. In Folge der intensiveren Nutzung von erneuerbaren Energieträgern kommt es infolge des geänderten Energieverbrauchs und somit niedrigerer Energiesteuereinnahmen (-186 Mio. € pro Jahr, wobei ca. zwei Drittel auf Rückgänge der Mineralölsteuereinnahmen zurückzuführen sind), von geringeren Mehrwertsteuereinnahmen durch den privaten Konsum nicht-energetischer Güter (-4 Mio. € pro Jahr), von zusätzlichen Einnahmen aus Steuern und Abgaben für zusätzlich Beschäftigte (67 Mio. € pro Jahr), zu einer durchschnittlichen Reduktion der öffentlichen Einnahmen um 123 Mio. € pro Jahr. Abbildung 56 und Abbildung 57 sowie Tabelle 15 stellen die Ergebnisse graphisch und tabellarisch dar, wobei die Kompensation der geringeren Steuereinnahmen an dieser Stelle nicht berücksichtigt wird.

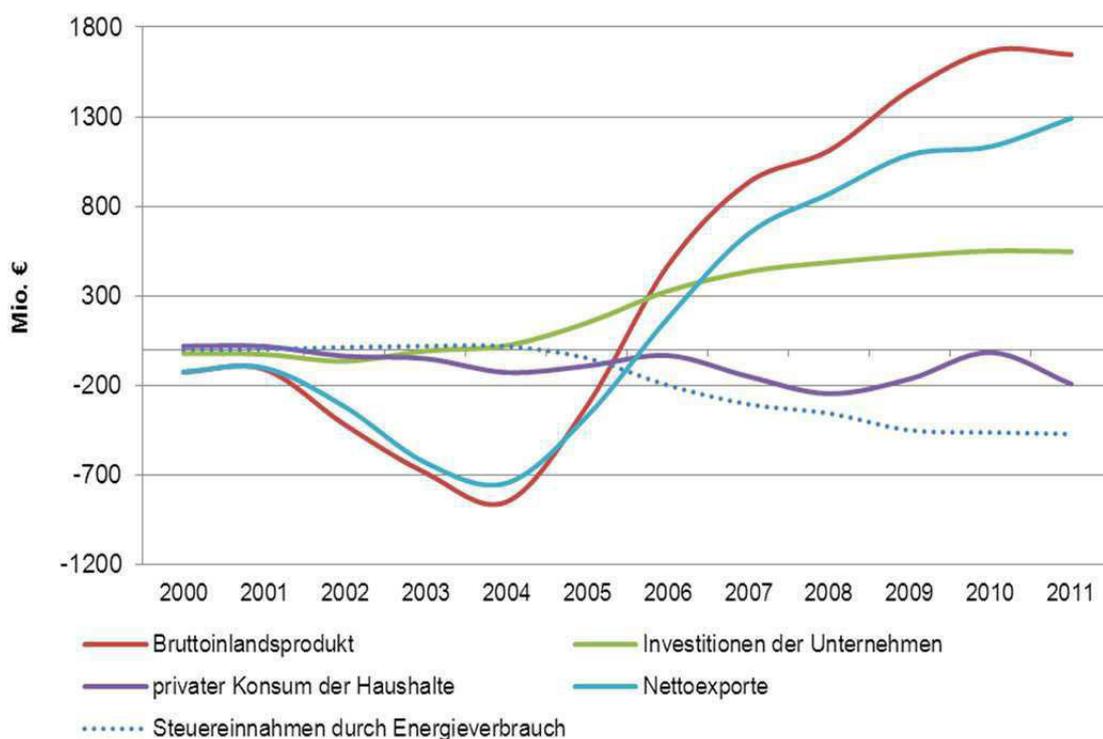


Abbildung 56: Volkswirtschaftliche Effekte durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare in Österreich, 2000-2011 (keine Berücksichtigung einer Kompensation der geringeren Steuereinnahmen). Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE

Anmerkung: privater Konsum (gesamte Ausgaben der Haushalte) = energetischer Konsum + nicht-energetischer Konsum; Nettoexporte = (energetische und nicht-energetische) Exporte - (energetische und nicht-energetische) Importe.

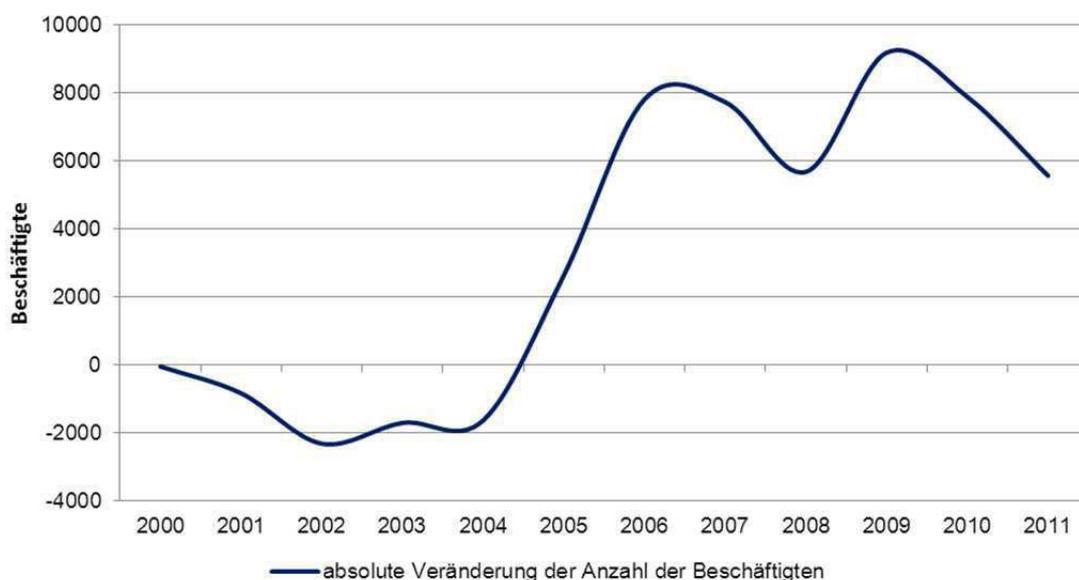


Abbildung 57: Vollzeitäquivalente Beschäftigungseffekte durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare in Österreich, 2000-2011. Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE

Anmerkung: inkl. Sekundäreffekte

Tabelle 15: Jährliche Steuereinnahmen durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare in Österreich, 2000-2011 - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE

	Stuereinnahmen - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario
Stuereinnahmen durch Energieverbrauch	- 186 Mio. € pro Jahr ²⁸
Mehrwertsteuereinnahmen durch privaten Konsum nicht-energetischer Güter	- 4 Mio. € pro Jahr
Einnahmen durch Steuern und Abgaben zusätzlich Beschäftigter	+ 67 Mio. € pro Jahr
Summe	- 123 Mio. € pro Jahr

Anmerkung: Bei der Herleitung der Veränderung der Mehrwertsteuereinnahmen sowie der Einnahmen durch Steuern und Abgaben zusätzlich Beschäftigter wird von einem durchschnittlicher Mehrwertsteuersatz = 17% sowie Steuern und Abgaben pro Beschäftigungsverhältnis in der Höhe von 20.000 € pro Jahr ausgegangen.

²⁸ Davon durchschnittlich -127 Mio. € an Mineralölsteuereinnahmen

Wird die signifikante Reduktion der Steuereinnahmen und die daraus mögliche Verringerung der Staatsausgaben berücksichtigt, so wird ein durchschnittlich um ca. 250 Mio. € pro Jahr geringeres Bruttoinlandsprodukt im Vergleich zur Situation bei Vernachlässigung der Reduktion der Steuereinnahmen vor generiert (siehe Abbildung 58). Somit ist allerdings zu konstatieren, dass auch bei der Berücksichtigung der Reduktion der Steuereinnahmen weiterhin positive Effekte in Form eines durchschnittlichen Bruttoinlandsproduktes von 149 Mio. € pro Jahr im Zeitraum von 2000 bis 2011 geschaffen wird. Nicht analysiert werden konnte in dieser Studie aufgrund nicht vollständig verfügbarer Daten die Auswirkung einer möglichen Kompensation von erhöhten Subventionen (Differenz aller Subventionen für erneuerbare und für fossile Energieträger) durch die öffentliche Hand abseits von Einspeisetarifen, die schon in den Energiepreisen berücksichtigt sind.

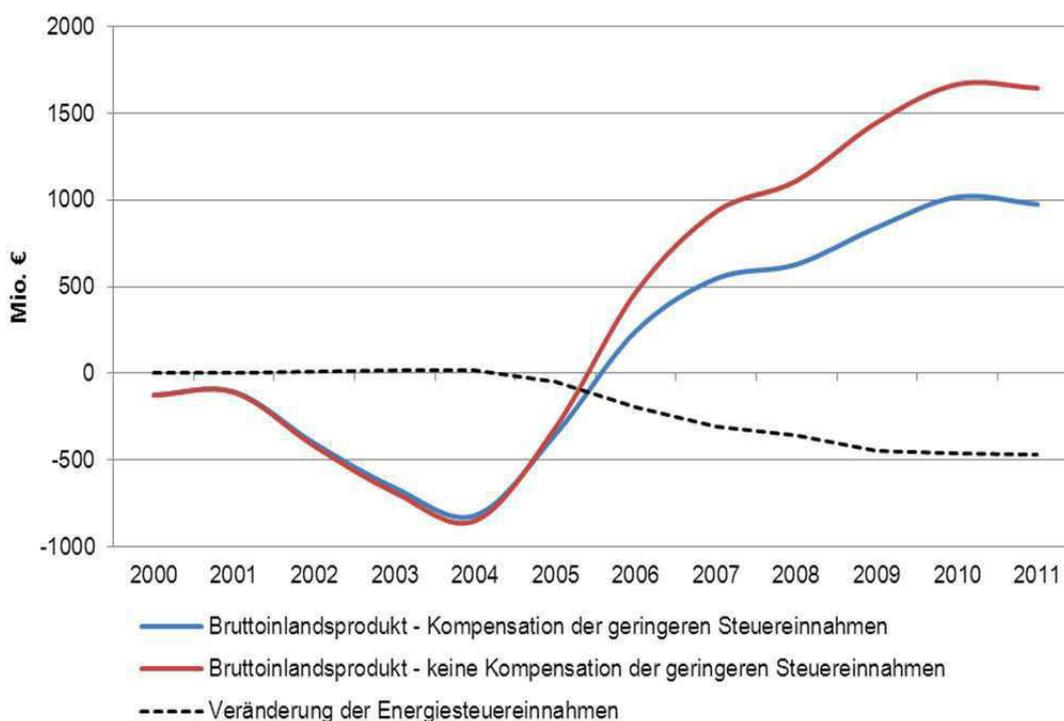


Abbildung 58: Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt durch die Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energieträger in Österreich, 2000-2011 – Einfluss der Energiesteuereinnahmen. Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE

Anmerkung: die Kompensation der Reduktion der Energiesteuereinnahmen erfolgt über die Anpassung der öffentlichen Ausgaben

3.5.3 Zusammenfassung der volkswirtschaftlichen Ergebnisse

Die Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte infolge der Umstellung des österreichischen Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger seit dem Jahr 2000 zeigt, dass im Zeitraum 2000 bis 2011 signifikant positive Effekte in Form einer Erhöhung des Bruttoinlandsproduktes um durchschnittlich 398 Mio. € pro Jahr im Vergleich zu einer Situation ohne die Umstellung des Energiesystems generiert wurden, was einem durchschnittlichen Anteil von 0,1 % am österreichischem Bruttoinlandsprodukt entspricht. Zudem wurden durch die Forcierung erneuerbarer Energieträger durchschnittlich 3.300 Beschäftigungsverhältnisse geschaffen.

Auslöser dieser Effekte sind neben den Investitionsimpulsen zur Strom-, Wärme und Treibstoffproduktion auf Basis Erneuerbarer, die Installationen von Heiztechnologien durch Raumwärme-Endverbraucher (Industrie und Haushalte) für erneuerbare Energieträger und insbesondere positive Leistungsbilanzeffekte infolge der Reduktion von (fossilen) Energieimporten. Sekundäreffekte durch das Wirtschaftswachstum und den Beschäftigungszuwachs wie Erhöhungen der allgemeinen Investitionstätigkeiten und der Lohnsumme komplettieren die positiven wirtschaftlichen Auswirkungen. Bei Betrachtung der Steuereinnahmen wird ersichtlich, dass die verstärkte Integration von Erneuerbaren in das österreichische Energiesystem seit 2000 zu einer Reduktion der Energiesteuereinnahmen um 186 Mio. € pro Jahr geführt hat, welche nicht durch gestiegene Einnahmen infolge der Änderungen des privaten nicht-energetischen Konsums und der Anzahl der Beschäftigungsverhältnisse kompensiert werden. Wird diese Reduktion der Steuereinnahmen durch eine Senkung der öffentlichen Ausgaben kompensiert, so ergibt sich mit 149 Mio. € pro Jahr ein immer noch signifikant positiver Beitrag zum österreichischen Bruttoinlandsprodukt. Darüber hinaus profitiert Österreich durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger durch eine Reduktion (nicht quantifizierbarer) Externalitäten, sprich geringeren Schadenskosten des Energiesystems für die Volkswirtschaft.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für Politik und Wirtschaft

4.1 Fazit und Schlussfolgerungen

Die volkswirtschaftliche Bewertung des Ausbaus erneuerbarer Energieträger in Österreich seit dem Jahr 2000 zeigt, dass in den vergangenen Jahren positive volkswirtschaftliche Effekte erzielt werden konnten. Im Durchschnitt werden in der Beobachtungsperiode von 2000 bis 2011 in Österreich aufgrund eines höheren Anteils an erneuerbaren Energieträgern am energetischen Endenergieverbrauch zum einen ein höheres Beschäftigungsniveau erreicht und zum anderen ein positiver Beitrag für das Bruttoinlandsprodukt generiert. Dies kann in Relation zu einer hypothetischen Entwicklung konstatiert werden, in der die Anteile der spezifischen Energieträger - und somit auch aller erneuerbaren Primär- und Sekundärenergieträger - konstant gehalten werden. Die positiven volkswirtschaftlichen Auswirkungen wurden auch erzielt, wenn davon ausgegangen wird, dass die geringeren Energiesteuereinnahmen von erneuerbaren Energieträgern durch geringere alternative Staatsausgaben kompensiert wurden.

