

energy [r]evolution 2050

Der Weg zu einer sauberen Energie-Zukunft für Österreich



Projektbericht
Research Report

Energie [R]evolution Österreich 2050

Markus Bliem
Beate Friedl
Todor Balabanov
Irina Zielinska



INSTITUT FÜR HÖHERE STUDIEN
INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES

Vienna

Projektbericht
Research Report

Energie [R]evolution Österreich 2050

Markus Bliem
Beate Friedl
Todor Balabanov
Irina Zielinska

Endbericht
Studie im Auftrag von EVN, Greenpeace Zentral- und
Osteuropa und Gewerkschaft vida

Februar 2011

Kontakt:

Univ. Prof. Dr. Bernhard Felderer
☎: +43/1/599 91-125
email: felderer@ihs.ac.at

Dr. Ulrich Schuh
☎: +43/1/599 91-148
email: schuh@ihs.ac.at

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	1
1 EINLEITUNG	7
2 ENERGIESZENARIOEN IM INTERNATIONALEN VERGLEICH	9
2.1 REFERENZSZENARIOEN.....	9
2.2 GLOBALE SZENARIOEN FÜR EINE EMISSIONSARME ENERGIEZUKUNFT	16
2.2.1 ENERGY TECHNOLOGY PERSPECTIVES 2010	17
2.2.2 ENERGY [R]EVOLUTION.....	22
2.2.3 EREC: RE-THINKING 2050	26
2.3 ZUSAMMENFASSUNG	28
3 EUROPÄISCHE UND ÖSTERREICHISCHE KLIMAPOLITIK	31
3.1 ENERGIE- UND KLIMAPOLITIK DER EUROPÄISCHEN UNION	31
3.2 DIE ÖSTERREICHISCHE KLIMAPOLITIK IM KONTEXT DER EUROPÄISCHEN UNION	32
3.2.1 ENERGIESTRATEGIE ÖSTERREICH – DER WEG BIS 2020?.....	34
3.2.2 ENERGIEFORSCHUNGSSTRATEGIE – DER WEG BIS 2050?	36
4 STRUKTUR DER ENERGIEVERSORGUNG IM JAHR 2009	39
5 ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS: TRENDS UND SZENARIOEN	43
5.1 ENTWICKLUNG DES GESAMTEN ENDENERGIEVERBRAUCHS.....	43
5.1.1 PRIVATE HAUSHALTE	44
5.1.2 DIENSTLEISTUNGSSEKTOR	49
5.1.3 PRODUZIERENDER BEREICH.....	54
5.1.4 VERKEHR.....	58
5.1.5 LANDWIRTSCHAFT	63
6 ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS „ENERGIE [R]EVOLUTION ÖSTERREICH 2050“	65
6.1 ENTWICKLUNG DES GESAMTEN ENDENERGIEVERBRAUCHS.....	65
6.1.1 PRIVATE HAUSHALTE	66
6.1.2 DIENSTLEISTUNGEN	66
6.1.3 PRODUZIERENDER BEREICH.....	67
6.1.4 VERKEHR.....	69
6.1.5 LANDWIRTSCHAFT	74
6.1.6 ENERGETISCHER ENDVERBRAUCH ENERGIE [R]EVOLUTION ÖSTERREICH 2050	75

7	<u>POTENZIALABSCHÄTZUNG FÜR ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER IN ÖSTERREICH</u>	77
7.1	WASSERKRAFT	77
7.2	PHOTOVOLTAIK	79
7.3	WINDENERGIE	81
7.4	SOLARTHERMIE	83
7.5	WÄRMEPUMPE	86
7.6	BIOMASSE	88
7.7	GEOTHERMIE	95
7.8	ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALANALYSE	97
7.9	ENTWICKLUNG DER CO ₂ -EMISSIONEN 2010 BIS 2050	102
8	<u>MAßNAHMEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN</u>	105
8.1	ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN	105
8.1.1	FESTLEGUNG VERBINDLICHER ZIELE	105
8.1.2	ÖKOLOGISIERUNG DES STEUERSYSTEMS	107
8.1.3	EU-EMISSIONSHANDEL	108
8.1.4	NACHHALTIGE RAUMORDNUNG UND –ENTWICKLUNG	109
8.1.5	NATIONALES KLIMASCHUTZGESETZ	110
8.1.6	AUSWEITUNG UND INTENSIVIERUNG DER ENERGIEFORSCHUNG	111
8.2	SEKTORSPEZIFISCHE MAßNAHMEN	112
8.2.1	PRIVATE HAUSHALTE UND DIENSTLEISTUNGSSEKTOR	113
8.2.2	LANDWIRTSCHAFT	116
8.2.3	PRODUZIERENDER BEREICH	117
8.2.4	STROMSEKTOR	119
8.2.5	VERKEHRSSSEKTOR	123
8.3	ÜBERSICHT MAßNAHMEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	128
8.4	UMSETZUNG DER MAßNAHMEN – DER WEG BIS 2050	133
8.4.1	KOSTEN	133
8.4.2	KOMFORT UND WIRTSCHAFTLICHKEIT	135
8.4.3	ARBEITSPLÄTZE	136
9	<u>LITERATUR</u>	139
10	<u>ANHANG (TODOR BALABANOV UND IRINA ZIELINSKA)</u>	143
10.1	SCHAFFUNG VON ARBEITSPLÄTZEN IM GEBÄUDESANIERUNGSSZENARIO	143
10.1.1	E3 AM GLEICHGEWICHTSMODELL	143
10.1.2	MODELLSIMULATION ZU GEBÄUDESANIERUNG DURCH WÄRMEDÄMMUNG	144
10.1.3	GEBÄUDESANIERUNGSSZENARIO: ANNAHMEN	146
10.1.4	ERGEBNISSE GEBÄUDESANIERUNGSSZENARIO	147
10.1.5	ZUSAMMENFASSUNG GEBÄUDESANIERUNGSSZENARIO	155
10.1.6	REFINANZIERUNGSVERGLEICH FÜR GEBÄUDESANIERUNGSSZENARIO	156
10.1.7	ZUSAMMENFASSUNG DER REFINANZIERUNGSVERGLEICHE	164

Tabellen

Tabelle 1: Weltweite Primärenergienachfrage nach Energieträgern und Szenarien (in Mtoe)	9
Tabelle 2: Prognose der OPEC: Weltweite Ölproduktion im Referenzszenario (mb/d)	11
Tabelle 3: Anteil moderner erneuerbarer Energieträger am Gesamtverbrauch	14
Tabelle 4: CO ₂ -Emissionsreduktionen nach Sektoren (Blue Map Szenario IEA)	20
Tabelle 5: Beitrag der Erneuerbaren Energieträger zum Endenergieverbrauch (Mtoe)	28
Tabelle 6: Zahlen der Energiestrategie (in PJ)	35
Tabelle 7: Entwicklung des Energieträgermix im Dienstleistungssektor, Steering Szenario	50
Tabelle 8: Anteil der Bruttowertschöpfung Industrie nach Sektoren in %, Steering Szenario	55
Tabelle 9: Anzahl der elektrobetriebenen Pkw in Österreich 2010-2050, Steering Szenario	59
Tabelle 10: Maßnahmenbeschreibung Personenverkehrssystem (jährliche Änderung in %), Steering Szenario	60
Tabelle 11: Kostenannahmen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	80
Tabelle 12: Energiepotenzial der Landwirtschaft bis 2020	92
Tabelle 13: Übersicht über die Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	128
Tabelle 14: Anzahl der Gebäude und Wohnungen 2001 in Österreich nach Art des Gebäudes	145
Tabelle 15: Ausgangspunkte und Zielvorgaben für Erreichung einer 3-prozentigen Sanierungsquote	146
Tabelle 16: Ergebnisse des Gebäudefinanzierungsszenarios im Überblick	148
Tabelle 17: Übersicht der Refinanzierungsvarianten für die Gebäudesanierung (2020)	157