Die positiven volkswirtschaftlichen Auswirkungen einer Erhöhung des Anteils Erneuerbarer im österreichischen Energiesystem können allerdings erst für den Zeitraum ab dem Jahr 2005 beobachtet werden. Es ist jedoch aufgrund positiver Komponenten in Österreich gelungen, die negativen Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt in der Phase der Implementierung vieler neuer Energieträger von 2000 bis 2004 durch die Weiterentwicklung der Technologiesysteme (2005 bis 2011) zu kompensieren und insgesamt (2000 bis 2011) signifikant positiv auszugestalten. Die verstärkte Einführung der Erneuerbaren hat zwar bis 2004 keine positiven Effekte erzielt, mittel- und langfristig ab dem Jahr 2005 und somit insgesamt aber sehr wohl eindeutig positive Effekte in Österreich erzielt. Die beiden bedeutendsten Komponenten für die insgesamt positive makroökonomische Tendenz durch die höheren Anteile der Erneuerbaren in Österreich sind die **Reduktion der Wertschöpfungsabflüsse durch geringere Energieimporte** (aus vorwiegend fossilen Quellen) **sowie Investitionsimpulse** in neue Produktionsanlagen und Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energieträger. Dadurch wurden auch weitere Sekundäreffekte in der Volkswirtschaft generiert, wie etwa zusätzliche Beschäftigungseffekte durch eine höhere inländische Produktion, der dadurch generierten höheren Lohnsumme mit einem folgenden steigenden nicht-energetischen privaten Konsum und daraus wiederum resultierenden steigenden Investitionen in anderen Wirtschaftsbereichen.

Zur volkswirtschaftlichen Analyse ist zu ergänzen, dass keine Effekte von Energieeffizienz-Maßnahmen in die Bewertung integriert wurden, sondern ausschließlich Substitutionen innerhalb der Energieträger herangezogen wurden. Dies impliziert auch Veränderungen in der Zusammensetzung des Strommixes sowie des Fernwärmemixes. Insgesamt

wurde keine Substitution von Erdgas durch Erneuerbare analysiert, da der Energieträger Erdgas ebenfalls – wie die meisten erneuerbaren Energieträger - steigende Anteile am Energiemix ab dem Jahr 2000 aufweist. Bei Wasserkraft ist eine leicht negative Tendenz gemäß des Anteils an der gesamten Stromproduktion in den Analysen enthalten, da zum einen die Jahre 2000 bis 2002 sehr wasserreiche Jahre darstellten und zum anderen der Energieträger Wasserkraft am Beginn des Jahrtausends in Relation zu anderen Energieträgern bereits relativ stark ausgebaut war. Dennoch können insgesamt – trotz relativem Rückgang des Anteils von Wasserkraft an der Stromproduktion – signifikant positive volkswirtschaftliche Effekte erzielt werden.

Die insgesamt positive verstärkte Implementierung von erneuerbaren Energieträgern in Österreich war aber auch mit segmentiellen negativen volkswirtschaftlichen Effekten verbunden. Die Einführung neuer Technologien und Systeme ist generell mit höheren Kosten verbunden, so auch im Bereich neuer erneuerbarer Energieträger. Dies impliziert in Relation zum Eis-Szenario höhere Energiekosten, wie etwa durch die Umlage der Einspeisetarife (siehe Kapitel 3.4.2), die zur Markteinführung den Erneuerbaren gewährt werden. Höhere Energiepreise bewirken eine verstärkte Kostenbelastung und als Konsequenz auch ceteris paribus durch eine Reduktion anderer Ausgaben negative Konsequenzen für spezifische Wirtschaftsbereiche. Zudem wird durch die Substitution von fossilen Energieträgern, insbesondere von Heizöl (extraleicht), Diesel und Benzin durch Erneuerbare auch eine signifikante Reduktion der Mineralölsteuereinnahmen bewirkt, wodurch der öffentliche Haushalt bzw. der Staatshaushalt zusätzlich belastet wird. Aufgrund dieser Problemstellung wurde auch analysiert, ob bei einer vollständigen Kompensation des öffentlichen Haushaltes aufgrund der geringeren Energiesteuereinnahmen durch eine Reduktion von Staatsausgaben in anderen Wirtschaftsbereichen die positiven Effekte in eine inverse Richtung tendieren. Dies ist nicht der Fall – die positiven volkswirtschaftlichen Auswirkungen werden zwar im Fall einer Kompensation des Einnahmerrückgangs geringer, allerdings sind sie weiterhin im jährlichen Durchschnitt eindeutig positiv ausgeprägt. Nicht analysiert werden konnte in dieser Studie aufgrund nicht vollständig verfügbarer Daten die Auswirkung einer möglichen Kompensation von erhöhten Subventionen durch die öffentliche Hand abseits von Einspeisetarifen, die schon in den Energiepreisen berücksichtigt sind.

Die insgesamt positiven volkswirtschaftlichen Effekte erlauben auch die Feststellung einer doppelten Dividende in Österreich durch die Implementierung eines höheren Anteils von erneuerbaren Energieträgern am Endenergieverbrauch in Österreich: **Die positiven ökonomischen Auswirkungen werden begleitet durch eine simultane Reduktion negativer ökologischer Auswirkungen.** Dies wird vor allem geprägt durch geringere kumulierte Treibhausgasemissionen seit dem Jahr 2000 in der Höhe von 49 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, das etwa 60% des Jahresausstoßes 2010 an Treibhausgasen in Österreich entspricht (siehe Kapitel 3.1.5). Dadurch konnten seit 2005 je nach Berechnungsmethode

682 Mio. bis 1,45 Mrd. EUR an CO₂-Kosten eingespart werden. Wenngleich es auch durch einen höheren Anteil erneuerbarer Energieträger im System negative ökologische Auswirkungen gibt, reduzieren sich aufgrund der niedrigeren Treibhausgasemissionen insgesamt in der Volkswirtschaft auch die gesamten (nicht quantifizierbaren) Schadenskosten des Energiesystems bzw. die Externalitäten (vgl. Kapitel 3.4.2).

Zu den positiven volkswirtschaftlichen Effekten trägt auch österreichisches Know-How bei. Nach Lund (2009) steht eine starke Industrie im Bereich erneuerbare Energie sehr oft in Zusammenhang mit starken Heimatmärkten und / oder einer starken (öffentlichen) Unterstützung für Forschung und Entwicklung. Diese öffentlichen Energieforschungsausgaben sind zwar in den letzten Jahren sehr stark gestiegen (Kapitel 3.3.1), dennoch sind Vergleichsländer wie Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden und die Schweiz beim Know-How im Bereich erneuerbare Energie zum Teil deutlich vor Österreich (Kapitel 3.3.2). Die privaten F&E-Ausgaben für erneuerbare Energietechnologie (143,8 Mio. EUR) waren 2009 um etwa den Faktor 3,2 höher als die öffentlichen Ausgaben (45,2 Mio. EUR), zusammen wurden im Jahr 2009 189 Mio. EUR in Energieforschung investiert (Kapitel 3.3.3). In den einzelnen Sparten erneuerbarer Energie zeigt sich jedoch ein sehr differenziertes Bild. Das ist auch bei Patenten in erneuerbaren Energietechnologien zu beobachten. Die Patentanmeldungen haben sich in den letzten zwanzig Jahren mehr als sechsfacht, wobei etwa 42% der Patente im Jahr 2010 auf Solarthermie entfallen (siehe Kapitel 3.3.4). Im Gegensatz zum Know-How durch öffentliche Energieforschungsausgaben offenbart sich bei Patentanmeldungen aus Österreich im Maßstab zu den Vergleichsländern eine gute Situation. Darüber hinaus lassen sich je nach Wahl der Systemgrenze (Kapitel 3.2.11) allein für die österreichischen Hersteller erneuerbarer Energietechnologien die Umsätze der letzten Jahre auf 2,2 bis 3,6 Mrd. EUR und die Beschäftigten auf 8.500 bis 21.700 Vollzeitäquivalente schätzen, inkl. Betriebseffekten erhöhen sich im Jahr 2011 die Umsätze auf 5,5 Mrd. EUR und die Beschäftigten auf 38.700 Vollzeitäquivalente.

4.2 Empfehlungen für Politik und Wirtschaft

Die verstärkte Implementierung von erneuerbaren Energieträgern im österreichischen Energiesystem hat mittel- und langfristig in der Beobachtungsperiode von 2000 bis 2011 insgesamt signifikant positive volkswirtschaftliche Effekte – im Sinne eines höheren Bruttoinlandsprodukts und eines höheren Beschäftigungsniveaus - bewirkt. Dennoch sind noch weitere Herausforderungen von erneuerbaren Energieträgern zu lösen, die aus makroökonomischer Perspektive für Österreich von Bedeutung sind. Das Energiesystem steht global, in Europa und Österreich vor einer gravierenden Transformation. Der Umstieg auf ein „Low-Carbon“ Energiesystem bedarf unter anderem eines technologischen Wandels, entsprechenden Know-hows, Innovationsbereitschaft und –stärke. Dem Aufbau dieses Know-Hows und der Technologieentwicklung kommt daher eine wesentliche Rolle zu, um die bevorstehende Transformation möglichst friktionsfrei (bzw. unter größtmöglichem Nutzen) zu ermöglichen.

Folgend den Untersuchungen von GEA (2012) zeigt das Energiesystem vier zentrale Besonderheiten im technologischen Wandel: Es wird (a) mehr als eine Technologie benötigt um Energiedienstleistungen bereit zu stellen, (b) ohne öffentliche (Politik-) Maßnahmen ist es für neue Technologien fast unmöglich den Markteintritt zu schaffen, (c) das Energieangebot folgt der Nachfrage und (d) eine sehr niedrige technologische Diffusionsrate. Je geringer die Marktreife einer Technologie ist, desto mehr sollte sie durch angebotsseitige Maßnahmen (z. B. Forschung und Entwicklung) unterstützt werden. Bei zunehmender Marktreife sollen nachfrageseitige Maßnahmen (z. B. variable Einspeisetarife, Investitionszuschüsse) zum Einsatz kommen. Popp (2005) zeigt, dass die gewählte politische Strategie einen Einfluss auf die Art neuer Innovationen hat, daher ist es entscheidend die richtigen Maßnahmen zum richtigen Zeitpunkt zu setzen. Einer **langfristigen Gesamtstrategie zur nachhaltigen Energieversorgung** à la EU Energie-Roadmap 2050 kommt somit die entscheidende Rolle zu und sie muss auf angebotsseitige wie auch nachfrageseitige (Politik-)Maßnahmen setzen. Somit können im Einzelnen folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Das optimale Wohlfahrtsniveau bietet nach Garrone und Grilli (2010) die Kombination von **Emissionshandel und öffentlichen Energieforschungsausgaben**. Popp und Newell (2012) schlagen in die gleiche Kerbe; ihnen zufolge haben Energieforschungsausgaben allein einen geringen Einfluss auf das Energiesystem solange sie nicht durch politische Maßnahmen zur massiven Emissionsreduktion begleitet werden. Wangler (2012) zeigt, dass Preise keinen großen Einfluss auf die Innovationsstätigkeit haben und empfiehlt eine möglichst breite **Diversität an Energiebereitstellungstechnologien** durch politische Maßnahmen zu unterstützen, da es somit am wahrscheinlichsten wird optimale Lösungen zu finden.
- **Eine langfristige, kontinuierliche Ausrichtung der Energieforschungspolitik mit höherem Etat für erneuerbare Energie** ist somit zur Stärkung österreichischen Know-Hows entscheidend. Vergleichbare Länder liegen hier deutlich vor Österreich

(siehe Kapitel 3.3.1). Es gilt öffentliche F&E-Mittel vor allem in risikobehaftete Grundlagenforschung, radikale Innovation (Garrone und Grilli, 2010) sowie angewandte Forschung in Klein- und Mittelbetrieben, die keine ausgeprägte Möglichkeit der Innovations-Risikodiversifikation haben, zu investieren (Johnstone, et al., 2010). Besonders das Beispiel Dänemarks anhand der Windenergie zeigt, dass entsprechende (angebotsseitige) staatliche Forschung und Entwicklung verbunden mit einer nachfolgenden (nachfrageseitigen) Förderung der Marktdiffusion einer Nischentechnologie zum Durchbruch verhelfen und zur langfristigen internationalen Technologieführerschaft führen kann (vgl. Klaassen et al, 2005). Baccini und Urpelainen (2012) weisen aber darauf hin, dass hohe undifferenzierte öffentliche Ausgaben private F&E-Ausgaben substituieren.

- Verstärkte **Grundlagenforschung mit 100% Förderquote** (für nationale und als Ko-Finanzierung für internationale F&E-Projekte) in universitären und außeruniversitären F&E-Einrichtungen bringt als direkten Nutzen Wissen, von dem vor allem die Unternehmen profitieren und zum anderen trägt die Forschung, indirekt zur Aus- und Weiterbildung von zukünftigen Fach- & Führungskräften bei. Auf diese besondere Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung weisen zahlreiche Studien hin (vgl. u. a. Kobos et al, 2006). Ohne 100%-Förderquote ist die Teilnahme österreichischer Forschungseinrichtungen im Drittmittelbereich teilweise unmöglich. Nach Popp (2005) ist die volkswirtschaftliche Rendite von öffentlichen Forschungsausgaben für erneuerbare Energie viermal höher als für andere Investitionen.
- **Nachfrageseitige Maßnahmen** wie Investitionszuschüsse für Kleinanlagen und der vereinfachte Zugang zu (Venture) Kapital für Großanlagen sowie (variable) Einspeisetarife können die weitere Marktdiffusion von erneuerbaren Energietechnologien entscheiden begünstigen.
- Effektive Forschungs- und Technologiepolitik benötigt **in regelmäßigen Abständen ein umfassendes Screening der Stärkefelder von Energie-Technologien** sowie eine Priorisierung von Technologiefeldern in Hinblick auf die 2020-Zielsetzungen, die EU Energie-Roadmap 2050 sowie die EU Low-Carbon-Roadmap 2050.
- Zudem gilt es verstärkt die gesamte Ressourceneffizienz in den Vordergrund zu rücken. Hierbei erscheinen aus der Sicht der Autoren eine **Optimierung der kaskadischen Ressourcennutzung**, eine **Forcierung von Energiespeicher-systemen** und der **Ausbau der Stromnetze** sowie **Lastmanagement** zur Abfederung der volatilen Energieproduktion auf Basis erneuerbarer Energieträger als zentral.
- **Vereinfachung des Zugangs zu Fördermittel für Klein- und Mittelbetriebe** durch den Abbau administrativer Hürden.
- Nutzung von **Spillover-Effekten** zur Erlangung von Wettbewerbsvorteilen, da zahlreiche Innovationen aus anderen Technologiebereichen entlehnt werden.
- **Produktdifferenzierung und Markenbildung** kann in großen Exportmärkten den entscheidenden Vorteil bringen. Daneben bietet die **Integration von Planungs- und Servicedienstleistungen** in das bestehende Unternehmensangebot die Möglichkeit

Kunden langfristig an Unternehmen zu binden. Während sich diese Strategie in anderen Industrie- und Dienstleistungssektoren bereits bewährt hat, steht diese Entwicklung – mit Ausnahme der Wasserkraft - im Bereich der erneuerbaren Energie erst am Anfang.

- Die Massenfertigung von technologisch einfachen Standardprodukten ist mit geringem Innovationsgehalt in Österreich langfristig kaum machbar. Deshalb ist eine **Nischenstrategie und / oder Technologieführerschaft** anzustreben.
- Eine **ökologische Steuerreform** kann zusätzliche Lenkungseffekte hin zu einem nachhaltigen Energiesystem bringen und bei entsprechend aufkommensneutraler Gestaltung Unternehmen und private Haushalte entlasten, während die Einnahmen der öffentlichen Hand unverändert bleiben.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass positive volkswirtschaftliche Effekte durch erneuerbare Energie in Österreich auftreten und heimische Unternehmen zahlreiche Stärkefelder im Bereich der erneuerbaren Energietechnologie aufweisen. Zieht man das Know-How der österreichischen Unternehmen als einen Indikator für die Fähigkeit sich verändernden Marktbedingungen anzupassen heran, so ist heute in den meisten untersuchten erneuerbaren Energietechnologien die Basis für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit gegeben. Wie auch in anderen Wirtschaftszweigen wird es entscheidend sein, Änderungen im Marktumfeld sowie Innovationen möglichst rasch zu erkennen und entsprechende Akzente zur Adaption zu setzen. In diesem Punkt sind die Unternehmen und die politischen Entscheidungsträger gleichermaßen gefordert.

Weiterführende Informationen zu Stärkefeldern erneuerbarer Energietechnologie aus Österreich sowie Empfehlungen für Entscheidungsträger aus Politik und Wirtschaft finden sich in Bointner et. al. (2012).

C) Projektdetails

5 Methodik

Der erste wichtige Schritt zur Erfassung von relevanten Daten und der Generierung von Resultaten ist die Festlegung einer präzisen Systemgrenze, die den Untersuchungsgegenstand genau definiert. In der vorliegenden Arbeit erfolgt die Unterscheidung von erneuerbarer Energie nach den Energiedienstleistungssektoren Strom, Wärme und Mobilität. Soweit quantitative Daten verfügbar sind, wird innerhalb dieser Sektoren weiter unterteilt.

Innerhalb des Sektors erneuerbarer Stromproduktion wird nach Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft sowie Blockheizkraftwerken (BHKWs) auf Basis von Biomasse unterschieden. Erneuerbare Wärme gliedert sich nach Solarthermie, Wärmepumpen und Biomassekessel (Heizkessel, Kaminöfen und Großanlagen). Im Sektor erneuerbarer Mobilität wird zwischen biogenen Treibstoffen (Biodiesel und Bioethanol) und E-Mobilität unterschieden. Tiefengeothermie wird basierend auf Sekundärliteratur qualitativ beschrieben. Weitere innovative Mobilitätstechnologien werden mangels Relevanz für die zentralen Fragestellungen der Studie ausgeklammert. Ohne Berücksichtigung in der vorliegenden Arbeit sind Speichertechnologien, Smart Grids und Smart Meter, Concentrating Solar Power (CSP) sowie Technologien zur Nutzung der Meeresenergie.

Alle Analysen erneuerbarer Energiesysteme vergleichen in dieser Arbeit mit einem definierten, fossilen Referenzenergiesystem. Dieses Referenzenergiesystem umfasst den Energieträgermix, der von der Statistik Austria für das Jahr 2000 angegeben wird. Für die Jahre nach 2000 wird für das Referenzenergiesystem die jährliche Energieverbrauchssteigerung aus der österreichischen Energiebilanz der Statistik Austria herangezogen (siehe dazu auch die Kapitel 3.1.5, 3.5 und 5.4.1). Damit wird der Nutzen des Einsatzes erneuerbarer Energie in Österreich dargestellt, z. B. vermiedene CO₂-Kosten, generierte Wertschöpfung.

5.1 Berechnung des kumulieren Wissens

The cumulative knowledge stock (*KS*) of energy technologies from 1974 to 2013 in selected IEA-countries *i* is broken-down among seven groups *k* defined by IEA. This comprises the depreciated cumulative knowledge stock of the last period $(1 - \delta) \times KS_{(t-1)}$ and the R&D expenditures in period *t-x*. So, the cumulative knowledge stock (*KS*) - counted in monetary value - is as follows

$$KS_{(t) i,k, R\&D} = (1 - \delta) \times KS_{(t-1) i,k} + R\&D_{(t-x) i,k} \quad [\text{EUR}] \quad (1).$$

Klaassen et al. (2005) and Kobos et al. (2006) give a comprehensive overview of this methodology. Knowledge depreciates over time if it is no longer in use, which is especially true in periods of fast innovation processes, due to staff turnover, retirement etc. For these reasons the depreciation rate δ describes the loss of knowledge per annum. This means that past R&D knowledge becomes more and more irrelevant (compare Klaassen et al., 2005). GEA (2012) finds typical depreciation rates of 10-40% in the energy sector by reviewing the literature. However, several authors used lower rates of depreciation.

It is also obvious that there is a time lag *x* between R&D expenditures and a gain of knowledge as creating knowledge is time dependent. For instance, a new project on alternator-performance requires initial expenditures for equipment such as a test bench before scientists can start experiments and it takes even more time until first results are obtained. This means that R&D expenditures do not lead to a gain of knowledge instantaneously. Weiterführende Informationen zur Berechnung des kumulieren Wissens finden sich in Bointner (2012).

5.2 Zusammenstellung der Patentdaten²⁹

The data used for patent analysis was extracted from EPODOC database. This database is provided by the European Patent Office (EPO) and can be queried via the EPO query service (EPOQUE).

Basis for data extraction were several classification codes³⁰ of Cooperative Patent Classification (CPC) section "Y" (siehe im Anhang Kapitel 9.5), which is used for general tagging

²⁹ Die Beschreibung der Methode zur Generierung der Patentdaten wurde von Hrn. Manfred Smolik, serv.ip - ein Unternehmen des österr. Patentamtes – bereitgestellt.

³⁰ Y02B10.10, Y02B10.20, Y02B10.30, Y02B10.40, Y02B10.50, Y02B10.60, Y02B10.70, Y02B30.12, Y02B30.625, Y02B40.18, Y02B40.58, Y02B40.74, Y02E10.10, Y02E10.20, Y02E10.30, Y02E10.40, Y02E10.50, Y02E10.60, Y02E10.70, Y02E20.12, Y02E20.14, Y02E20.16, Y02E20.18, Y02E50.11, Y02E50.12, Y02E50.13, Y02E50.14, Y02E50.15, Y02E50.16, Y02E50.17, Y02E50.18, Y02E50.32, Y02E50.34, Y02E60.12, Y02E60.142, Y02E60.145, Y02E60.32,

of new technological developments already classified or indexed elsewhere. Where possible the appropriate sub-groups were also consulted. To comply with the requirements defined by the author of the study following exclusion criteria were applied to the basic data set.

- Document belongs to non-patent literature, e.g. scientific papers, etc.
- Priority date of the document is before 1950.
- Kind code of the document is of type “D”, “K”, “L”, “M”, “P”, “Q”, “R”, “S” or “T”. This is due to the fact that according to the World Intellectual Property Organisation (WIPO)³¹ these kind codes should not be assigned to patent applications, patent specifications and utility model specifications.

The remaining set of basic data consisted of 991924 documents.

Goal of Data processing and method

For each classification code time series for the weighted attribution of inventions to nationalities should be generated. To achieve this goal a script, which executed the following steps was used:

1. Remove all documents that do not mention the nationality of inventors. After this step 455423 documents were still present in the data set. These documents are assigned to 237006 patent families. In the EPODOC database a family is defined as a set of documents sharing the same priority data, i.e. documents concerning the same invention should be in the same family.
2. If a family consists of several members the family member which lists the most inventors is chosen. In case of a tie the family member found first is kept, i.e. an arbitrary family member with the maximum number of inventors is chosen.
3. If the inventor(s) share the same nationality attribute this family member, i.e. invention, is assigned to the appropriate country.

If there are inventors, which do not share the same nationality calculate a weighted attribution $a(n)$ of the family member to nationality n with $a(n) = \frac{i(n)}{\sum_{k=1}^N i(n)}$, where $i(n)$ is the number of inventors with nationality n and N is the total of different nationalities present in the list of inventors of the given family member.

4. For each inventor nationality present in a (sub-)group add up the attributions of all family members with the same oldest priority date to the considered nationality.

Final result

Final results were delivered as Excel workbook with separate worksheets for each of the above mentioned classification codes. For each classification code the time series for the

Y02E60.50, Y02E60.721, Y02E70.30, Y02T10.38, Y02T10.70, Y02T90.32, Y02T90.34, Y02T90.42, Y04S10.123, Y04S10.126, Y04S20.525, Y04S30.12

³¹ WIPO handbook on industrial property (02/2011), part 7.3.1

weighted attribution of inventions to nationalities is depicted as well as some statistical data, e.g. number of documents, number of documents mentioning the nationality of inventors, number of patent families, number of patent families mentioning the nationality of inventors, etc.

Implications of the applied method

When using the processed patent data or interpreting further analysis based on this data one should keep the following soft spots in mind.

- In section “Y” of CPC patent data is only present if it has been tagged, i.e. it is possible that documents relevant to one of the classification codes in section “Y” have not been tagged and vice versa.
- The numbers of patent families mentioning the nationality of inventors represent only 40% of the patent families considered relevant.
- The method used to select the family member with the most nationalities mentioned does not take the publication date into account. Therefore it is possible that the number and/or the nationalities of inventors for the document with the latest publication date is different from the chosen one but due to the fact that there are on average 1.9 documents per family these cases should be negligible.

5.3 Berechnung der relativen Patent- und Innovationsanteile

Der relative Patentindikator ist ein Maß für die Spezialisierung der Tätigkeiten für Forschung und Entwicklung, das es erlaubt, unterschiedliche Länder und Technologien miteinander zu vergleichen. Er wird wie folgt berechnet:

$$RPA_{(\text{Relativer Patentanteil})} = 100 \times \tanh \ln \frac{\frac{p_{ij}}{\sum_i p_{ij}}}{\frac{\sum_j p_{ij}}{\sum_{ij} p_{ij}}}$$

p ist die Anzahl der jeweiligen Patente, wobei Index i das Land und j die jeweilige Erneuerbare-Energie-Technologie angibt. Der Wert kann dabei von +100 (herausragende Kenntnisse) bis -100 (keine Kenntnisse) reichen, wobei der Wert null im internationalen Vergleich durchschnittliche Kenntnisse repräsentiert. Der relative Innovationsanteil basierend auf Forschungs- und Entwicklungsausgaben wird in gleicher Art berechnet. Weiterführende Informationen zur Methodik der relativen Patent- und Innovationsanteile finden sich unter anderem in Bointner et. al. (2012), Bointner (2012) und Walz et. al. (2008).

5.4 Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Effekte

Mithilfe des Simulationsmodells MOVE wird ermittelt, welche Auswirkungen die Umstellung des österreichischen Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger seit dem Jahr 2000 für die österreichische Volkswirtschaft hatte. Hierbei wird die Auswirkung der gesamten Umstellung quantifiziert – es erfolgt keine separate Simulation einzelner Energieträger. Die gesamten Effekte werden hinsichtlich ihrer Wirkung für die zentralen makroökonomischen Variablen Bruttoinlandsprodukt, Beschäftigte, Leistungsbilanz, privater Konsum und Investitionen ermittelt. Als Ergebnis ermittelt MOVE die Differenz zwischen der tatsächlichen Entwicklung (erhöhter Anteil Erneuerbarer) und der alternativen – nicht realen – Entwicklung, in dem die Anteile der Energieträger im Jahr 2000 konstant bis zum Jahr 2011 fortgeschrieben werden (höherer Anteil fossiler Energieträger) nach dem Mengenindex von Laspeyres. Das Modell MOVE benötigt hierfür die Inputs der Primärdaten und quantifiziert die Auswirkungen der Umstellung

- mit den Sekundäreffekten / Multiplikatoreffekten
- auf die zentralen volkswirtschaftlichen Kenngrößen.