Abbildungen

Abbildung 1: Anteile an der weltweiten Primärenergienachfrage (New Policy Scenario)	10
Abbildung 2: Prognose der OPEC: Weltweite Ölproduktion im Referenzszenario (mb/d)	12
Abbildung 3: Anteil erneuerbarer Energieträger an der Gesamtstromproduktion im "New Policy Scenario" der IEA	15
Abbildung 4: CO ₂ -Emissionen im „New Policy Scenario“ der IEA	16
Abbildung 5: Weltweite Primärenergienachfrage nach Energieträgern	17
Abbildung 6: Globale CO ₂ -Emissionen im Baseline- und Blue Map-Szenario	18
Abbildung 7: Beitrag von Maßnahmen zur CO ₂ -Reduktion (Blue Map Szenario)	18
Abbildung 8: CO ₂ -Reduktionsmaßnahmen im Elektrizitätssektor (Blue Map Szenario)	19
Abbildung 9: Energieeinsparungspotenzial im Gebäudesektor, 2050	21
Abbildung 10: Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauchs in den drei Szenarien ...	23
Abbildung 11: Entwicklung der globalen CO ₂ -Emissionen der einzelnen Sektoren in den beiden Szenarien Energy [R]evolution und advanced Energy [R]evolution	25
Abbildung 12: Nationale Gesamtziele des Anteils erneuerbarer Energien gemessen am Endenergieverbrauch, Reihung nach der Höhe der Anteile	33
Abbildung 13: Das Modell der Energiestrategie	34
Abbildung 14: Modell der Entwicklung des Energiekonsumverhaltens bis 2050	36
Abbildung 15: Struktur des Bruttoinlandsverbrauches im Jahr 2009	39
Abbildung 16: Struktur des energetischen Endverbrauchs im Jahr 2009	40
Abbildung 17: Anteil erneuerbarer Energieträger	41
Abbildung 18: Struktur der erneuerbaren Energien am EEV im Jahr 2009	41
Abbildung 19: Energetischer Endverbrauch Österreichs bis 2009 (in Terajoule)	42
Abbildung 20: Entwicklung der Bevölkerungsstruktur (Bevölkerungsprognose), in Millionen	45
Abbildung 21: Endenergieverbrauch der privaten Haushalte (in TJ) Steering Szenario	47
Abbildung 22: Endenergieverbrauch Dienstleistungssektor (in TJ) Steering Szenario	51
Abbildung 23: Power Tower Energie AG Linz	52
Abbildung 24: Teiltransparente Photovoltaik	52
Abbildung 25: Energetischer Endverbrauch produzierender Sektoren (2008 und 2009)	54
Abbildung 26: Endenergieverbrauch produzierender Bereich (in TJ), Steering Szenario	56
Abbildung 27: Anteile der Energienutzung im Sektor Industrie in den Baseline und Blue Szenarien, weltweit	57
Abbildung 28: Struktur des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr 2009	59
Abbildung 29: Endenergieverbrauch Sektor Verkehr (in TJ), Steering Szenario	61
Abbildung 30: Entwicklung des Energieverbrauchs der jeweiligen Szenarien, untergliedert nach Treibstoffart , OECD Europa	63
Abbildung 31: Energetischer Endverbrauch Österreichs, 1970 bis 2009 und 2009 bis 2050 (in Terajoule)	65
Abbildung 32: Energetischer Endverbrauch Produzierender Bereich, <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	68
Abbildung 33: Energetischer Endverbrauch Produzierender Bereich <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	69
Abbildung 34: Energetischer Endverbrauch Verkehr (ohne Flugverkehr) <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	70
Abbildung 35: Modal Split Personenverkehr (exkl. Flugverkehr), <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	71
Abbildung 36: Modal Split Güterverkehr (Inland exkl. Flugverkehr), <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	72
Abbildung 37: Endenergieverbrauch Flugverkehr, <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i> , unterteilt nach Energieträgern (TJ)	73

Abbildung 38: Energetischer Endverbrauch Sektor Verkehr, <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	74
Abbildung 39: Energetischer Endverbrauch Sektor Landwirtschaft <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	75
Abbildung 40: Endenergieverbrauch <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i> , nach Sektoren (TJ).....	76
Abbildung 41: Endenergieverbrauch <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i> , nach Energieträgern (TJ)	76
Abbildung 42: Wasserkraft Ausbaupotenzial in Österreich (in GWh).....	78
Abbildung 43: Entwicklung der installierten Leistung aus PV (in kW)	79
Abbildung 44: Bestand und Potenzial für PV bis 2020.....	81
Abbildung 45: Verteilung des Windkraftpotenzials in Österreich.....	82
Abbildung 46: Entwicklung der installierten Kollektorfläche in Österreich (2000 bis 2006)....	84
Abbildung 47: Verteilung des technischen Potenzials der Solarthermie in Österreich.....	85
Abbildung 48: Jährlich in Österreich installierte Wärmepumpen	86
Abbildung 49: Entwicklung des BIV an Bioenergie 1990 bis 2009 (in TJ).....	88
Abbildung 50: BIV fester Biobrennstoffe 2007 bis 2009 (in PJ)	89
Abbildung 51: Jährlich errichtete Pelletsfeuerungen in Österreich.....	90
Abbildung 52: Geförderte Ökostromanlagen (OeMAG- bzw. Öko-BGV-Vertragsverhältnis) in Österreich.....	91
Abbildung 53: Primärenergetisches Potenzial für die Biomassenutzung in Österreich.....	93
Abbildung 54: Biomassenutzung bei mittlerer Lernrate u. Biomasse-Ölpreis-Elastizität von 20%	94
Abbildung 55: Bandbreite energetischer Ausstoß nach Technologien im Jahr 2050.....	95
Abbildung 56: Verteilung des realisierbaren Geothermie-Potenzials bis 2020	96
Abbildung 57: Abschätzung des Potenzials erneuerbarer Energie bis zum Jahr 2050 (in PJ)	97
Abbildung 58: Energetische Endenergie nach Technologiegruppen im Jahr 2025 und 2050	98
Abbildung 59: Gegenüberstellung von Potenzial und Robustheit der verschiedenen Technologiegruppen.....	99
Abbildung 60: Potenzial erneuerbarer Energieträger bis 2050	100
Abbildung 61: Zusammensetzung und Verlauf der Stromproduktion 2010 bis 2050, <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	101
Abbildung 62: Zusammensetzung und Verlauf der Fernwärmeerzeugung 2010 bis 2050, <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	101
Abbildung 63: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen bis 2050, <i>Energie [R]evolution Österreich 2050</i>	102
Abbildung 64: Anteil der Öko-Steuern an den Gesamtsteuereinnahmen (2004 bis 2008) ..	107
Abbildung 65: Zusätzliche Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) inklusive Indirekte Jobs durch Vorleistungsmatrix	116
Abbildung 66: Entwicklung der spezifischen Stromerzeugungskosten	135
Abbildung 67: Weiterqualifizierung in den einzelnen Ländern	137
Abbildung 68: Investitionsverlauf für das Gebäudesanierungsszenario (in Mio. Euro)	147
Abbildung 69: Veränderung BIP (in %)	149
Abbildung 70: Zusätzliche Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) inklusive Indirekte Jobs durch Vorleistungsmatrix	149
Abbildung 71: Direkte und indirekte Jobs durch Gebäudesanierung	150
Abbildung 72: Veränderung der Beschäftigung nach Qualifikationsgruppen	151
Abbildung 73: Veränderung des Reallohniveaus	151
Abbildung 74: Änderung der Arbeitslosenrate in Prozentpunkten (pp)	152
Abbildung 75: Veränderung des Konsumniveaus	152
Abbildung 76: Änderung des Konsumpreises	153
Abbildung 77: Strukturwandel am Arbeitsmarkt (in VZÄ)	153
Abbildung 78: Veränderung des sektoralen Aufkommens an Gütern (in Mio. Euro).....	154
Abbildung 79: Veränderung der Produzentenpreise in Prozent	155
Abbildung 80: Veränderung des BIP unter verschiedenen Refinanzierungsszenarien.....	157

Abbildung 81: Zusätzliche Beschäftigung bei verschiedenen Refinanzierungen (in VZÄ)...	158
Abbildung 82: Veränderung der Arbeitslosigkeit (in Prozentpunkten).....	158
Abbildung 83: Veränderung des Reallohniveaus nach Qualifikationsgruppen.....	159
Abbildung 84: Veränderung des Konsumniveaus nach Qualifikationsgruppen.....	160
Abbildung 85: Veränderung der Beschäftigung nach Qualifikationsgruppen	160
Abbildung 86: Direkte und indirekte Jobs (in VZÄ).....	161
Abbildung 87: Sektoraler Strukturwandel am Arbeitsmarkt (in VZÄ).....	161
Abbildung 88: Veränderung im Aufkommen an Gütern pro Sektor (in Mio. Euro)	162
Abbildung 89: Veränderung der Produzentenpreise (in %).....	163
Abbildung 90: Änderung der Verbraucherpreise (in %).....	163

Zusammenfassung

Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* stellt eine mögliche Energiezukunft für Österreich dar. Konkret wird aufgezeigt, wie sich der Energieverbrauch der einzelnen Sektoren ändern muss, um im Jahr 2050 über 80 % des energetischen Endverbrauchs mittels erneuerbaren Energieträgern zu decken und gleichzeitig mehr als 90 % der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 2008 einzusparen. Demzufolge ist die *Energie [R]evolution Österreich 2050* kein Versuch eine Prognose über die Entwicklung der Energienachfrage in Österreich anzustellen, sondern die Beschreibung eines energieeffizienten und nachhaltigen Entwicklungspfad. Die Studie zeigt, dass das vorhandene Potenzial an erneuerbaren Energieträgern in Österreich ausreicht, das Wirtschaftssystem nachhaltig zu gestalten. Allerdings wird auch deutlich, dass ein Umstieg auf eine auf Erneuerbaren¹ basierende Wirtschaft drastische Einsparungen beim Endenergieverbrauch bedingt und Strukturbrüche und Veränderungen unausweichlich sein werden. Die vorliegende Studie zeigt, welche Maßnahmen und Weichenstellungen heute notwendig sind, um bis zum Jahr 2050 den Großteil des Endenergieverbrauchs mittels erneuerbarer Energien decken und die CO₂-Emissionen um mehr als 90 % senken zu können.

Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* stellt ein konträres Bild zu bekannten internationalen Energieprognosen dar. Namhafte internationale Organisationen prognostizieren einen starken Anstieg der weltweiten Nachfrage nach Primärenergieträgern, wobei rund zwei Drittel des Energienachfragewachstums auf Entwicklungsländer zurückgehen. Ursächlich dafür sind ein hohes Wirtschaftswachstum (vor allem in einigen asiatischen Ländern) sowie eine weiterhin starke Bevölkerungszunahme. Folgt man den internationalen Prognosen, dann wird auch die erste Hälfte des 21. Jahrhunderts von der Nutzung fossiler Energieträger geprägt sein. Zwar wird im Bereich der erneuerbaren Energieträger eine deutliche Zunahme erwartet, absolut betrachtet werden diese Energieträger aber auch in den nächsten Jahrzehnten nur einen marginalen Teil des Energiebedarfs decken können. Als unmittelbare Folge dieser Entwicklung wird für die nächsten Jahrzehnte ein deutlicher Anstieg der CO₂-Emissionen erwartet. Der von der internationalen Energiepolitik angestrebte Zielwert, die Erderwärmung auf weniger als 2°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu begrenzen, scheint damit unerreichbar.

In Anbetracht dieser - klimapolitisch betrachtet - katastrophalen Entwicklung publizierten beispielsweise die Internationale Energieagentur, Greenpeace & EREC oder auch Shell alternative Energieperspektiven, welche Wege in eine emissionsarme und nachhaltige Energiezu-

¹ Anmerkung: Erneuerbare Energieträger werden in den folgenden Abschnitten abgekürzt auch als „Erneuerbare“ bezeichnet.

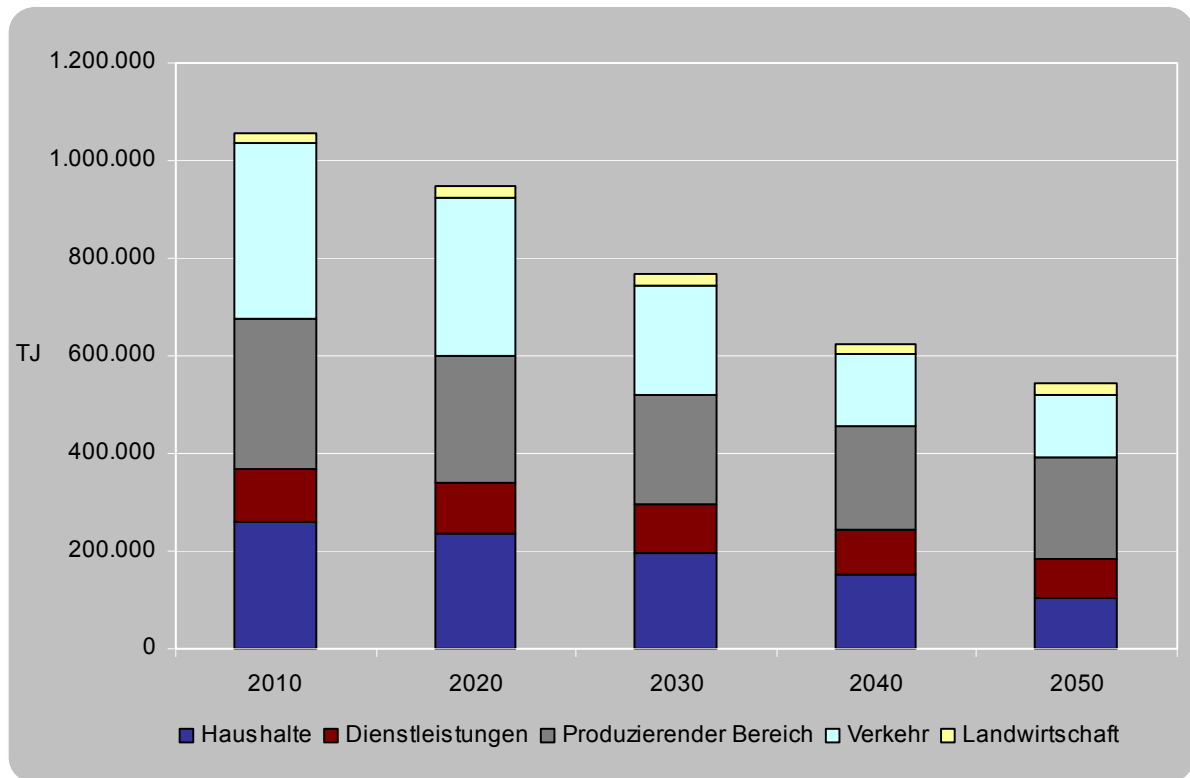
kunft aufzeigen. Die alternativen Energieperspektiven zeichnen sich durch notwendige Strukturbrüche in der Energieversorgung aus. Im Zentrum der „Energieevolution“ stehen ein effizienterer Einsatz von Energie entlang der gesamten Wertschöpfungskette, der massive Ausbau von erneuerbaren Energieträgern und die Einführung neuer Technologien (z.B. Elektrifizierung des Verkehrs). Durch entschlossenes Handeln ließen sich, nach Berechnungen der Internationalen Energieagentur, die weltweiten Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 auf 14 Gigatonnen halbieren.

Im Vergleich dazu setzen sich Greenpeace & EREC in den beiden Energy [R]evolution Szenarien das Ziel, die CO₂-Emissionen um 50 % bzw. um 80 % im Jahr 2050 zu reduzieren. Die starken Einsparungen bei den CO₂-Emissionen werden beispielsweise durch eine optimale Ausschöpfung der Energieeffizienzpotenziale, eine Stärkung der dezentralen Energieerzeugung, optimale Einspeisung erneuerbarer Energieträger in die Elektrizitätsnetze, Revitalisierung der Netze u.a. im Sinne von „Smart Grids“ als auch „Super Grids“ ermöglicht. Im Gegensatz zur Internationalen Energieagentur setzten Greenpeace & EREC auf einen vollkommenen Atomausstieg und lehnen die Abscheidung und Speicherung von CO₂ ab.

Der internationale Trend eines steigenden Energiebedarfs ist auch auf nationaler Ebene beobachtbar. Zwischen 1999 und 2008 nahm der Bruttoinlandsverbrauch in Österreich um rund 17,4 % zu. Auch für Österreich liegen mehrere Prognosen zur Entwicklung des Energieverbrauchs in den nächsten Jahrzehnten vor. Teilweise gehen diese von einem weiteren Anstieg des nationalen Energiebedarfs von derzeit knapp 1.100 Petajoule (PJ) auf bis zu 1.500 PJ im Jahr 2050 aus. Andere Studien entwickeln hingegen auch Szenarien, die eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs zeigen. Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* geht davon aus, dass es ab 2020 - in Anbetracht höherer Preise für fossile Energieträger bzw. verbesserter Energieeffizienzmaßnahmen - zu einer deutlichen Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch kommen wird.

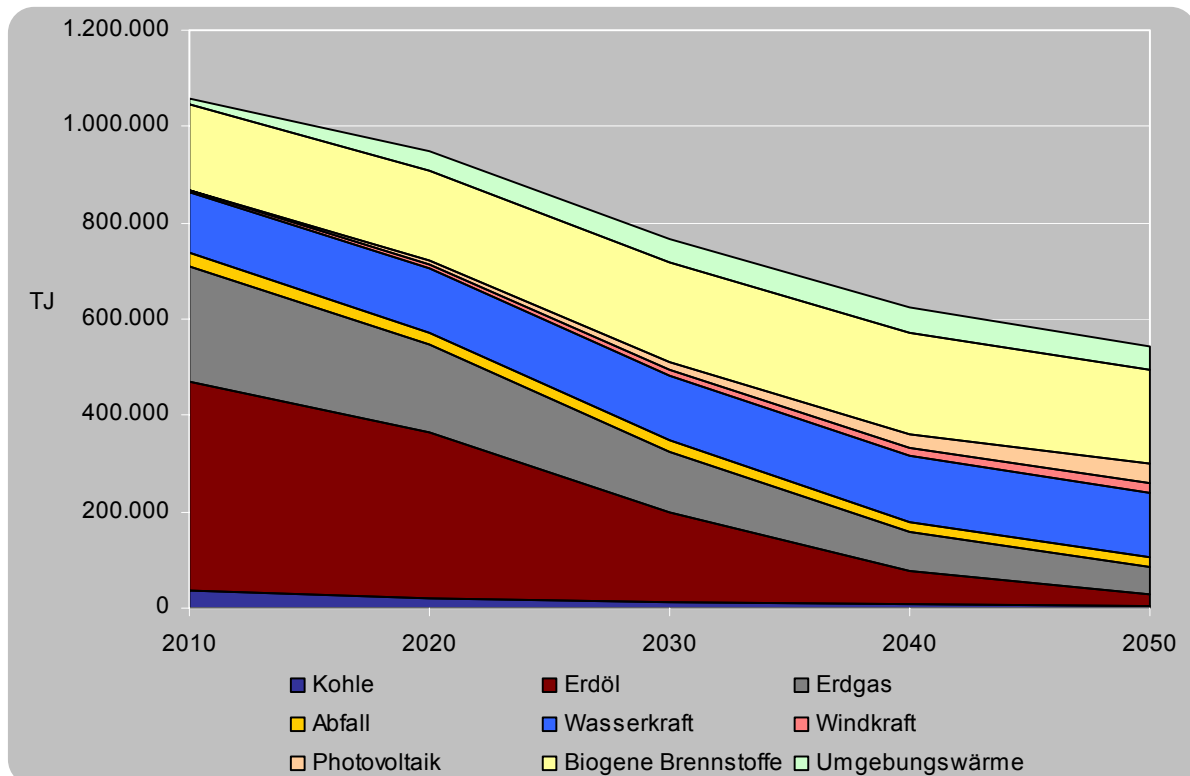
Aufbauend auf der Studie „Visionen 2050“ der Österreichischen Energieagentur sowie anderer internationaler Publikationen wird die Entwicklung des Endenergieverbrauches gegliedert nach Sektoren abgeschätzt. Abbildung A gibt eine Übersicht zum Endenergieverbrauch der *Energie [R]evolution Österreich 2050* entsprechend den getroffenen Annahmen. Der Endenergieverbrauch sinkt von ca. 1.060 PJ im Jahr 2010 auf ca. 540 PJ im Jahr 2050. Abbildung B zeigt die Entwicklung des Einsatzes unterschiedlicher Energieträger in der *Energie [R]evolution Österreich 2050*. Der Anteil an fossilen Energieträgern reduziert sich bis zum Jahr 2050 auf 15,5 %.