Zentrale Differenzen, die außerhalb des Modells ermittelt werden müssen und sodann im Modell auf ihre volkswirtschaftlichen Zusatzeffekte simuliert werden:

- Energiepreise (Cent/kWh)
- Kosten / Investitionen für Heiztechnologien, zur Strom-, Wärme- und Treibstoffproduktion sowie Technologiekomponenten zur Energieproduktion
- Ort der Herstellung der Energie und der Technologien (Import oder inländische Produktion)

5.4.1 Das Simulationsmodell MOVE³²

Mit dem Modell MOVE ist die Möglichkeit zur wissenschaftlichen Abschätzung verschiedener ökonomisch-struktureller Veränderungen im österreichischen Wirtschaftsraum, aber vor allem auch die Analyse von Auswirkungen von wirtschafts- und energiepolitischen Entscheidungen innerhalb eines regionalen Wirtschaftsraumes gegeben. Der Schwerpunkt auf Energie in seinen umfassenden Ausprägungen ermöglicht umfassende Analysen für verschiedene Aspekte des heimischen Energiemarkts. Das Modell wurde grundsätzlich für den oberösterreichischen Wirtschaftsraum konzipiert, ist allerdings auch unter Berücksichtigung struktureller Spezifika für den gesamtösterreichischen Wirtschaftsraum geeignet. Das Modell wurde bereits für eine Vielzahl an regionalen und nationalen Fragestellungen, insbesondere für volkswirtschaftliche Analysen von energie- und umweltpolitischen Fragestellungen, herangezogen. Im mitteleuropäischen Raum existiert zurzeit kein

³² Für eine ausführliche Darstellung des Modells und seiner Funktionsweise (inklusive aller makroökonomischen Gleichungen und Charakteristika) sei auf *Tichler (2009)* verwiesen.

verfügbares Regionalmodell im Detaillierungsgrad von MOVE mit einem explizit modellierten Energiesektor, sodass keine adäquaten Vergleichsmodelle vorliegen.

Tabelle 16: Eckdaten des Modells

Anzahl der Gleichungen:	307
Anzahl der Variablen:	485
Anzahl der modellierten Wirtschaftssektoren:	13
Anzahl der modellierten Energieträger:	24
Bevorzugter Schätzhorizont:	1-10 Jahre

Der Schwerpunkt auf Energie beschränkt sich in MOVE nicht nur auf den privaten Endkonsum der Haushalte und den Energieverbrauch der verschiedenen Wirtschaftssektoren; es werden des Weiteren auch die verschiedenen Energieströme zur Herstellung von Sekundärenergieträgern, die Produktion von Primärenergie oder Importe und Exporte von Energie nach und von (Ober-)Österreich abgebildet. Die nachstehende Tabelle 17 gibt einen Überblick zu den in MOVE abgebildeten und somit auch simulierbaren Energieträgern. Dabei wird der Aggregationsgrad der Bundesländer-Energiebilanzen der Statistik Austria übernommen.

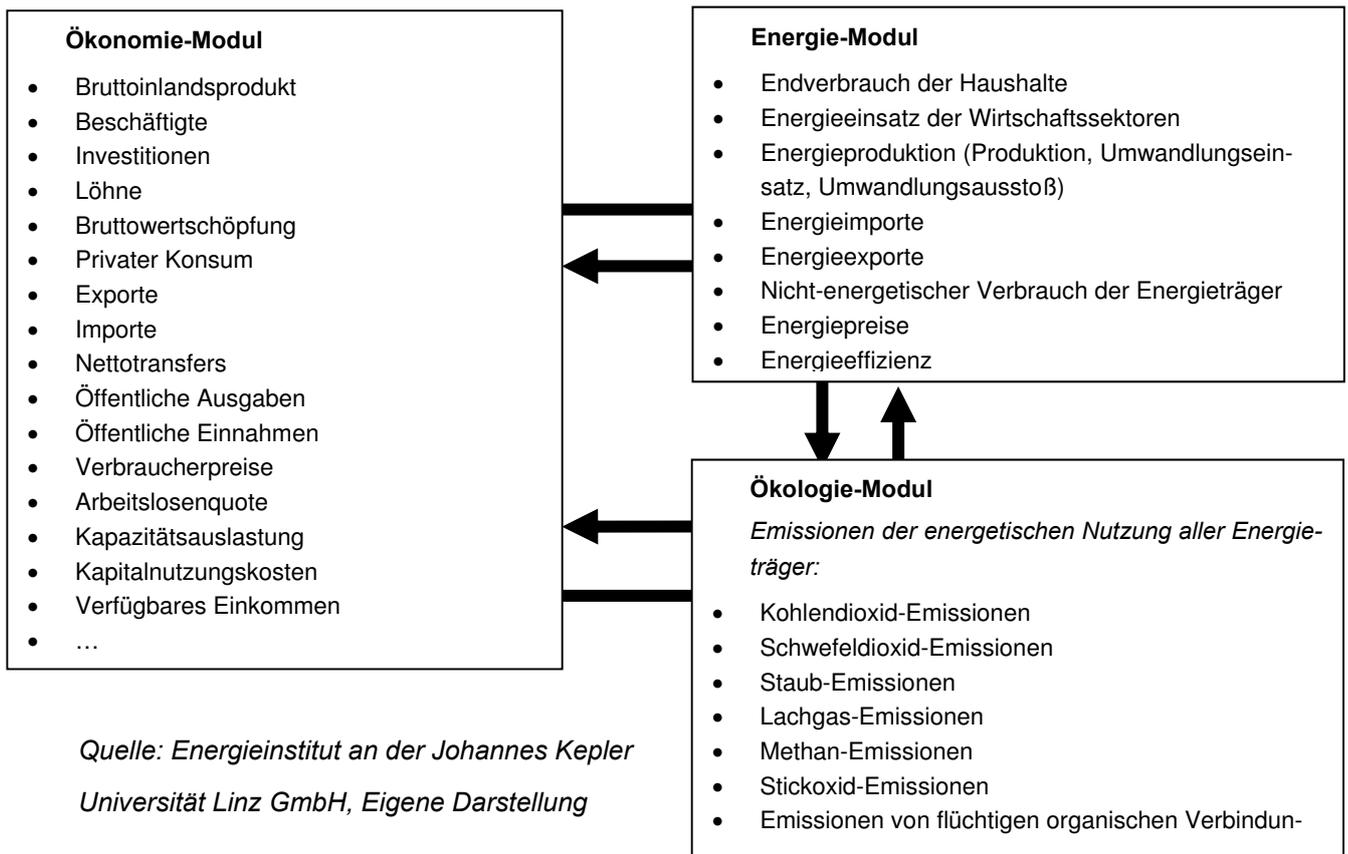
Tabelle 17: Im Modell explizit abgebildete Energieträger

Elektrische Energie	Benzin	Naturgas	Wasserkraft
Braunkohle	Diesel	Heizöl extra-leicht	Umgebungswärme u. Solarenergie
Braunkohle-Briketts	Kerosin	Heizöl	Brennholz
Steinkohle	Erdöl	Flüssiggas	Windkraft u. Photovoltaik
Koks	Brennbare Abfälle	Gichtgas	Sonstiger Raffinerieinsatz
Brenntorf	Fernwärme	Kokereigas	Biogene Brenn- u. Treibstoffe

(Basis: Bundesländer-Energiebilanzen der Statistik Austria)

Die folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Module des Simulationsmodells MOVE. Im Ökonomie-Teil können Auswirkungen für 13 verschiedene Sektoren dargestellt werden. Das Energie-Modul beinhaltet die umfassende Analyse der oben genannten 24 Energieträger, deren Emissionen schließlich im Ökologie-Modul abgebildet werden können.

Abbildung 59: Übersicht zu den Modulen von MOVE



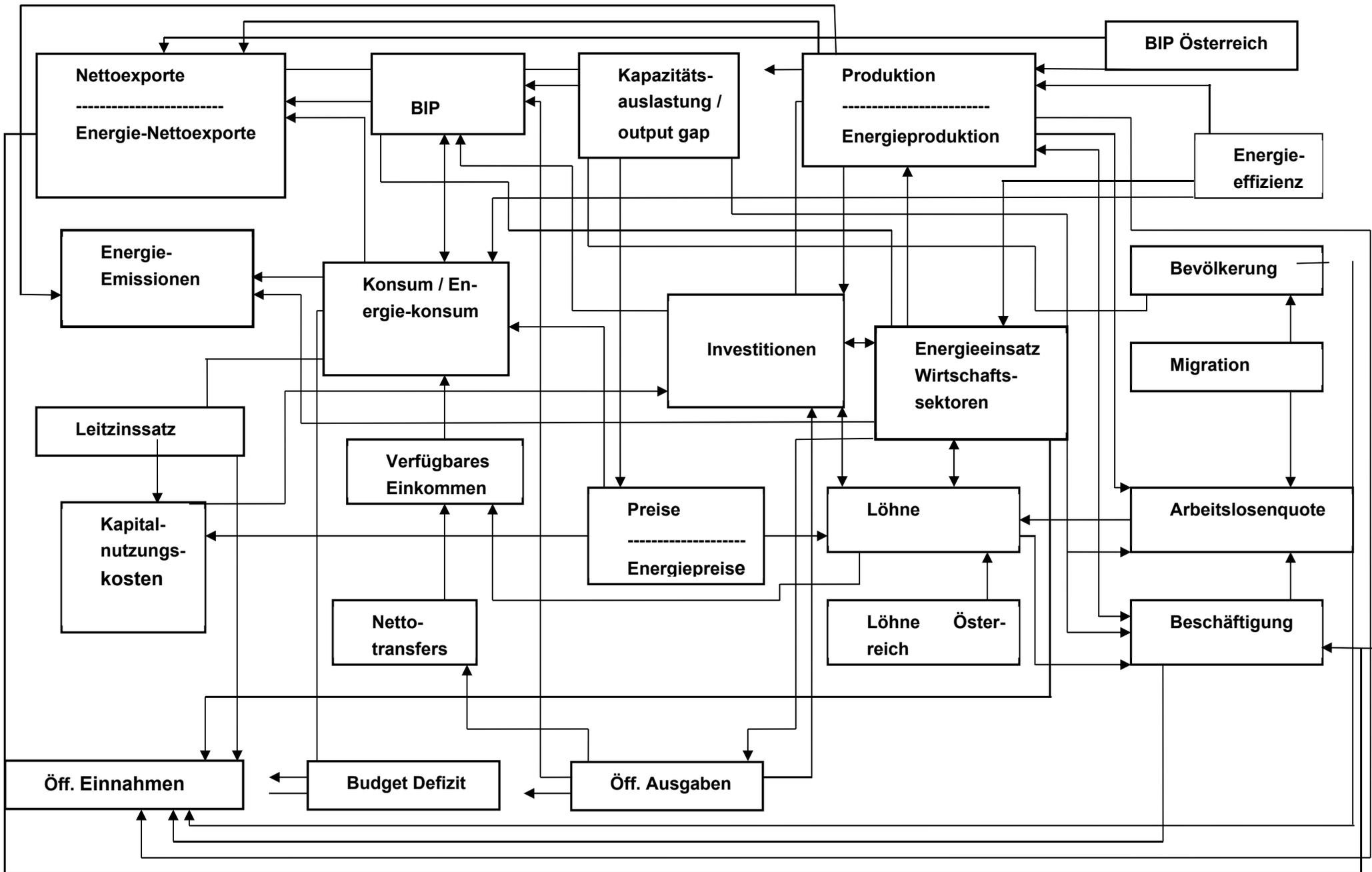
Um eine differenzierte Analyse bzw. detailliertere Simulationen der ökonomischen Zusammenhänge zu erhalten, werden neben den privaten Haushalten zwölf verschiedene Wirtschaftssektoren modelliert:

Überblick zu den Wirtschaftssektoren

1. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Fischzucht
2. Bergbau und Gewinnung von Steinen u. Erden
3. Sachgütererzeugung
4. Energie- und Wasserversorgung
5. Bauwesen
6. Handel und Reparatur von Kfz u. Gebrauchsgütern
7. Beherbergungs- und Gaststättenwesen
8. Verkehr und Nachrichtenübermittlung
9. Kredit- und Versicherungswesen
10. Realitätenwesen und Unternehmensdienstleistungen
11. Öffentliche Verwaltung, Sozialversicherung, Exterritoriale Organisationen
12. Sonstige Dienstleistungen (Unterrichtswesen, Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen, Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen)

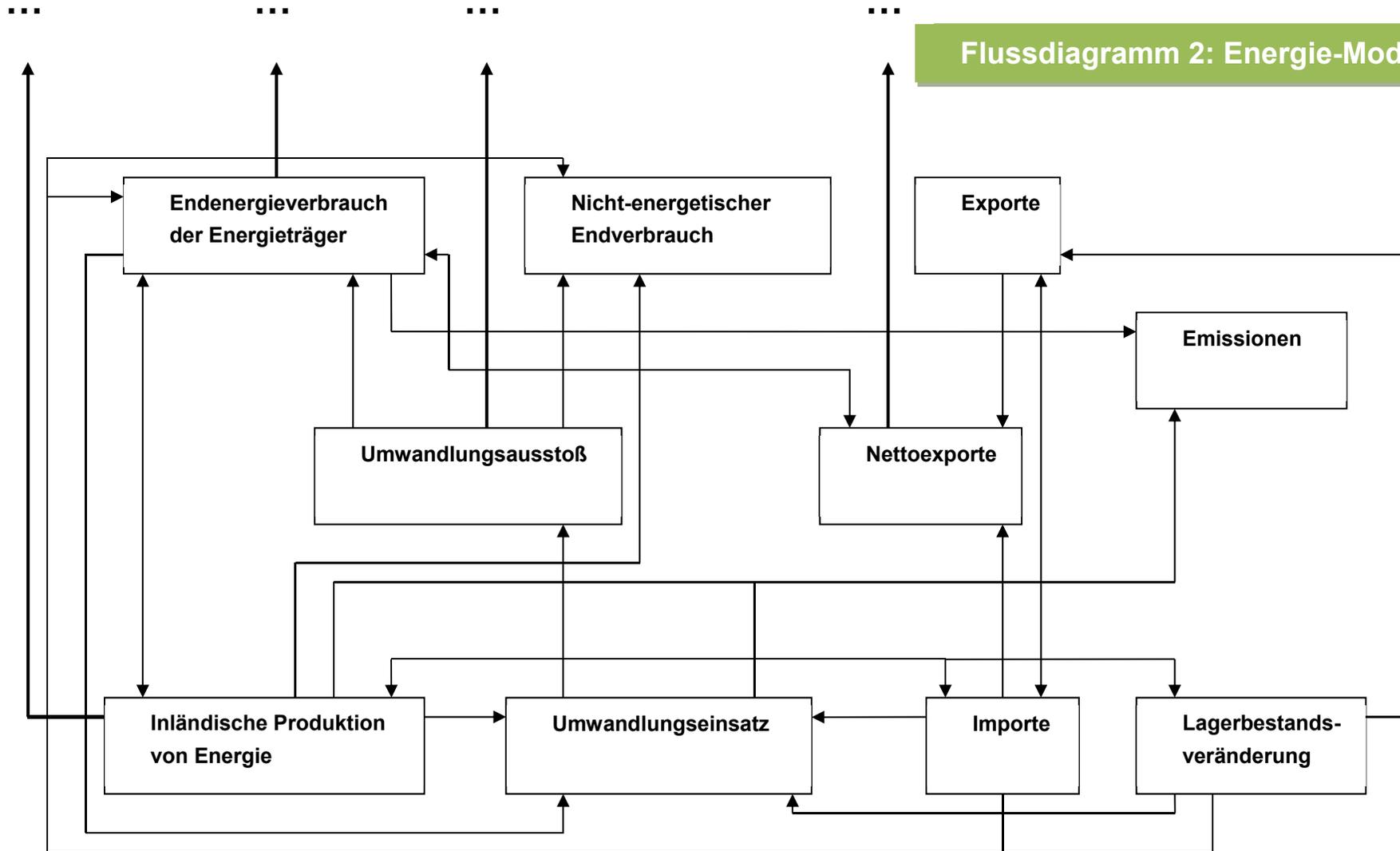
Nachdem MOVE neben der makroökonomischen Abbildung der (ober)österreichischen Volkswirtschaft einen besonderen Schwerpunkt auf Energie legt, bedarf es der Heranziehung der Energiebilanzen der Statistik Austria. Diese Bilanzen enthalten einen relativ breiten Datensatz, allerdings ist das früheste verfügbare Jahr der Zeitreihen das Jahr 1988. Somit muss im Modell mit relativ restriktiven Zeitreihenlängen gearbeitet werden, woraus einige ökonometrische Probleme aufgrund der geringen Freiheitsgrade entstehen können. Aus diesem Grund wird in MOVE die Mehrzahl der Schätzgleichungen nicht mit einfachen linearen Schätzungen abgebildet, sondern mit Seemingly Unrelated Regressions (SUR). Diese Schätzmethode erlaubt die Aggregation verwandter Gleichungen und somit die Bildung von Schätzungen mit einer erheblichen Ausweitung der Freiheitsgrade, wodurch die erwähnten statistischen Probleme gelöst werden können.

Im Folgenden werden zwei Flussdiagramme zur Veranschaulichung der Modellstruktur von MOVE präsentiert. Das erste Flussdiagramm gibt einen Überblick zu den zentralen Blöcken in MOVE, wobei lediglich die bedeutendsten Strukturen wiedergegeben werden. Das Flussdiagramm 2 veranschaulicht den allgemeinen Flusskreislauf im sogenannten Energie-Modul inklusive der Interdependenzen zwischen den einzelnen Variablen.



Flussdiagramm 1: Makroökonomisches Modul

Flussdiagramm 2: Energie-Modul



5.4.2 Annahmen der Simulationsanalyse

Es erweist sich als unerlässlich, zur dynamischen Analyse des volkswirtschaftlichen Nutzens der Umstellung des österreichischen Energiesystems auf Erneuerbare für den Zeitraum 2000 – 2011 Annahmen zu treffen. Diese lauten in kompakter Form:

Annahme 1: Simulationshorizont

Die in der komparativ-statischen Betrachtung (vgl. Kapitel 3.5.1) hergeleiteten Daten bezüglich des Energieverbrauchs und der Investitionsaktivitäten der Unternehmen sowie der Ausgaben der Haushalte werden für die Simulationsanalyse für den Zeitraum 2000 bis 2011 genutzt.

Annahme 2: Geografischer Bezug

In der Studie wird ausschließlich die volkswirtschaftliche Relevanz der Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare in Österreich analysiert. Disaggregierte Betrachtungen auf regionaler Ebene werden innerhalb der Simulationsanalyse nicht vorgenommen.

Annahme 3: Datengrundlage

Zur Durchführung dieser Studie wurde auf Daten der Statistik Austria zurückgegriffen. Dabei wurden hauptsächlich Daten der Energiebilanz (Statistik Austria 2012a) sowie Leistungs- und Strukturdaten (Statistik Austria 2012c) verwendet.

Annahme 4: Wertschöpfungsanteile

Es wird angenommen, dass die Wertschöpfungsanteile von in Österreich getätigten Investitionen im betrachteten Zeitraum konstant auf 70% bleiben. Ein verbleibender Wertschöpfungsanteil von 70% bedeutet, dass 30% der getätigten Investitionen in ausländische Produkte und Dienstleistungen fließen, sodass keine nachgelagerten positiven volkswirtschaftlichen Effekte für Österreich dieser 30% der Investitionen entstehen.

Annahme 5: Nicht-energetischer Konsum der Haushalte und Investitionen der Unternehmen

Die Reaktion der privaten Haushalte auf durch die Umstellung des Energiesystems initiierte Veränderungen in der Konsumstruktur bedarf Annahmen zur Finanzierung dieser Ausgaben durch den einzelnen Haushalt. Zentraler Faktor ist die Entscheidung zwischen der Substitution innerhalb des nicht-energetischen Konsums und einer Finanzierung aus der Sparsumme der Haushalte. Der Finanzierungsanteil aus der Sparsumme bewegt sich in der vorliegenden Studie auf 50%. Das bedeutet, dass bei den Maßnahmen somit 50% der Ausgaben durch eine Substitution innerhalb des nichtenergetischen Konsums finanziert werden und somit nur 50% der Ausgaben in der Volkswirtschaft wirksam werden.

Die Notwendigkeit von Annahmen zur Reaktion der Unternehmen auf durch die Umstellung des Energiesystems initiierte Veränderung ihres Investitionsverhaltens ist ebenso wie für private Haus-

halte zu bewerten. Auch Unternehmen stehen vor der Entscheidung, ob sie auf Veränderungen in der Kostenstruktur mit einer Substitution innerhalb der Investitionen oder mit einer Veränderung ihrer Rücklagen reagieren. Der Finanzierungsanteil aus Rücklagen beläuft sich in der vorliegenden Studie auf 30%.

Annahme 6: Steuern und Subventionen

In der Studie werden auch die durch die Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energieträger generierten Steuern und Abgaben für die öffentliche Hand quantifiziert. Dabei wird der Fokus auf die Mehrwertsteuer des zusätzlich generierten (nicht energetischen) Konsums der privaten Haushalte, Steuern und Abgaben der Unternehmen und der privaten Haushalte auf zusätzlichen Energieverbrauch und Lohnsteuer- und Dienstgeberabgaben durch generierte Beschäftigungsverhältnisse (inklusive Sekundäreffekte) gelegt. Die Auswirkungen geringerer Steuereinnahmen auf die Volkswirtschaft in Form von niedrigeren Staatsausgaben werden ebenfalls dargestellt. Die Betrachtung von Subventionen kann aufgrund der nicht eindeutigen Quantifizierbarkeit zum jeweiligen Energieträger im Alternativszenario nicht vorgenommen werden; qualitative Informationen zu Energiesubventionen finden sich in Kapitel 3.4.

6 Arbeits- und Zeitplan

Das Projekt wurde ab Auftragsvergabe am 28. 11. 2012 innerhalb von acht Monaten bis Ende Juli 2013 abgewickelt. Ende März 2013 wurde die Broschüre „Erneuerbare Energie in Zahlen“ veröffentlicht. Eine interne Zwischenpräsentation im BMLFUW im Dezember 2012 und Projektbeirats-sitzungen im Mai und Juli 2013 mit Vertretern aus der Energiebranche, Ministerien und Wissen-schaftlern ermöglichte eine breite Diskussion des Projekts und der Ergebnisse. Eine öffentliche Abschlusspräsentation zur breitenwirksamen Darstellung der Projektergebnisse in Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde im September 2013 durchgeführt.

7 Publikationen und Disseminationsaktivitäten

- **Publikationen**

Patentdaten und Energieforschungsausgaben, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erhoben wurden, fließen ein in „**R. Bointner**, *The renewable Energy knowledge stock – a new approach*, Proceedings of the Düsseldorf IAEE European Conference, 2013.“ Eine Veröffentlichung in einem wissenschaftlichen Journal ist in Arbeit.

- **Disseminationsaktivitäten**

Die Ergebnisse der Studie Wirtschaftskraft „Erneuerbarer Energie in Österreich und Erneuerbare Energie in Zahlen“ wurden am 16. September 2013 im Rahmen einer öffentlichen Abschlusspräsentation einem Fachpublikum und einer breiten Öffentlichkeit vorge-stellt.

8 Literaturverzeichnis

- Baccini L., Urpelainen J. (2012)**, “Legislative fractionalization and partisan shifts to the left increase the volatility of public energy R&D expenditures”, *Energy Policy* 46 (2012), p. 49–57
- Badcock J., Lenzen M. (2010)**, “Subsidies for electricity-generating technologies: A review”, *Energy Policy* 38 (2010) p. 5038–5047
- Biermayr P. (2013)**, *Erneuerbare Energie in Zahlen - Die Entwicklung erneuerbarer Energie in Österreich im Jahr 2011*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltökonomie und Energie, Wien, März 2013
- Biermayr P. et al. (2013)**, *Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2012*, *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 17/2013, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, Juni 2013
- Bointner R. et al. (2012)**, *Wachstums- und Exportpotentiale Erneuerbarer Energiesysteme*, Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 37/2012, Wien, 2012
- Bointner, R. (2012)**, “Energy R&D expenditures and patents in selected IEA countries”, proceedings of the European IAEE conference, Venice, 2012
- Breyer, C., Birkner, C., Kersten, F., Gerlach, A., Goldschmidt, J.C., Stryi-Hipp, G., Montoro, D.F., Riede, M. (2010)**, „Research and development investments in PV – a limiting factor for a fast PV diffusion?“, In: 25th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition (PVSEC), Valencia, September 2010
- Dänisches Ministerium für Klima, Energie und Gebäude (2012)**, „DK Energy Agreement“, abrufbar unter www.kebmin.dk/en/climate-energy-and-building-policy/denmark/energy-agreements
- E-Control GmbH (2012a)**, *Ökostrom – Einspeisemengen und Vergütungen für das Jahr 2011 und frühere*, Daten verfügbar auf www.e-control.at
- E-Control GmbH (2012b)**, *Bilanzen elektrischer Energie in Österreich 2011 auf Monatsbasis*, Daten verfügbar auf www.e-control.at
- E-Control GmbH (2012c)**, *Verteilungs- und Erzeugungsanlagen in Österreich 2011*, Daten verfügbar auf www.e-control.at
- E-Control GmbH (2012d)**, *Ökostrombericht 2012*, verfügbar auf www.e-control.at
- E-Control GmbH (2013)**, *Ökostrom – Einspeisemengen und Vergütungen für das Jahr 2012 und frühere*, Daten verfügbar auf www.e-control.at
- Eder, M. und S. Kirchwegger (2011)**, *Aufbereitung & Analysen von Daten aus dem Arbeitskreis Biogas zu Kosten bestehender Biogasanlagen*, Universität für Bodenkultur, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für Agrar- und Forstökonomie, Wien, Jänner 2011
- EU (2003)**, Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor
- EU (2009)**, Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23.04.2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, Amtsblatt der EU, publiziert am 05.06.2009