Abbildung A: Endenergieverbrauch *Energie [R]evolution Österreich 2050*, nach Sektoren (TJ)



Quelle: Eigene Darstellung

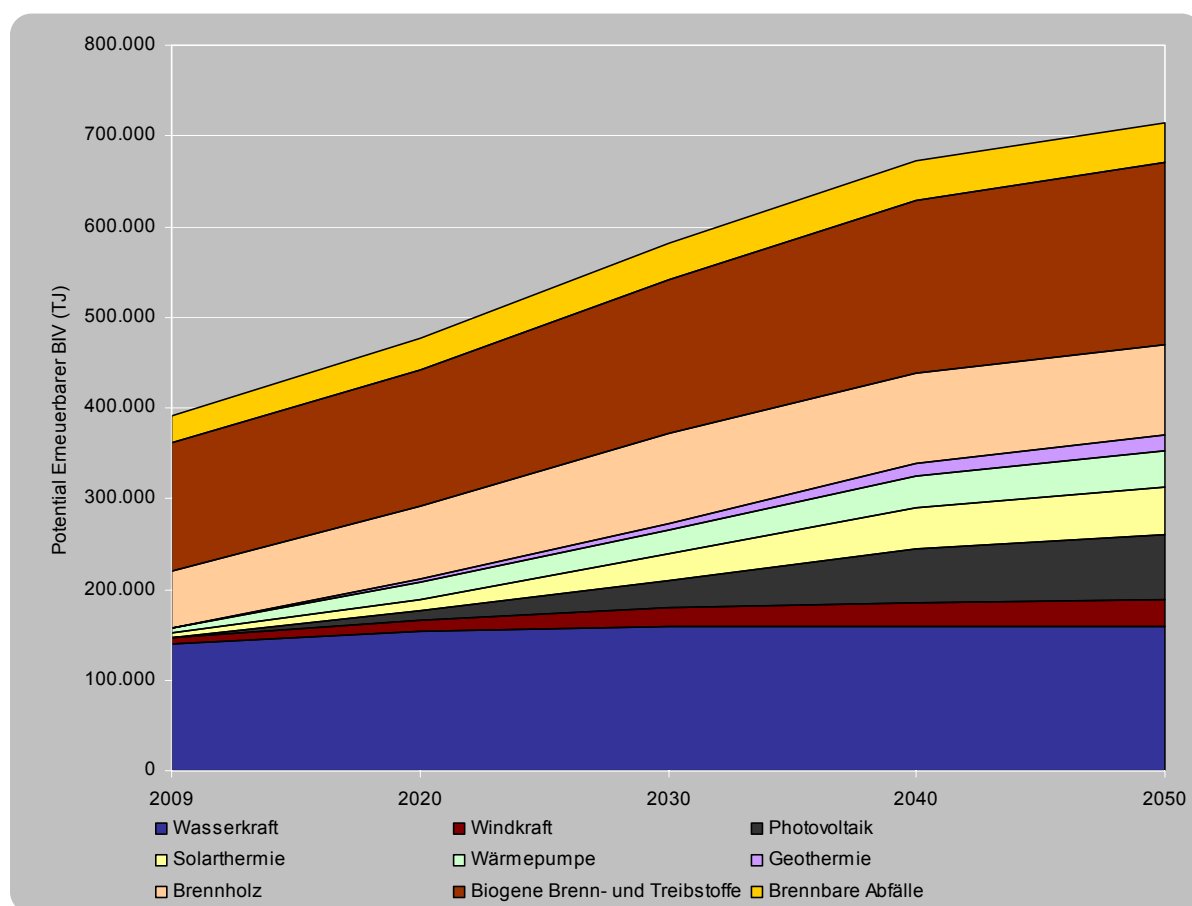
Abbildung B: Entwicklung des Einsatzes verschiedener Energieträger *Energie [R]evolution Österreich 2050* (TJ)



Quelle: Eigene Darstellung

Stellt man den Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch nach der *Energie [R]evolution Österreich* dem vorhandenen Potenzial gegenüber lässt sich erkennen, dass ausreichend regenerative Ressourcen zur Deckung vorhanden sind (Abbildung C). Im Jahr 2050 treten in den einzelnen Sektoren fossile Energieträger lediglich als Restbestände auf (Abbildung B), wobei der Sektor produzierender Bereich mit Abstand den größten Anteil fossiler Energieträger im Jahr 2050 verzeichnet. Im Bereich der Industrie ist es aus heutiger Sicht nicht vorhersehbar, dass fossile Energieträger vollständig substituiert werden können (vgl. dazu Abschnitt 5.1.3). Die Annahme, dass insbesondere die Stahl-, Aluminium- und Zementindustrie auch künftig Erdöl, Erdgas oder Kohle nutzen werden, erklärt überwiegend den Restbestand an fossilen Energieträgern in der *Energie [R]evolution Österreich 2050*. Allerdings ermöglicht das vorhandene Potenzial an erneuerbaren Energieträgern, in Verbindung mit dem stark rückläufigen Endenergieverbrauch, eine Deckung des gesamten Bedarfs an Elektrizität und Fernwärme aus erneuerbaren Energieträgern.

Abbildung C: Potenzial erneuerbarer Energieträger bis 2050



Quelle: Eigene Darstellung

Die Biomasse wird neben der Wasserkraft die wesentliche Säule der Nutzung erneuerbarer Energie in Österreich bleiben. War die Biomassenutzung historisch betrachtet auf den Bereich der Wärmebereitstellung in den privaten Haushalten konzentriert, wird diese in Zukunft

verstärkt Einsatz für die Wärmebereitstellung in der Industrie bzw. in Form von Biotreibstoffen im Flugverkehr finden.

Unter der Voraussetzung, dass die erwarteten Lerneffekte und Kostenreduktionspotenziale wirksam werden, werden auch die Photovoltaik und die Windkraft in der Lage sein, einen beträchtlichen Beitrag zur Stromerzeugung zu leisten. Technische Voraussetzungen, wie die Weiterentwicklung der Netze in Richtung „Smart Grids“ sowie die Bereitstellung einer ausreichenden Speicherleistung müssen mit dem Ausbau dieser Erzeugungskapazitäten einhergehen. Ein ebenfalls nicht zu vernachlässigendes Potenzial steckt in der Solarthermie sowie in der Geothermie, wenngleich letztere auf wenige Bezirke in Österreich beschränkt verfügbar ist.

Die *Energie [R]evolution* wird zahlreiche Chancen für neue bzw. andere Arbeitsplätze eröffnen. Beispiele hierfür sind die thermische Wohnraumsanierung und die Umstellung des Energiesystems. Im produzierenden Bereich wird der Energieverbrauch bis 2050 um ein Drittel zurückgehen, trotz eines Anstiegs der Industrieproduktion. Die Verkehrsleistung der öffentlichen Verkehrsmittel muss zunehmend ansteigen. In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* wird ein möglicher Anstieg der Verkehrsleistung des öffentlichen Verkehrs von 24,3 auf 35 Milliarden Personenkilometer errechnet, bei einem gleichzeitig starken Rückgang des motorisierten Individualverkehrs. Dadurch ergibt sich ein hohes Potential an „Green Jobs“. Eine ähnliche Entwicklung ist auch im Güterverkehr notwendig. In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* sinkt das Transportaufkommen insgesamt, allerdings kommt es zu einer starken Ausweitung der Transportleistung der Bahn (von 15,9 auf 27 Milliarden Tonnenkilometer).

Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* beschreibt nicht nur eine mögliche Energiezukunft, sondern auch den Weg bis 2050: eine Reihe von Maßnahmen müssen unverzüglich eingeleitet und umgesetzt werden, um Planungssicherheit für Unternehmen und Investoren zu schaffen und Anreize zu geben, in CO₂-neutrale Technologien zu investieren. Dabei wird es insbesondere von Bedeutung sein, übergeordnete Maßnahmen unverzüglich einzuleiten. Die ledigliche Umsetzung von Einzelmaßnahmen (z.B. Erhöhung des Anteils an Biotreibstoffen) wird nicht ausreichend sein, um im Jahr 2050 fossile Energieträger nur noch als Restbestände zu nutzen.

Zu den übergeordneten Maßnahmen zählen die Festlegung verbindlicher Ziele für die Reduktion der Treibhausgase, die Erhöhung des Anteils Erneuerbarer und die stetige Steigerung der Energieeffizienz. Eine Ökologisierung des Steuersystems muss dazu führen, dass umweltschädliches Verhalten verteuert wird, mit dem Ziel, die externen Kosten zu internali-

sieren und letztendlich eine Verhaltensänderung zu bewirken. Auch durch die Weiterentwicklung des EU-Emissionshandelssystems und die Aufnahme zusätzlicher Sektoren und Emittenten in das Handelssystem kann die Effektivität des Instrumentes weiter gesteigert und eine kontrollierte Reduktion der Treibhausgasemissionen erreicht werden. Eine Schlüsselrolle zur Reduktion des Energieverbrauchs hat die nachhaltige Raumentwicklung. Eine langfristige und zukunftsorientierte Raumordnungsstrategie muss sich am Ziel orientieren, energieintensive Raumstrukturen zu verhindern und eine ressourcenschonende Siedlungsstruktur zu gewährleisten.

Übergeordnete Ziele zur Emissionsreduktion und sektorale Bestimmungen, wie beispielsweise im Bereich der Energieeffizienz, müssen in ein nationales Klimaschutzgesetz aufgenommen werden, um eine rechtlich verbindliche Grundlage zu bilden. Durch ein Klimaschutzgesetz müssen sowohl die Aufgaben als auch die Verantwortlichkeiten zwischen den Gebietskörperschaften genau definiert werden. Jedes Bundesland muss sich aktiv an der Zielerreichung und Umsetzung der definierten Ziele und Vorgaben beteiligen und ist für die Einhaltung der bundeslandspezifischen Vorgaben verantwortlich.

1 Einleitung

Ziel der Studie „*Energie [R]evolution Österreich 2050*“ ist es, eine mögliche Energiezukunft für Österreich im Jahr 2050 darzustellen. Ferner sollen Maßnahmen diskutiert werden, die den Übergang zu einer effizienten und emissionsarmen Wirtschaft einleiten. Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* beschreibt *einen möglichen Weg* hin zu einer überwiegend auf erneuerbaren Energieträgern basierenden, emissionsarmen Wirtschaft. Das entwickelte Szenario *erhebt nicht den Anspruch einer Prognose*. Allerdings kann mit der *Energie [R]evolution Österreich 2050* gezeigt werden, welche drastischen Einsparungen im Endenergieverbrauch nötig sind, um einen Großteil des energetischen Endverbrauchs mit Erneuerbaren decken zu können und die CO₂-Emissionen um mehr als 90 % gegenüber dem Jahr 2008 reduzieren zu können.

Die Annahmen des dargelegten Szenarios stützen sich auf bereits vorhandene Szenariosimulationen einschlägiger Literatur und wurden auf ambitionierte Ziele hinsichtlich des Anteils der erneuerbaren Energieträger und der Reduktion der CO₂-Emissionen abgestimmt. Ausgehend von einem Überblick über internationale Szenarien (IEA, EREC etc.) und in Anknüpfung an die aktuelle Energie- und Klimapolitik Österreichs wurde ein möglicher Weg bis zum Jahr 2050 erstellt. Dafür wird in einem ersten Schritt eine erdenkliche Entwicklung des energetischen Endverbrauchs für die einzelnen Sektoren (Private Haushalte, Dienstleistungen, produzierender Bereich, Verkehr, Landwirtschaft) abgeschätzt. In einem zweiten Schritt erfolgt im Rahmen einer Potenzialanalyse eine Abschätzung der Verfügbarkeit und Ausbaumöglichkeiten der erneuerbaren Energieträger (Wasserkraft, Photovoltaik, Wind, Solarthermie, Wärmepumpe, Biomasse, Geothermie). Anschließend kann in einer Gegenüberstellung des künftigen energetischen Endverbrauchs mit den jeweiligen Potenzialen der einzelnen Technologien der Anteil der Erneuerbaren errechnet werden. Auf Basis des energetischen Endverbrauchs lassen sich die CO₂-Emissionen nach dem Szenario im Jahr 2050 errechnen.

Die *Energie [R]evolution Österreich* zeigt, wie eine mögliche Zukunft im Jahr 2050 in Österreich aussehen könnte und wie stark auf diesem Wege die CO₂-Emissionen verringert werden könnten. Außerdem zeigt die Studie auf, welche Maßnahmen jedenfalls auf übergeordneter Ebene und sektorspezifisch notwendig sind, um den raschen Umstieg auf eine emissionsarme Wirtschaft zu ermöglichen. Eine Absenkung des Energieverbrauchs und eine Substitution fossiler Energieträger setzen intensive Effizienzsteigerungen und eine Reduktion des Endenergieverbrauchs in allen Sektoren voraus. Während es im produzierenden Bereich wichtig sein wird, Prozesse effizienter zu gestalten und fossile Energieträger zu substituieren, werden sich im Verkehrsbereich das Mobilitätsverhalten an sich und die Antriebstechnik (Elektromobilität) ändern müssen. Ohne den zielgerichteten Einsatz begleitender Maßnah-

men wird der Umstieg auf eine emissionsarme Wirtschaft zu langsam erfolgen und die gesetzten Ziele können nicht erreicht werden. Der Umsetzung effektiver Maßnahmen muss somit dieselbe Priorität zugestanden werden wie den grundlegenden Zielen einer Vision für die Energiezukunft im Jahr 2050, da diese sonst keine Chance erhält je Zukunft zu werden.

2 Energieszenarien im internationalen Vergleich

Internationale Organisationen wie die Internationale Energieagentur (IEA), die US-amerikanische Energy Information Administration (EIA) oder die Europäische Union veröffentlichen in regelmäßigen Abständen kurz- bis langfristige Energieszenarien. Ebenso publizieren die OPEC oder das Institute of Energy Economics u.a. Daten zur Entwicklung der weltweiten Energienachfrage bzw. des Primärenergieangebots, der Investitionen im Energiesektor sowie zur Erdölförder- und Raffineriekapazität. In den jährlich veröffentlichten Prognosen der IEA, der EIA oder der OPEC werden mehrere alternative Szenarien miteinander verglichen. Die Referenzszenarien bilden im folgenden Abschnitt den Schwerpunkt der Darstellung.

2.1 Referenzszenarien

Ein Vergleich der aktuellen Energieprognosen der IEA², der EIA³ und der OPEC⁴ zeigt, dass mit einem deutlichen Anstieg des weltweiten Energieverbrauchs zu rechnen ist, sollten nicht drastische Änderungen in der Energiepolitik eintreten. In dem aktuellsten World Energy Outlook (2010) geht die IEA in dem „Current Policy Scenario“ - welches keine Änderung in der derzeitigen Energiepolitik unterstellt - von einem Wachstum der weltweiten Primärenergienachfrage von über 47 % für den Zeitraum 2008 bis 2035 aus.

Tabelle 1: Weltweite Primärenergienachfrage nach Energieträgern und Szenarien (in Mtoe)

			New Policy Scenario		Current Policy Scenario	
	1980	2008	2020	2035	2020	2035
Kohle	1.792	3.315	3.966	3.934	4.307	5.281
Erdöl	3.107	4.059	4.346	4.662	4.443	5.026
Gas	1.234	2.596	3.132	3.748	3.166	4.039
Kernenergie	186	712	968	1273	915	1081
Wasserkraft	148	276	376	476	364	439
Biomasse und Abfall	749	1.225	1.501	1.957	1.461	1.715
Sonstige Erneuerbare	12	89	269	699	239	468
Gesamt	7.229	12.271	14.556	16.748	14.896	18.048

Quelle: IEA (2010a), WEO

Bis 2035 wird demnach der weltweite Energieverbrauch jährlich um rund 1,4 % steigen und ein Niveau von 18.048 Mtoe⁵ erreichen. Einen signifikant geringeren Energiebedarf erwartet

² IEA (2010a). *World Energy Outlook 2010*. Paris.