- EU (2011a)**, KOM(2011) 168/3, MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT UND DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS; Intelligenter Energiebesteuerung in der EU: Vorschlag für eine Änderung der Energiesteuerrichtlinie
- EU (2011b)**, KOM(2011) 112, Low-Carbon-Roadmap 2050
- EU (2011c)**, KOM(2011) 885, EU Energy Roadmap 2050
- EU (2013)**, COM(2013) 180, MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN zur Zukunft der CO₂-Abscheidung und -Speicherung in Europa, publiziert am 27.03.2013
- Eurostat (2012)**, Energiestatistik der Europäischen Kommission, Daten verfügbar auf http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables
- Garrone, P., Grilli L. (2010)**, "Is there a relationship between public expenditures in energy R&D and carbon emissions per GDP? An empirical investigation", Energy Policy 38 (2010), p. 5600–5613
- GEA (2012)**, "Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future", Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 2012
- Haas R. et al. (2006)**, Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger – wirtschaftliche Bedeutung für Österreich, Wirtschaftskammer Österreich, Jänner 2006
- Haas R. et al. (2007)**, Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030, Endbericht zum Forschungsprojekt für den Dachverband Energie-Klima und die Wirtschaftskammer Österreich, August 2007
- Haslauer, F., Haas, R. et. al. (2011)**, „100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität: Effekte, Marktszenarien und Handlungsempfehlungen“, A.T. Kearney und TU Wien im Auftrag der Verbund AG, Wien 2011
- IEA (2012)**, World Energy Outlook 2012, Publikation der International Energy Agency
- IG Windkraft (2013)**, Windkraft in Österreich in Zahlen, Download auf www.igwindkraft.at
- Indinger, A., Katzenschlager, M. (2012)**, „Energieforschungserhebung 2011 - Ausgaben der öffentlichen Hand in Österreich, Erhebung für die IEA“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 55/2012, Wien 2012.
- IWF (2013)**, Energy subsidy reform: lessons and implications, International Monetary Fund Washington, D.C., 2013
- Johnstone, N., Haščič, I., Popp, D. (2010)**, "Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts", Environmental and Resource Economics, Volume 45, Issue 1, 133-155
- Kaltschmitt, M. und W. Streicher (Hrsg) (2009)**, Regenerative Energien in Österreich. Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung, Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag

- Klaassen, G. et al (2005)**, “The impact of R&D on innovation for wind energy in Denmark, Germany and the United Kingdom”, Ecological Economics, Volume 54, Issues 2-3, Pages 227-240, 1 August 2005
- Kobos, P. H. et al (2006)**, „Technological learning and renewable energy costs: implications for US renewable energy policy“, Energy Policy Volume 34, Issue 13, S. 1645–1658, September 2006
- Köppl A., Kletzan-Slamanig D., Köberl K. (2013)**, „Österreichische Umwelttechnikindustrie: Export –Wettbewerbsfähigkeit – Innovation“, Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 2/2013, Wien, 2013
- Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2012)**, Biomasse – Heizungserhebung 2011, Download auf www.lk-noe.at/
- Lebensministerium (2012)**, Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2012 – Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2011, Juni 2012, Download auf www.lebensministerium.at
- Lund, P. D. (2009)**, “Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy”, Renewable Energy, Volume 34, Issue 1, Pages 53-64, January 2009
- Malik, A. et al. (2012)**, Was ist ein gutes Heizwerk? Bewertung anhand von Kennzahlen und Statistiken, 17. Österreichischer Biomassetag, Klagenfurt, Oktober 2012
- Moidl, S. et al. (2011)**, „Wirtschaftsfaktor Windenergie, Arbeitsplätze – Wertschöpfung in Österreich“, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 15/2011, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, Jänner 2011
- Neubarth, J. und M. Kaltschmitt (Hrsg) (2000)**, Erneuerbare Energien in Österreich. Systemtechnik, Potenziale, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Wien, Springer Verlag
- OECD (2012)**, “Inventory of Estimated Budgetary Support and Tax Expenditures for Fossil Fuels 2013”, OECD Publishing, ISBN 9789264187610
- OeMAG (2012)**, Abwicklungsstelle für Ökostrom AG, Ökostrom Statistik, Daten verfügbar auf www.oem-ag.at
- OeMAG (2013)**, Bericht zum Geschäftsjahr 2012, Daten verfügbar auf www.oem-ag.at
- oesterreichs energie (2013)**, Investitionen der E-Wirtschaft, Publikation verfügbar als Grafik www.oesterreichsenergie.at
- Popp D. and Newell R. (2012)**, “Where does energy R&D come from? Examining crowding out from energy R&D?” Energy Economics 34 (2012) p. 980-991
- Popp, D. (2005)**, “Lessons from patents: Using patents to measure technological change in environmental models”, Ecological Economics 54 (2005) p. 209– 226
- Pöyry (2008)** Wasserkraftpotentialstudie Österreich, Studie im Auftrag des VEÖ
- Resch et al. (2004)**, Biogasanlagen in Österreich – ein aktueller Überblick, 10. Alpenländisches Expertenforum, 18.-19. März 2004
- Reidy, M., Diesendorf, M., (2003)**, “Financial subsidies to the Australian fossil fuel industry”, Energy Policy 31, p. 125–137

- Stanzer G. et al. (2010)**, REGIO Energy - Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotenziale in den Jahren 2012/2020, ein Forschungsprojekt im Rahmen des Strategieprozesses ENERGIE 2050, Wien/St. Pölten, Dezember 2010
- Statistik Austria (2012a)**, Nutzenergieanalyse Österreich 2005 bis 2011, Publikation verfügbar als Bericht und als Datentabellen unter www.statistik.at
- Statistik Austria (2012b)**, Energiebilanzen Österreich 1970 bis 2011, Publikation verfügbar als Bericht und als Datentabellen unter www.statistik.at
- Statistik Austria (2012c)**, Leistungs- und Strukturstatistik 2011, Publikation verfügbar als Bericht und als Datentabellen unter www.statistik.at
- Statistik Austria (2013)**, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung Hauptgrößen, Publikation verfügbar als Bericht und als Datentabellen unter www.statistik.at
- Statistik Austria (2013b)**, Kraftfahrzeugbestand in Österreich, Publikation verfügbar als Datentabellen unter www.statistik.at
- Suna, D. (2007)**, Energiesubventionen, Arbeitspapier der Energy Economics Group, TU Wien
- Tichler, R. (2009)**, „Optimale Energiepreise und Auswirkungen von Energiepreisveränderungen auf die öö. Volkswirtschaft. Analyse unter Verwendung des neu entwickelten Simulationsmodells MOVE“, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Energiewissenschaftliche Studien, Band 4, ISBN 978-3-99008-016-0
- Tragner F. et al. (2008)**, Biogas-Branchenmonitor, BMVIT, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 41/2008
- UBA (2007)**, Aktualisierung von Emissionsfaktoren als Grundlage für den Anhang des Energieberichtes, Umweltbundesamt GmbH, Report REP-0075, Wien, 2007
- Umweltdachverband (2012)**, „Abbau umweltschädlicher Subventionen in Österreich, Update 2012: Ein Beitrag zur Ökologisierung des Steuersystems“, Wien Februar 2012
- Wangler, L. (2012)**, “Renewables and innovation: did policy induced structural change in the energy sector effect innovation in green technologies?”, Journal of Environmental Planning and Management
- Wiesenthal, T. et al. (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”, Research Policy 41 (2012), p 116 – 131
-

9 Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteil Erneuerbarer am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch 1970-2011. Datenquelle: Statistik Austria (2012b).....	9
Abbildung 2: Österreichischer Bruttoinlandsverbrauch 1970-2011 erneuerbarer Energieträger; Detail aus Abbildung 1; Datenquelle: Statistik Austria (2012b).....	10
Abbildung 3: Anteile der Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch 2011 in Österreich; in Summe 396 TWh oder 1.427 PJ. Datenquelle: Statistik Austria (2012b).....	11
Abbildung 4: Anteile der Energieträger am Primärenergieverbrauch der EU27 im Jahr 2011; in Summe 19.768 TWh oder 71.166 PJ. Datenquelle: Eurostat (2012).....	12
Abbildung 5: Sektoraler Endenergieverbrauch in Österreich im Jahr 2011; in Summe 303 TWh oder 1.089 PJ. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	13
Abbildung 6: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträger in PJ im Jahr 2000; Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	13
Abbildung 7: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträger in PJ im Jahr 2011; Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	14
Abbildung 8: Erneuerbare Endenergie in Österreich im Jahr 2011: Anteile der Energieträger in Summe 99.318 GWh, in Prozent. Datenquelle: Statistik Austria (2012b).....	17
Abbildung 9: Ökostrom-Aufkommen in Österreich nach Technologien im Jahr 2011, in Summe 5.452 GWh. Datenquelle: E-Control (2012a)	20
Abbildung 10: Ökostrom-Aufkommen in Österreich nach Technologien im Jahr 2012, in Summe 6.152 GWh. Datenquelle: E-Control (2013)	21
Abbildung 11: Jahresbilanz des elektrischen Stroms in Österreich 2011 auf Monatsbasis in GWh. Datenquelle: E-Control (2012b)	21
Abbildung 12: Entwicklung der österreichischen Treibhausgasemissionen seit 2000 in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent. Datenquelle: UBA (2012), eigene Schätzung für 2011	22
Abbildung 13: Vermiedene CO ₂ -Äquivalent Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energie in den Sektoren Kraftstoffe, Wärme und Strom ohne Großwasserkraft, insgesamt 15,8 Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent; eigene Darstellung	24
Abbildung 14: Vermiedene, jährliche CO ₂ -Emissionen durch den Ausbau erneuerbarer Energie in Österreich [Mio. t. CO ₂ -Äquivalent] und damit verbundene Kostenreduktion in Mio. EUR, basierend auf EEX-Spotmarktpreisen bzw. 30 EUR/t gem. EU (2013) für CO ₂ -Zertifikate; eigene Berechnung	26
Abbildung 15: In Österreich pro Jahr neu installierte Biomassekessel 1994-2012. Datenquelle: Biermayr et al. 2013, basierend auf Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2012)	28
Abbildung 16: Jährlich abgesetzte Biotreibstoffe in Österreich. Datenquelle: Lebensministerium (2012) und gleichlautende Publikationen der Vorjahre	29

Abbildung 17: Anerkannte Ökostrom-Biogasanlagen in Österreich 2000-2011. Datenquelle: Biermayr (2013) und E-Control (2013a).....	30
Abbildung 18: Marktentwicklung der Photovoltaik in Österreich bis 2012 (netzgekoppelte und autarke Anlagen). Datenquelle: Biermayr et al. (2013).....	32
Abbildung 19: Ausbau der Solarthermie in Österreich 1975 bis 2012. Datenquelle: Biermayr et al. (2013).....	34
Abbildung 20: Marktentwicklung der Wärmepumpen in Österreich 1975 bis 2012; Datenquelle: Biermayr et al. (2013)	35
Abbildung 21: Entwicklung der Wasserkraft in Österreich bis 2011. Datenquelle: E-Control (2012c)	36
Abbildung 22: Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich 1994 bis 2013; Daten für 2013 sind prognostiziert. Datenquelle: IG Windkraft (2013).....	37
Abbildung 23: E-Mobilität-Modellregionen in Österreich; Stand Jänner 2013, © Klima- und Energiefonds.....	38
Abbildung 24: Entwicklung des Bestands an Elektro-PKWs in Österreich; Stand Juni 2013, Datenquelle: Statistik Austria (2013b).....	39
Abbildung 25: Entwicklung der Umsätze in Mio. EUR und der Beschäftigung (VZÄ) durch primäre Investitions- und Betriebseffekte; Datenquelle: eigene Berechnungen für Erneuerbare Energie in Zahlen 2008-2011	45
Abbildung 26: Jährliche Energieforschungsausgaben Österreichs in Mio. EUR. (real) Datenquelle: IEA	47
Abbildung 27: Jährliche Forschungsausgaben für erneuerbare Energie in Österreich in Mio. EUR. (real) Datenquelle: IEA.....	47
Abbildung 28: Jährliche Energieforschungsausgaben der IEA-Staaten in Mio. EUR. (real) Datenquelle: IEA.....	48
Abbildung 29: Anteil der Energieforschungsausgaben bezogen auf das BIP. Datenquelle: IEA....	49
Abbildung 30: Energieforschungsausgaben 2011 bezogen auf das BIP (Größe der Blasen: Forschungsausgaben im Bereich Erneuerbare Energie), alle Werte logarithmiert. Datenquelle: IEA, IWF und Eurostat.....	49
Abbildung 31: Durch öffentliche Energieforschung induziertes Wissen in Österreich in Mio. EUR (real) (Zeitverzug 3 Jahre, 10 % p. a. Wissensverlust)	51
Abbildung 32: Durch öffentliche Energieforschung induziertes Wissen im Bereich erneuerbare Energie in Österreich in Mio. EUR (Zeitverzug 3 Jahre, 10 % p. a. Wissensverlust)	51
Abbildung 33: Durch öffentliche Energieforschung induziertes Wissen in den IEA-Staaten in Mio. EUR (real) (Zeitverzug 3 Jahre, 10 % p. a. Wissensverlust)	52
Abbildung 34: Forschungsintensität (Forschungsausgaben pro Umsatz [%]) privater Unternehmen in Österreich; Datenquelle: Köppl et. al. (2013)	55
Abbildung 35: Kumulierte Entwicklung österreichischer Patentanmeldungen von 1990 bis 2010 mit durchschnittlich 10-jähriger Patentdauer; Datenquelle: serv.ip.....	57

Abbildung 36: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Photovoltaik basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung	60
Abbildung 37: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Solarthermie basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung	60
Abbildung 38: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Windenergie basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung	61
Abbildung 39: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Wasserkraft basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung	62
Abbildung 40: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Geothermie basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011; eigene Darstellung	62
Abbildung 41: Relative Patent- und Innovationsindikatoren für Biomasetechnologien basierend auf kumulierten Patentanmeldungen von 1950-2010 und kumuliertem energieforschungsinduziertem Wissen von 1974-2011 (beinhaltet feste Biomasse, Biogas, BHKWs und Biotreibstoffe); eigene Darstellung	63
Abbildung 42: Grobe Abschätzung der Subventionen für fossile Energieträger in Österreich; eigene Schätzung basierend auf Umweltdachverband (2012) und OECD (2012); ohne Rückvergütung der Energieabgabe (BBG 2011) und der Ökostromaufwendungen (ÖSG 2012)	67
Abbildung 43: Entwicklung der Ökostrom-Einspeisemengen und –Vergütungen sowie der Subventionen (Unterstützungsvolumen) seit 2003; Datenquelle: E-Control, Archiv (www.e-control.at), E-Control (2012d) und OeMAG (2013)	68
Abbildung 44: Energetischer Endverbrauch der privaten Haushalte (ohne Mobilität) - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	71
Abbildung 45: Energetischer Endverbrauch der Unternehmen (ohne Mobilität) - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	72
Abbildung 46: Fernwärmeproduktion - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	73
Abbildung 47: Stromproduktion - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	74
Abbildung 48: Energetischer Endverbrauch im Straßenverkehr - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	75
Abbildung 49: Zusammensetzung des energetischen Endverbrauchs in Österreich im IST-Szenario und EIS-Szenario, 2000 und 2011; Berechnung nach dem Mengenindex nach Laspeyres; Datenquelle: Statistik Austria (2012b)	76