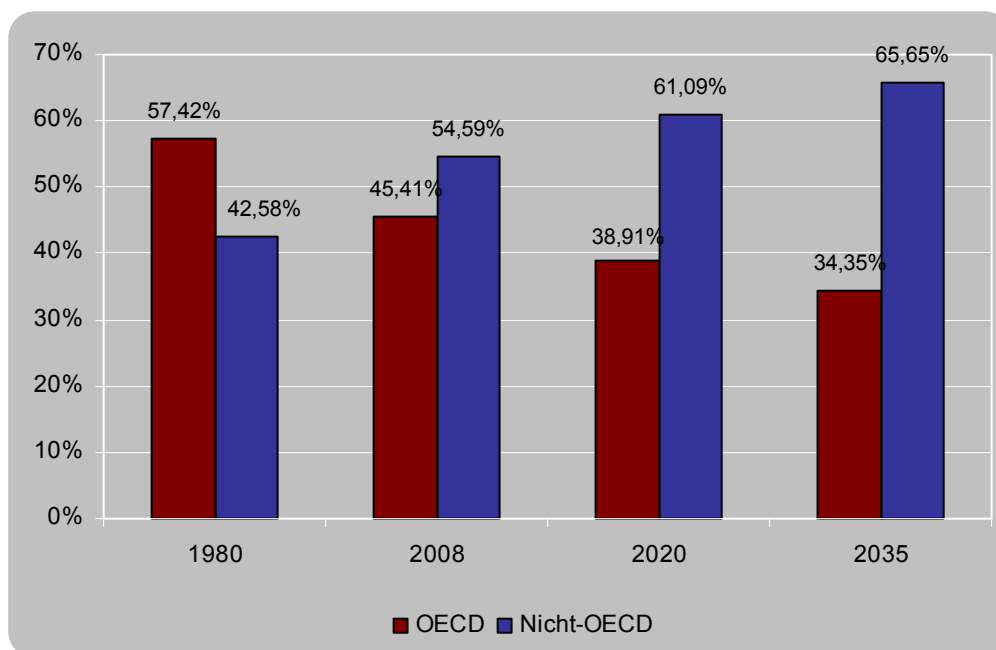
³ EIA (2010). *International Energy Outlook 2010*. U.S. Department of Energy, Washington, D.C.

⁴ OPEC (2010). *World Oil Outlook 2010*. Vienna.

⁵ Mtoe (Millionen Tonnen Erdöläquivalent); 1 toe (ton oil equivalent) = 41,9 G J (41,9 * 10⁶ J).

die IEA dann, wenn die in Aussicht gestellten Maßnahmen der Politik zur Förderung erneuerbarer Energieträger und zur Reduktion der Treibhausgase auch tatsächlich umgesetzt werden (New Policy Scenario). Die weltweite Primärenergienachfrage würde unter dieser Voraussetzung deutlich weniger stark ansteigen (1,2 % p.a.) und erneuerbare Energieträger würden einen deutlich größeren Beitrag zur Deckung der weltweiten Energieversorgung leisten. Der Anteil von Biomasse und Abfall wird nach Prognosen der IEA bis 2035 auf knapp 10 % ansteigen; ergänzt um die Wasserkraft und die sonstigen erneuerbaren Energieträger (z.B. Photovoltaik, Windkraft etc.) beträgt der Anteil erneuerbarer Energien am weltweiten Primärenergiebedarf rund 13 %. Laut Prognose der IEA werden die erneuerbaren Energieträger auch in den nächsten Jahrzehnten nur einen geringen Teil des Energiebedarfs decken können. Knapp drei Viertel des Primärenergiebedarfs wird aus fossilen Energieträgern (Kohle, Öl, Gas) gedeckt. Einen ähnlichen Trend zeichnen sowohl die EIA (2010) als auch die OPEC (2010) in ihren aktuellen Energieprognosen.

Abbildung 1: Anteile an der weltweiten Primärenergienachfrage (New Policy Scenario)



Quelle: IEA (2010a)

Im Referenzszenario der EIA wird bis 2035 ein Anstieg des Energiekonsums von 1,4 % jährlich erwartet. Im Jahr 2035 soll der weltweite Gesamtenergieverbrauch nach Angaben der EIA 738,7 Milliarden Btu (18.630 Mtoe) betragen. Weitgehend übereinstimmend sind die Prognosen der IEA und der EIA auch darin, dass das Wachstum der Energienachfrage zu etwa zwei Drittel auf die Nicht-OECD-Länder und hier insbesondere auf asiatische Staaten zurückgehen wird. Der Primärenergiekonsum wird laut EIA in den Nicht-OECD-Ländern mit einer jährlichen Rate von 2,2 % (2007-2035) wachsen.

Ursächlich dafür sind ein hohes Wirtschaftswachstum (vor allem in einigen asiatischen Ländern), anhaltend starke Urbanisierungstendenzen sowie eine starke Bevölkerungszunahme in den Entwicklungsländern.⁶ Zudem führen Industrialisierung, Landflucht und geändertes Verbraucherverhalten dazu, dass von der nicht-kommerziellen Biomassenutzung zunehmend abgegangen wird und es zum verstärkten Einsatz fossiler Energieträger kommt. Im Gegensatz dazu befindet sich der Energieverbrauch in den OECD-Staaten bereits heute auf einem hohen Niveau, und es wird nur mehr ein geringes jährliches Wachstum der Primärenergienachfrage von ca. 0,1 % erwartet (IEA, New Policy Scenario). Nach Prognosen der IEA wird der Anteil der OECD-Länder an der weltweiten Primärenergienachfrage bis 2035 auf rund ein Drittel zurückgehen.

Erdöl wird einen wesentlichen Anteil des zukünftigen weltweiten Energiebedarfs abdecken und der wichtigste Energieträger in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts sein. Die Nachfrageentwicklung hängt dabei wesentlich von den Rohölpreisen ab. In allen Szenarien wird grundsätzlich von steigenden Rohölpreisen ausgegangen, wobei hier die wesentlichen Faktoren die steigenden Explorationskosten sowie eine zunehmende Konzentration der Ölförderung in wenigen Ländern, insbesondere den OPEC-Mitgliedstaaten im Nahen Osten, sind. In Verbindung mit der zunehmenden Nachfrage werden langfristig reale Preisniveaus im Bereich von 110 \$/barrel bis 135 \$/barrel angenommen.⁷

Tabelle 2: Prognose der OPEC: Weltweite Ölproduktion im Referenzszenario (mb/d)

	2010	2030	2010	2030
Nicht-OPEC	51,9	57,5	60,3%	54,4%
<i>OECD</i>	19,6	20,2	22,8%	19,1%
<i>Transformationsländer</i>	13,3	15,7	15,5%	14,9%
<i>Entwicklungsländer</i>	16,9	18,7	19,7%	17,7%
<i>Prozessgewinne</i>	2,1	2,9	2,4%	2,7%
OPEC	29,3	38,7	34,1%	36,6%
OPEC GTLs & OPEC NGLs*	4,8	9,5	5,6%	9,0%
Welt	86	105,7		

* Gas-to-liquids (GTL), Natural gas liquids (NGL),

Quelle: OPEC (2010), S. 71

Nach den Projektionen der IEA wird mit einem Anstieg der Fördermenge zwischen 2009 und 2035 von 84 Millionen Barrel pro Tag (mb/d)⁸ auf 107,4 mb/d im „Current Policy Scenario“ bzw. auf 99 mb/d im „New Policy Scenario“ ausgegangen. Die EIA prognostiziert im Referenzszenario einen Anstieg des Erdölangebotes auf 110,6 mb/d im Jahr 2035. Auch die Projektionen der OPEC zeigen den gleichen Trend. Die OPEC geht davon aus, dass bis 2030

⁶ IEA (2010a), S. 84

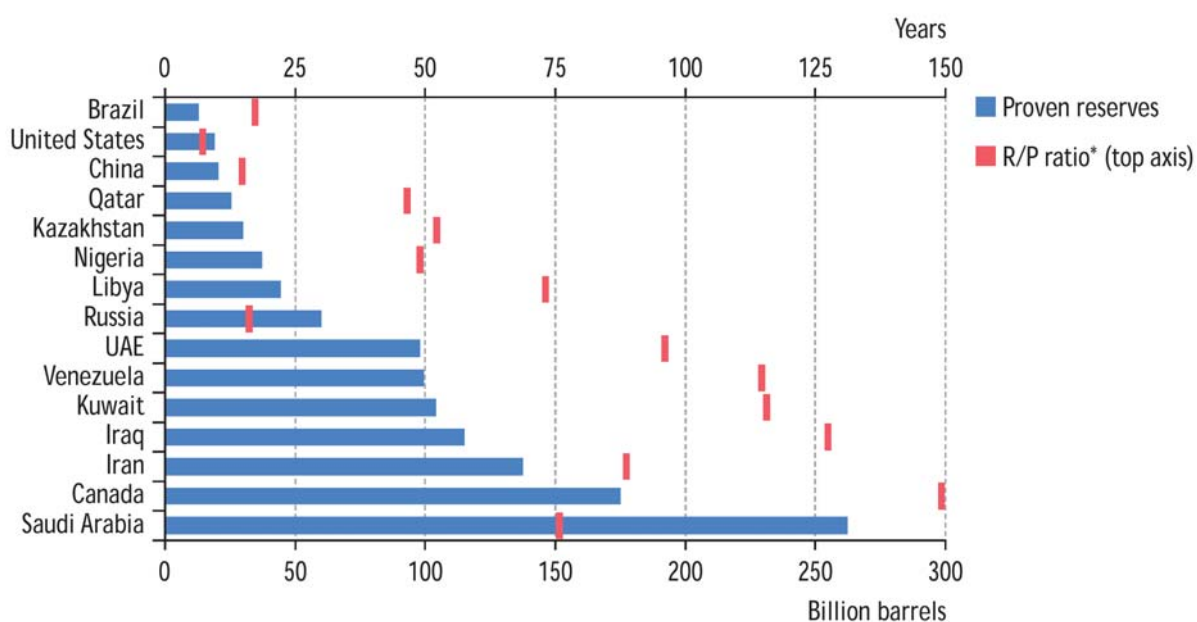
⁷ IEA (2010a), S. 103; EIA (2010), S. 26

⁸ Exklusive Biotreibstoffe, welche bis 2035 auf 4,4 mb/d zunehmen.

das Angebot an Erdöl auf 105,7 mb/d ausgebaut werden muss, um die steigende Nachfrage decken zu können.⁹

Eine dynamische Nachfrageentwicklung wird vor allem für einige asiatische Staaten erwartet. China verzeichnete in den letzten Jahren einen sprunghaften Anstieg des Ölverbrauchs und war damit alleine für rund 30 % des weltweiten Zuwachses verantwortlich. Die IEA geht davon aus, dass sich der Ölverbrauch in China von 8 mb/d im Jahr 2009 auf über 15 mb/d im Jahr 2035 erhöhen wird. Ähnliche Wachstumsraten werden auch für das bevölkerungsreiche Indien (3,6 % jährlich bis 2035) erwartet.¹⁰ Auch die EIA sieht in dem enormen Wirtschaftswachstum vieler asiatischer Länder die wesentliche Ursache einer stark zunehmenden weltweiten Ölnachfrage. In ihren Berechnungen unterstellt die EIA bis 2035 ein reales Wirtschaftswachstum für China, Indien und andere asiatische Länder von 5,2 % p.a. und eine Zunahme der Ölnachfrage um 2,4 % jährlich.¹¹

Abbildung 2: Prognose der OPEC: Weltweite Ölproduktion im Referenzszenario (mb/d)



* Verhältnis von Reserven zu jährlicher Produktionsrate (reserves to production (R/P) ratio)

Quelle: IEA (2010a), S. 114

Aus der vorangehenden Darstellung wird klar, dass der prognostizierte Rückgang der Förderkapazitäten in den OECD-Ländern - bei gleichzeitig starker Zunahme der Nachfrage - nur durch eine kontinuierliche Ausweitung der Produktion im Nahen Osten und in Lateinamerika, insbesondere in Venezuela und Brasilien, sowie in Afrika kompensiert werden kann.

Die größten Ölreserven und zugleich auch die billigsten Förderregionen sind im Nahen Osten. Im gesamten Nahen Osten befinden sich geprüfte Reserven von rund 800 Milliarden

⁹ OPEC (2010), S. 63

¹⁰ IEA (2010a), S. 105

¹¹ EIA (2010), S. 147

Barrel; davon entfallen auf Saudi-Arabien allein über 260 Milliarden Barrel. Mit Ausnahme von Kanada, mit geprüften Reserven von rund 180 Milliarden Barrel, befinden sich fast alle bedeutenden Förderländer im Nahen Osten (siehe Abbildung 2). Durch die Ausweitung der Förderkapazitäten in den OPEC-Ländern wird deren Anteil an der weltweiten Förderung von derzeit rund 41 % auf über 52 % ansteigen.¹² Die OPEC-Länder erhalten damit wieder eine Marktmacht, wie dies in den 1970er Jahren der Fall war. In welcher Weise diese Marktmacht künftig genutzt wird um die Weltmarktpreise für Erdöl zu beeinflussen, bleibt abzuwarten. Tatsache ist jedoch, dass sich die größten Ölreserven vor allem in Krisenregionen der Erde befinden und daher für die künftigen Ölpreise politische und sozio-ökonomische Entwicklungen in diesen Gebieten von Bedeutung sein werden.

Eine durchaus optimistische Haltung nehmen die Energieagenturen im Hinblick auf das Erreichen einer Produktionsspitze bei Erdöl (Peak Oil) ein. In dem „New Policy Scenario“ geht die IEA davon aus, dass Peak Oil nicht vor dem Jahr 2035 eintreten wird. Die OPEC bzw. die EIA verweisen in diesem Zusammenhang auf die Tatsache, dass in den letzten Jahren der jährliche Mehrverbrauch immer durch neue Ölfunde überkompensiert werden konnte. Die im Erdmantel lagernden letztlich nutzbaren Reserven (ultimately recoverable reserves - URR) sind von 0,6 Billionen Barrel in den 1940er Jahren auf 2 Billionen Barrel in den 1960er und 1970er Jahren und schließlich auf 3,3 Billionen Barrel nach den aktuellsten Schätzungen laufend höher angesetzt worden. Bis Ende 2009 wurden erst 32 % der im Erdmantel lagernden letztlich nutzbaren Reserven gefördert. In diesen Schätzungen ist das sog. unkonventionelle Öl (Ölschiefer, Ölsand, Öl aus Kohle etc.) noch nicht berücksichtigt.¹³ Die weltweiten geprüften Reserven¹⁴ betragen etwa 1,354 Billionen Barrel.¹⁵

Von 2000 bis 2008 hat sich der relative Anteil der Erneuerbaren nicht verändert, wenngleich sich der Trend zum Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere im Bereich der Stromerzeugung, weiter fortgesetzt hat. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien kann zumindest der jährliche Mehrbedarf gedeckt werden. In allen veröffentlichten Szenarien der IEA wird jedoch für die nächsten Jahre von einem relativen Anstieg der erneuerbaren Energieträger ausgegangen. Im „New Policy Scenario“ erhöht sich der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtverbrauch auf knapp ein Drittel, im Bereich Wärme auf rund 16 % und im Transportbereich der Anteil der Biokraftstoffe auf 6 % (siehe Tabelle 3).

¹² IEA (2010a), S. 101.

¹³ IEA (2010a), S. 117.

¹⁴ Geprüfte Reserven sind jene Erdölvorkommen, welche mit hoher Sicherheit unter gegebenen wirtschaftlichen Bedingungen in Zukunft genutzt werden können. Darin nicht enthalten sind potenziell nutzbare Reserven, beispielsweise im Hinblick auf verbesserte technische Möglichkeiten („reserve growth“), sowie geschätzte unentdeckte Ressourcen („undiscovered oil“).

¹⁵ IEA (2010a), S. 113.

Tabelle 3: Anteil moderner erneuerbarer Energieträger am Gesamtverbrauch

	2000	2008	2035	
			New Policy Scenario	Current Policy Scenario
Elektrizität (TWh)	2.876	3.774	11.174	8.873
Anteil an der gesamten Elektrizitätserzeugung	19 %	19 %	32 %	23 %
Wärme (Mtoe)	266	312	660	540
Anteil an der gesamten Wärmeerzeugung	10 %	10 %	16 %	12 %
Biokraftstoffe	10	45	206	163
Anteil am Gesamttransport	1 %	2 %	6 %	5 %

* Moderne erneuerbare Energieträger umfassen lt. Definition der IEA alle erneuerbaren Energieträger ausgenommen die traditionelle Biomassenutzung im Bereich der privaten Haushalte in Entwicklungsländern zum Kochen und Heizen (primär Holz, Holzkohle, landwirtschaftliche Abfälle und Tiermist)

Quelle: IEA (2010a)

Auch die EIA prognostiziert im „International Energy Outlook 2010“ jährliche Wachstumsraten für erneuerbare Energieträger von 2,6 Prozent, wobei der wichtigste Einsatzbereich in der Stromerzeugung gesehen wird; bis 2035 erwartet die EIA einen Anteil erneuerbarer Energieträger im Bereich der Stromerzeugung von 23 %. Mehr als die Hälfte des erwarteten Zuwachses an erneuerbaren Energien soll aus der Wasserkraft und der Windenergie stammen.¹⁶