Abbildung 50: Endverbrauch erneuerbarer Energieträger in Österreich (ohne Fernwärme und Strom), 2000-2011, Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario, Datenquelle: Statistik Austria (2012c).....	77
Abbildung 51: Energetische Primärenergieimporte in Österreich, 2000-2011, Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario, Datenquelle: Statistik Austria (2012c).....	78
Abbildung 52: Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung in Österreich, 2000-2011. Datenquelle: Biermayr (2013), Biermayr et al. (2013), Eder und Kirchwegger (2011), oesterreichs energie (2013) sowie Statistik Austria (2012c).....	79
Abbildung 53: Investitionen in Nah- und Fernwärmesysteme sowie in Einzelheizungen im Raumwärmebereich in Österreich, 2000-2011. Datenquelle: von Biermayr et al. (2013), Malik et al. (2012) und Statistik Austria (2012c).....	80
Abbildung 54: Investitionen der Unternehmen und Haushalte nach Energieträger in den Segmenten Stromproduktion, Wärme und Treibstoff - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: Neubarth und Kaltschmitt (2000), Kaltschmitt und Streicher (2009) und Daten der Statistik Austria (2012b).....	81
Abbildung 55: Rohölpreis, 2000 – 2011. Datenquelle: EIA.....	83
Abbildung 56: Volkswirtschaftliche Effekte durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare in Österreich, 2000-2011 (keine Berücksichtigung einer Kompensation der geringeren Steuereinnahmen). Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE.....	85
Abbildung 57: Vollzeitäquivalente Beschäftigungseffekte durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare in Österreich, 2000-2011. Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE.....	85
Abbildung 58: Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt durch die Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energieträger in Österreich, 2000-2011 – Einfluss der Energiesteuereinnahmen. Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE.....	87
Abbildung 59: Übersicht zu den Modulen von MOVE.....	101

9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energiebilanz Österreich in den Jahren 2010 und 2011. Datenquelle: Statistik Austria (2012b).....	10
Tabelle 2: Bruttoinlandverbrauch nach Energieträgern in den Jahren 2010 und 2011. Datenquelle: Statistik Austria (2012b).....	11
Tabelle 3: Anteil erneuerbarer Energie am Energieverbrauch in Österreich ¹ . Datenquelle: Statistik Austria (2012b).....	12
Tabelle 4: Erneuerbare Endenergie in Österreich in den Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe; alle Werte in GWh. Quelle: Statistik Austria (2012b).....	17
Tabelle 5: Gesamtbilanz Strom des öffentlichen Netzes in Österreich. Datenquelle: E-Control (2012b).....	19
Tabelle 6: Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Datenquellen: Statistik Austria (2012b), E-Control (2012a) und E-Control (2013).....	20

Tabelle 7: Durch den Einsatz von erneuerbarer Energie in Österreich vermiedene Emissionen in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent; eigene Darstellung	24
Tabelle 8: Umsätze, Beschäftigung und Exportquote erneuerbarer Energiesysteme in Österreich - Studienvergleich	41
Tabelle 9: Umsätze und Beschäftigung erneuerbarer Energiesysteme in Österreich 2011 unter Berücksichtigung von Investitions- und Betriebseffekten; Datenquelle: eigene Berechnungen, Biermayr (2013), für Erneuerbare Energie in Zahlen 2011	43
Tabelle 10: Know-How induziert durch öffentl. Energieforschungsausgaben ausgewählter IEA-Staaten; Datenquelle: IEA, Eurostat und eigene Berechnung	53
Tabelle 11: Gegenüberstellung der privaten und öffentlichen F&E-Ausgaben im Jahr 2009; eigene Darstellung basierend Daten der IEA und Tabelle 12.....	55
Tabelle 12: Private Energieforschungsausgaben in Österreich 2009; Quelle: Statistik Austria, Sonderauswertung der F&E-Erhebung 2009 im firmeneigenen Bereich nach „Energiefeldern“ 1)	56
Tabelle 13: Kumulierte Patentanmeldungen von 1950 bis 2010 erneuerbarer Energie und verwandter Technologien ausgewählter IEA-Staaten mit durchschnittlich 10-jähriger Patentdauer (Stand 2010); Datenquelle: serv.ip, Eurostat und eigene Berechnung	58
Tabelle 14: Subventionen für fossile Energieträger ausgewählter Staaten in Prozent des BIP 2011 unter Berücksichtigung von Externalitäten und fiktiven Wertsteuern; Quelle: Entnommen aus IWF (2013).....	64
Tabelle 15: Jährliche Steuereinnahmen durch die Umstellung des Energiesystems auf Erneuerbare in Österreich, 2000-2011 - Differenz zwischen IST-Szenario und EIS-Szenario. Datenquelle: eigene Berechnung anhand von MOVE	86
Tabelle 16: Eckdaten des Modells	100
Tabelle 17: Im Modell explizit abgebildete Energieträger	100
Tabelle 18: Gesamte Energieforschungsausgaben und F&E-Ausgaben für erneuerbare Energie in Mio. EUR im Jahr 2011 von IEA-Staaten (Öster. und Vergleichsländer sind hervorgehen); Datenquelle: IEA	117

9.3 Öffentliche Energieforschungsausgaben 2011

Tabelle 18: Gesamte Energieforschungsausgaben und F&E-Ausgaben für erneuerbare Energie in Mio. EUR im Jahr 2011 von IEA-Staaten (Öster. und Vergleichsländer sind hervorgehen); Datenquelle: IEA

	Energieforschungsausgaben in Mio. EUR 2011	F&E für erneuerbare Energie in Mio. EUR 2011
Australia	491,4	165,3
<u>Austria</u>	<u>123,0</u>	<u>33,4</u>
Belgium	77,5	17,4
Canada	806,1	142,4
<u>Denmark</u>	<u>170,8</u>	<u>77,9</u>
<u>Finland</u>	<u>263,6</u>	<u>60,4</u>
France	1125,9	157,2
Germany	723,8	246,5
Greece	6,4	2,2
Hungary	92,3	4,5
Ireland	21,0	13,5
Italy	397,2	68,7
Japan	3243,8	635,3
Korea	426,7	111,9
Netherlands	153,4	54,3
New Zealand	16,3	10,3
<u>Norway</u>	<u>222,0</u>	<u>47,2</u>
Poland	2,9	0,3
Portugal	100,1	16,6
Slovak Republic	25,8	14,4
Spain	201,7	132,4
<u>Sweden</u>	<u>150,2</u>	<u>60,5</u>
<u>Switzerland</u>	<u>188,0</u>	<u>49,7</u>
United Kingdom	441,5	73,9
United States	5048,5	919,6

9.4 Energieforschungsrelevante Unternehmen

Folgende Unternehmen wurden für die Ermittlung der privaten Energieforschungsausgaben des Jahres 2009 in Kapitel 3.3.3 berücksichtigt. Diese Liste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da sich die Forschungs- und Unternehmenslandschaft laufend ändert.

Biomasse fest / Biomassekessel

ALSTOM Power Austria GmbH
 APL Apparatebau AG
 Astebo
 ANDRITZ Energy & Environment GmbH (AE&E)
 COFELY Gebäudetechnik GmbH
 Binder Josef Maschinenbau und HandelsgmbH
 Biokompakt Heiztechnik GmbH
 Biotech Energietechnik
 Bohr- und Rohrtechnik GmbH
 Calimax GmbH
 Eder Anton GmbH
 Energietechnik Gm.b.H. (Thermostrom)
 Energycabin GmbH
 EN-TECH Energietechnikproduktion GmbH
 ETA Heiztechnik GmbH
 etaone compact cogeneration gmbh
 etaone energy GmbH
 Evotherm Heiztechnik GmbH
 FERRO- Montagetechnik GmbH
 Fröling Heizkessel- und Behälterbau, Ges.m.b.H.
 GEO-TEC Solartechnik GmbH
 Gilles Energie und Umwelttechnik GmbH
 GUNTAMATIC Heiztechnik GmbH
 HAAS + SOHN OFENTECHNIK GmbH
 Hargassner GmbH
 Herz Armaturen Ges.m.b.H.
 Hoval Ges.m.b.H.
 ICS Energietechnik Gesellschaft mbH

Josef Bertsch Gesellschaft m.b.H. & Co. KG
 Köb Holzheizsysteme GmbH
 Kohlbach (gesamte Gruppe)
 Kurri GmbH
 KWB Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH
 LBH Lüftungs-, Behälter und Heizungsanlagenbau GmbH
 Ligno Heizsysteme
 Lohberger, Heiz + Kochgeräte-Technologie GmbH
 Manglberger Heizungsbau GmbH
 MAWERA Holzfeuerungsanlagen GmbH
 Ökofen
 Olymp Werk GmbH
 Perhofer GmbH
 Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik GmbH
 Rika
 Scheuch GmbH
 Schiff & Stern KG
 Siemens AG Österreich
 Solarfocus Solar- und Umwelttechnik GmbH
 Sommerauer & Lindner
 Strebelwerk GmbH
 Tropenglut Ing. Enickl
 URBAS Maschinenfabrik Ges.m.b.H.
 BIS VAM Anlagentechnik GmbH
 Viessmann GmbH
 Walter Bösch KG
 Windhager Zentralheizung GmbH
 Wolf Klima- und Heiztechnik GmbH

Biomasse flüssig (Biotreibstoffe)

BDI Biodiesel International AG
 Cimbria Heid GmbH
 CMB Maschinenbau
 Energea Umwelttechnologie GmbH
 Ferro-Montagetechnik

Ing. Lepschi
Siemens AG Österreich
URBAS Maschinenfabrik
Vogelbusch

Biogas und BHKWs

ALSTOM Power Austria GmbH
ANDRITZ Energy & Environment GmbH
(AE&E)
APL Apparatebau AG
Astebo
Austria Email Aktiengesellschaft
Bosch Industriekessel GmbH
etaone compact cogeneration gmbh
etaone energy GmbH
FERRO-Montagetechnik GmbH
Führer Energie- und Umwelttechnik GmbH
GE Jenbacher GmbH & Co OHG
Hoval Ges.m.b.H.
Lehner Systembau GmbH
Inger GmbH
Josef Bertsch Gesellschaft m.b.H. & Co.
Komptech GmbH
MAWERA Holzfeuerungsanlagen GmbH
Ortner GmbH
Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik
GmbH
RSB Schalungstechnik
RUND-STAHL-BAU GmbH
Sattler AG
Schiff & Stern KG
Siemens AG Österreich
Thöni Industriebetriebe GmbH
URBAS Maschinenfabrik Ges.m.b.H.
BIS VAM Anlagentechnik GmbH
Wolf Systembau Ges.m.b.H.
Biogest Energie- und Wassertechnik GmbH
BioG Biogastechnik GmbH
IET Energy GmbH
Röhren- und Pumpenwerk
BAUER Ges.m.b.H.

Thermische Solarkollektoren

AKS Doma Solartechnik GmbH
AST Eis- und Solartechnik GmbH
CONA Entwicklungs- u. Handelsgesellschaft m.b.H.
Energiebig Energie & Umwelttechnik GmbH
ESC Energy Systems Company GmbH
Gasokol Austria GmbH
GEO-TEC Solartechnik GmbH
GREENoneTEC Solarindustrie GmbH
Friedrich Hinterdorfer Solartechnik
Kohlbacher Wärmetechnik GmbH
ÖKOTECH Produktionsgesellschaft für
Umwelttechnik m.b.H.
Riposol GmbH
Roskopf Solar - Ing. Helmut Roskopf
SIKO SOLAR Gm.b.H.
Solarfocus GmbH
SOLARier Gesellschaft f. erneuerbare
Energie mbH
Solarprovider - Gurdet Franz
SOLKAV Alternative Energie Systeme
GmbH
Sun Master Energiesysteme GmbH
SunWin Energy Systems GmbH
TiSUN GmbH
Winkler Solar GmbH
Hanazeder electronic GmbH
Pausch Gesellschaft m.b.H.
Rebernegg Alternative Energietechnik - Ing.
Wolfgang Rebernegg
Schneid Ges.m.b.H.
Technische Alternative Elektronische Steuerungsgesellschaft m.b.H.
KIOTO Clear Energy AG
L.M.E. Gm.b.H

Speicherproduzenten

Angerer Tank- und Behältertechnik GmbH
Austria Email AG
DIEM-WERKE GmbH

ECOTHERM Austria GmbH
 Energie- und Umwelttechnik Ges.m.b.H. -
 EUT
 Forstner Speichertechnik GmbH
 Johann Schneider e.U / HANNES
 SCHNEIDER GmbH
 Pink Energie- und Speichertechnik GmbH

Photovoltaik

Energetica Energietechnik GmbH
 Ertex Solar GmbH
 Fronius (Wechselrichter)
 KIOTO Photovoltaics GmbH (vormals RKG
 Photovoltaik Ges.m.b.H),
 OMV AG
 Photovoltaik Technik GmbH (PVT)
 SED Produktions GmbH
 Solon Hilber Technologie GmbH (Module
 und Nachführsysteme)