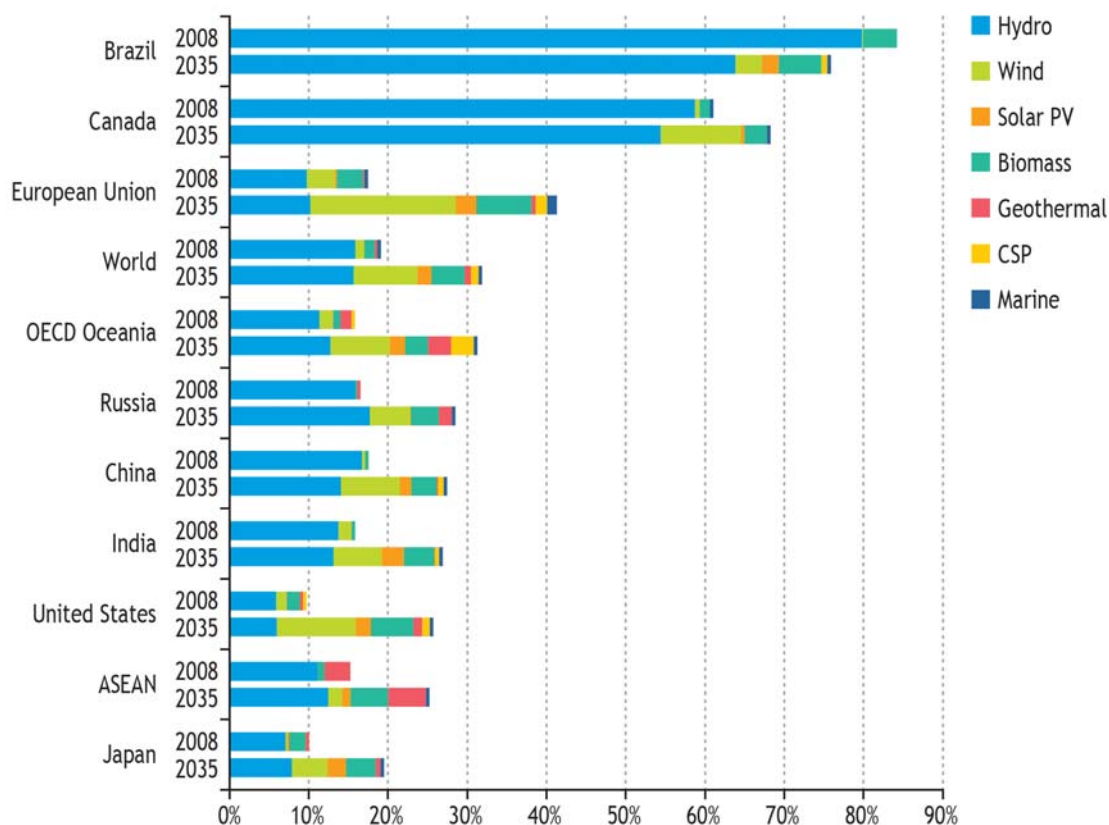
Ein besonders großes Potenzial für Windenergie sieht die IEA in der EU, Kanada aber auch in asiatischen Staaten wie China und Indien (vgl. Abbildung 3). In der EU und in den USA soll die Windenergie bis zum Jahr 2035 die Wasserkraft als die wichtigste regenerative Energieform verdrängen. Der Vormarsch erneuerbarer Energieträger in der Stromproduktion wird nach Meinung der IEA vor allem durch ein hohes Potenzial an Lerneffekten und damit langfristig weiter fallenden Herstellungs- und Erzeugungskosten begründet. Enormes Kostenreduktionspotenzial wird insbesondere im Bereich der PV, der solarthermischen Kraftwerke (CSP-Concentrating Solar Power) und in der Nutzung der Meeresenergie gesehen.¹⁷

Trotz der dynamischen Entwicklung erneuerbarer Energieträger gehen die Prognosen der IEA, EIA bzw. der OPEC einhellig davon aus, dass fossile Energieträger (vorwiegend Kohle und Gas) die primären Energieträger für die Stromproduktion bleiben. Auch die Nutzung der Kernkraft wird als wesentliche Säule der Stromerzeugung angesehen, wobei der Ausbau der Kernkraft wesentlich weniger stark verläuft als der Ausbau erneuerbarer Energieträger.¹⁸

¹⁶ EIA (2010a), S. 12

¹⁷ IEA (2010a), S. 310

¹⁸ OPEC (2010), S. 59

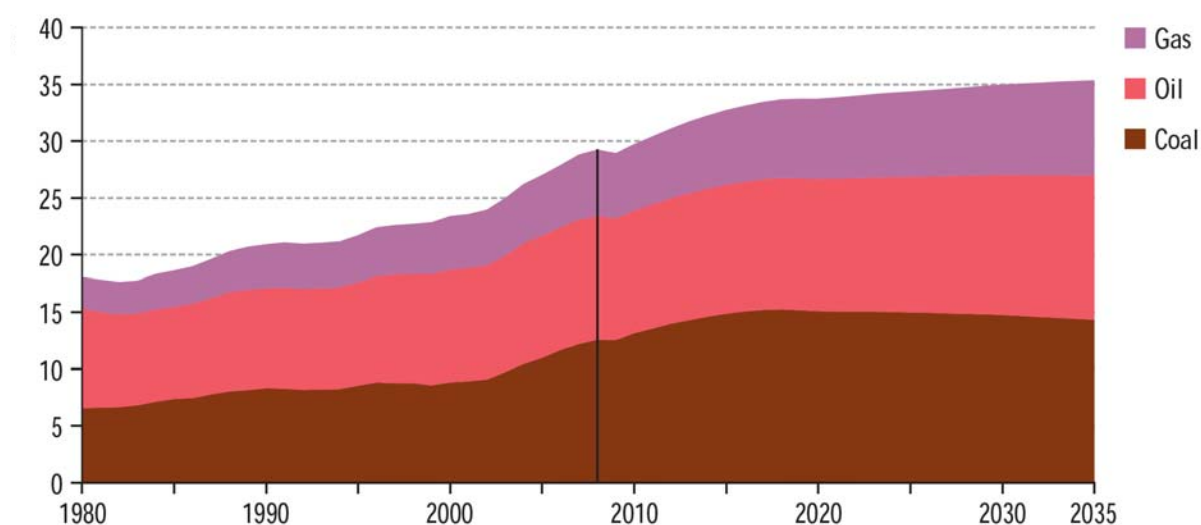
Abbildung 3: Anteil erneuerbarer Energieträger an der Gesamtstromproduktion im „New Policy Scenario“ der IEA

Quelle: IEA (2010a), S. 308

Ein durchaus düsteres Bild zeichnen die Prognosen der Energieagenturen im Hinblick auf die Entwicklung der weltweiten Treibhausgasemissionen. Im „New Policy Scenario“¹⁹ prognostiziert die IEA bis zum Jahr 2035 einen weiteren Anstieg der CO₂-Emissionen von 29,3 Gt auf 35,4 Gt (Abbildung 4). Die IEA weist im WEO 2010 deutlich darauf hin, dass damit der im Abschlussdokument von Kopenhagen (Copenhagen Accord)²⁰ angestrebte Zielwert, die Erderwärmung auf weniger als 2°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu begrenzen, nicht erreichbar ist. Die Konzentration der Treibhausgase (THG) wird auf über 650 ppm CO₂-Äquivalent ansteigen, was einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur von rd. 3,5 °C entspricht. Deutlich dramatischer sieht die Entwicklung im „Current Policy Scenario“ aus, hier wird ein Anstieg auf 42,6 Gt bis 2035 angegeben. Der Anstieg der CO₂-Emissionen geht dabei fast vollständig auf den steigenden Verbrauch fossiler Energieträger in den Entwicklungsländern zurück. Für die OECD-Staaten wird ab dem Jahr 2015 ein tendenzieller Rückgang der THG-Emissionen erwartet.

¹⁹ New Policy Scenario: Die in Aussicht gestellten Maßnahmen der Politik zur Förderung erneuerbarer Energieträger und zur Reduktion der Treibhausgase werden auch tatsächlich umgesetzt.

²⁰ <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/107.pdf>

Abbildung 4: CO₂-Emissionen im „New Policy Scenario“ der IEA

Quelle: IEA (2010a), S. 96

2.2 Globale Szenarien für eine emissionsarme Energiezukunft

Die im obigen Abschnitt dargestellten Energieszenarien zeigen ein Bild, das im Widerspruch zu den internationalen Zielen steht, die THG-Emissionen deutlich zu reduzieren und den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf max. 2 °C einzudämmen. Die von der IEA, der EIA oder der OPEC publizierten „Business as Usual“ Szenarien sind ein, in Anbetracht der dynamischen Entwicklung des globalen Energieverbrauchs und der damit zusammenhängenden Belastung des Weltklimas, nicht akzeptabler Trend, der durch entsprechende Gegensteuerungsmaßnahmen gebrochen werden muss. Entschlossenes internationales Handeln wird eine zentrale Voraussetzung dafür sein, den derzeitigen Ausstoß an THG zu reduzieren. Dazu gehören die Vereinbarung verbindlicher Ziele zur Reduktion schädlicher THG, die Förderung erneuerbarer Energien, massive Investitionen in die bestehende Energieinfrastruktur, deutliche Erhöhung der F&E-Leistung im Bereich der Energieerzeugung und Effizienzsteigerung sowie eine verbesserte internationale Zusammenarbeit (Unterstützung für Entwicklungsländer etc.).