Wärmepumpen

Buderus Austria Heiztechnik GmbH
 Daikin Airconditioning Central Europe Han-
 delsgmbH
 Drexel und Weiss GmbH
 Elco Austria GmbH
 Geosolar Gösselsberger GmbH
 Hagleitner GmbH & Co KG
 Harreither GmbH
 Heliotherm Wärmepumpentechnik
 Hoval GmbH.
 IDM-Energiesysteme GmbH
 KNV Energietechnik GmbH
 Max Weishaupt GmbH.
 M-TEC Energie.Innovativ GmbH
 NEURA AG
 Ochsner Wärmepumpen
 Robert Bosch AG, Österreich (Geschäftsbe-
 reich Thermotechnik)
 STIEBEL ELTRON GmbH
 TGV - Technische Geräte Vertriebs GmbH

Vaillant Austria GmbH
 Viessmann Ges.m.b.H.
 Walter Bösch KG
 Waterkotte Austria
 Weider Wärmepumpen GmbH
 Wolf Klima- und Heiztechnik GmbH

Wasserkraft

Andritz Hydro GmbH
 Braun Maschinenfabrik Ges.m.b.H & Co KG
 Danner Maschinenbau GmbH Wasserkraft-
 anlagen
 EFG Turbinenbau
 Geppert Wasserturbinen & Maschinenbau
 GmbH
 Ginzler Stahl- u. Anlagenbau GmbH
 Global Hydro Energy GmbH
 Gugler Water Turbines GmbH
 Hitzinger GmbH (Generatoren)
 HOBAS Rohre GmbH
 Kössler GmbH (Tochtergesellschaft von Vo-
 ith Hydro) (Entwicklung und Fertigung von
 Kaplan-, Francis- und Pelton-Turbinen bis
 zu Stahlwasserbau und Automatisierung
 von Wasserkraftwerken)
 Lingenhölle Technologie (Turbinenbau)
 Mayrhofer GesmbH (Grobrechenanlagen,
 Feinrechenanlagen, Spülrinnen und Spül-
 pumpen, Rechenreinigungsanlagen hydrau-
 lisch und mechanisch Wehrklappen hydrau-
 lisch, Einlauf- und Spülschütze, Sämtliche
 Stahlwasserbauarbeiten, Antriebe Turbine-
 Generator)
 MCE Industrietechnik Linz (Druckrohrleitun-
 gen)
 S. & M. Jank Turbinen- und Stahlwasserbau
 Schubert Elektroanlagen GmbH (Elektronik,
 Visualisierung)
 URBAS Maschinenfabrik Ges.m.b.H.
 BIS VAM Anlagentechnik GmbH
 VERBUND Hydro Power AG

WWS Wasserkraft GmbH & Co Kg

Windkraft

Bachmann Electronic GmbH (Steuerung)
 ELIN Motoren GmbH
 (Windkraftgeneratoren)
 Gewa Blechtechnik GesmbH (Stanzteile für
 Windkraftanlagen)
 Hexcel Composites GmbH (innovatives
 Flügelmaterial)
 Mondial Electronic GmbH (elektronische
 Ausrüstung, Hard- und Software für Wind-
 kraftanlagen)
 Niotronic Hard- und Software GmbH (Mess-
 technik Windkraftanlagen)
 NKE Austria GmbH (Produktion von Wälz-
 lager für Windkraftanlagengetriebe)
 Leitwind GmbH (internationales Unterneh-
 men, Standort in Österreich, Interne For-
 schung, Entwicklung, Planung, Produktion,
 Errichtung und Kundenbetreuung)
 OMV AG
 SKF Österreich AG (Steyr)
 Vatron
 VERBUND Wind Power Austria GmbH
 voestalpine Anarbeitung GmbH

E-Mobilität

AVL List GmbH
 Biovest Consulting GmbH
 CEST Kompetenzzentrum für elektrochemi-
 sche Oberflächentechnologie GmbH
 FRONIUS International GmbH
 FTW Forschungszentrum Telekommunika-
 tion Wien GmbH
 HyCentA Research GmbH
 Infineon Technologies Austria AG
 KTM Sportmotorcycle AG
 MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co
 KG
 Miba AG

OMV AG
 PLANSEE SE
 PROFACTOR GmbH
 Spirit Design – Innovation and Brand GmbH
 THIEN eDrives GmbH
 Kompetenzzentrum – Das Virtuelle Fahr-
 zeug Forschungsgesellschaft mbH
 Robert Bosch AG
 Siemens AG Österreich
 Verbund AG
 Netz Burgenland Strom GmbH
 Hager Electro Ges.m.b.H.
 EVN Netz GmbH
 WIEN ENERGIE Stromnetz GmbH
 Energie Steiermark AG
 Energie Steiermark Green Power GmbH
 Salzburg AG für Energie, Verkehr und Tele-
 kommunikation
 ElectroDrive Salzburg GmbH
 TIWAG-Netz AG
 BEKO Engineering & Informatik AG
 KELAG Netz GmbH
 ABB AG Österreich

Fossile Energie

ALSTOM Austria GmbH
 ANDRITZ Energy & Environment GmbH
 BP Europa SE Zweigniederlassung BP Aus-
 tria,
 BP Europa SE Zweigniederlassung BP Gas
 Austria
 Buderus Austria Heiztechnik GmbH
 Eder Anton GmbH
 Elco Austria GmbH
 Energie AG Oberösterreich
 EVN AG
 EVN Netz GmbH
 Hoval Ges.m.b.H.
 Koller Workover & Drilling GmbH Niederlas-
 sung Österreich
 Linz Strom

Olymp Werk GmbH
 Services Petroliers Schlumberger Zweig-
 niederlassung Ennsdorf
 Shell Austria GmbH
 Tuboscope Vetco Österreich GmbH
 Vaillant Austria GmbH
 Verbund Austria Thermal Power GmbH &
 Co KG
 Viessmann GmbH
 WIEN ENERGIE Stromnetz GmbH
 Wien Energie Gasnetz GmbH
 Wien Energie GmbH
 Windhager Zentralheizung GmbH
 Wolf Klima- und Heiztechnik GmbH
 OMV AG
 OMV Austria Exploration & Production
 GmbH
 OMV Solutions GmbH
 OMV Gas Storage GmbH
 OMV Power International GmbH
 OMV Refining & Marketing GmbH

RAG Rohöl-Aufsuchungs AG
 Böhler Edelstahl GmbH & Co KG
 Sappi Austria Produktions GmbH & Co KG
 Voestalpine Stahl Linz GmbH
 voestalpine Stahl Donawitz GmbH
 Walter Bösch KG
 Wopfinger Baustoffindustrie GmbH
 Robert Bosch AG
 Siemens AG Österreich
 Netz Burgenland Erdgas GmbH
 Gas Connect Austria GmbH
 KELAG Netz GmbH
 LINZ GAS Netz GmbH
 Oberösterreichische Ferngas Aktiengesell-
 schaft
 Salzburg Netz GmbH
 Steirische Gas-Wärme GmbH
 TIGAS-Erdgas Tirol GmbH
 VEG Vorarlberger Erdgas GmbH
 ELIN Motoren GmbH

9.5 Berücksichtigte Y02-Patentklassen

Y02B-Unterklassen

- Y02B 10/10 Integration of renewable energy sources in buildings - Photovoltaic [PV]
- Y02B 10/20 Integration of renewable energy sources in buildings - Solar thermal
- Y02B 10/30 Integration of renewable energy sources in buildings - Wind power
- Y02B 10/40 Integration of renewable energy sources in buildings - Geothermal heat-pumps
- Y02B 10/50 Integration of renewable energy sources in buildings - Hydropower in dwellings
- Y02B 10/60 Integration of renewable energy sources in buildings - Use of biomass for heating
- Y02B 10/70 Integration of renewable energy sources in buildings - Hybrid systems
- Y02B 30/12 Energy efficient heating, ventilation or air conditioning [HVAC] - relating to domestic heating, space heating or domestic hot water heating or supply systems [DHW] - Hot water central heating systems using heat pumps
- Y02B 30/625 Energy efficient heating, ventilation or air conditioning [HVAC] - Other technologies for heating or cooling - Absorption based systems - integrating combined heat and power generation [CHP] systems, i.e. trigeneration

- Y02B 40/18 Technologies aiming at improving the efficiency of home appliances - Solar cooking stoves or furnaces
- Y02B 40/58 Technologies aiming at improving the efficiency of home appliances - Relating to washing machines - Solar heating
- Y02B 40/74 Technologies aiming at improving the efficiency of home appliances - Relating to laundry dryers - Solar heating

Y02E-Unterklasse

- Y02E 10/10 Energy generation through renewable energy sources - Geothermal energy
- Y02E 10/20 Energy generation through renewable energy sources - Hydro energy
- Y02E 10/30 Energy generation through renewable energy sources - Energy from sea
- Y02E 10/40 Energy generation through renewable energy sources - Solar thermal energy
- Y02E 10/50 Energy generation through renewable energy sources - Photovoltaic [PV] energy
- Y02E 10/60 Energy generation through renewable energy sources - Thermal-PV hybrids
- Y02E 10/70 Energy generation through renewable energy sources - Wind energy
- Y02E 20/12 Combustion technologies with mitigation potential - Heat utilisation in combustion or incineration of waste
- Y02E 20/14 Combustion technologies with mitigation potential - Combined heat and power generation [CHP]
- Y02E 20/16 Combustion technologies with mitigation potential - Combined cycle power plant [CCPP], or combined cycle gas turbine [CCGT]
- Y02E 20/18 Combustion technologies with mitigation potential - Integrated gasification combined cycle [IGCC]
- Y02E 50/11 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - CHP turbines for biofeed
- Y02E 50/12 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - Gas turbines for biofeed
- Y02E 50/13 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - Biodiesel
- Y02E 50/14 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - Biopyrolysis
- Y02E 50/15 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - Torrefaction of biomass
- Y02E 50/16 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - Cellulosic bio-ethanol
- Y02E 50/17 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - Grain bio-ethanol
- Y02E 50/18 Technologies for the production of fuel of non-fossil origin - Biofuels - Bioalcohols produced by other means than fermentation

- Y02E 50/32 Fuel from waste - Synthesis of alcohols or diesel from waste including a pyrolysis and/or gasification step
- Y02E 50/34 Fuel from waste - Methane

Y02E-Unterklasse

- Y02E 60/12 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Energy storage - Battery technology
- Y02E 60/142 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Energy storage - Thermal storage - Sensible heat storage
- Y02E 60/145 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Energy storage - Thermal storage - Latent heat storage
- Y02E 60/32 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Hydrogen technology - Hydrogen storage
- Y02E 60/50 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Fuel cells
- Y02E 60/721 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Systems integrating technologies related to power network operation and communication or information technologies mediating in the improvement of the carbon footprint of electrical power generation, transmission or distribution, i.e. smart grids as enabling technology in the energy generation sector - Systems characterised by the monitored, controlled or operated power network elements or equipments - the elements or equipments being or involving electricity based vehicles, i.e. power aggregation of electric vehicles [EV] or hybrid vehicles [HEV]
- Y02E 70/30 Other energy conversion or management systems reducing GHG emissions - Systems combining energy storage with energy generation of non-fossil origin

Y02T-Unterklasse

- Y02T 10/38 Road transport of goods or passengers - Internal combustion engine [ICE] based vehicles - Use of alternative fuels - Non-fossil fuels
- Y02T 10/70 Road transport of goods or passengers - Other road transportation technologies with climate change mitigation effect - Energy storage for electromobility
- Y02T 90/32 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Application of fuel cell technology to transportation - Fuel cells specially adapted to transport applications, e.g. automobile, bus, ship
- Y02T 90/34 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Application of fuel cell technology to transportation - Fuel cell powered electric vehicles [FCEV]
- Y02T 90/42 Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation - Application of hydrogen technology to transportation - Hydrogen as fuel for road transportation

Y04S-Unterklasse

- Y04S 10/123 Systems supporting electrical power generation, transmission or distribution - Systems characterised by the monitored, controlled or operated power network elements or equipment - the elements or equipments being or involving energy generation units, including distributed generation [DER] or load-side generation - the energy generation units being or involving renewable energy sources
- Y04S 10/126 Systems supporting electrical power generation, transmission or distribution - Systems characterised by the monitored, controlled or operated power network elements or equipment - the elements or equipments being or involving energy generation units, including distributed generation [DER] or load-side generation - the energy generation units being or involving electricity based vehicles, i.e. power aggregation of electric vehicles [EV] or hybrid vehicles [HEV]
- Y04S 20/525 Systems supporting the management or operation of end-user stationary applications, including also the last stages of power distribution and the control, monitoring or operating management systems at local level - Smart metering - Systems oriented to metering of generated energy or power - Monitoring the performance of renewable electricity generating systems, i.e. of solar panels
- Y04S 30/12 Systems supporting specific end-user applications in the sector of transportation - Systems supporting the interoperability of electric or hybrid vehicles - Remote or cooperative charging

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

IMPRESSUM

Verfasser

Energy Economics Group
Institut für Energiesysteme und elektrische
Antriebe, Technische Universität Wien
Gusshausstrasse 25-29/370-3
1040 Wien

Raphael Bointner
Telefon: +43(0)-1-58801-370372
E-Mail: bointner@eeg.tuwien.ac.at
Homepage: www.eeg.tuwien.ac.at

Projektpartner

Erneuerbare Energie Österreich
Energieinstitut an der Johannes Kepler
Universität Linz GmbH
WIFO
Serv.ip – ein Unternehmen des österr.
Patentamtes
Statistik Austria

Autoren

Raphael Bointner, Peter Biermayr,
Sebastian Goers, Joachim Streit-Maier,
Robert Tichler; unter Mitwirkung von
Reinhard Haas, Angela Köppl und
Josef Plank

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die
Weiternutzung der hier enthaltenen
Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH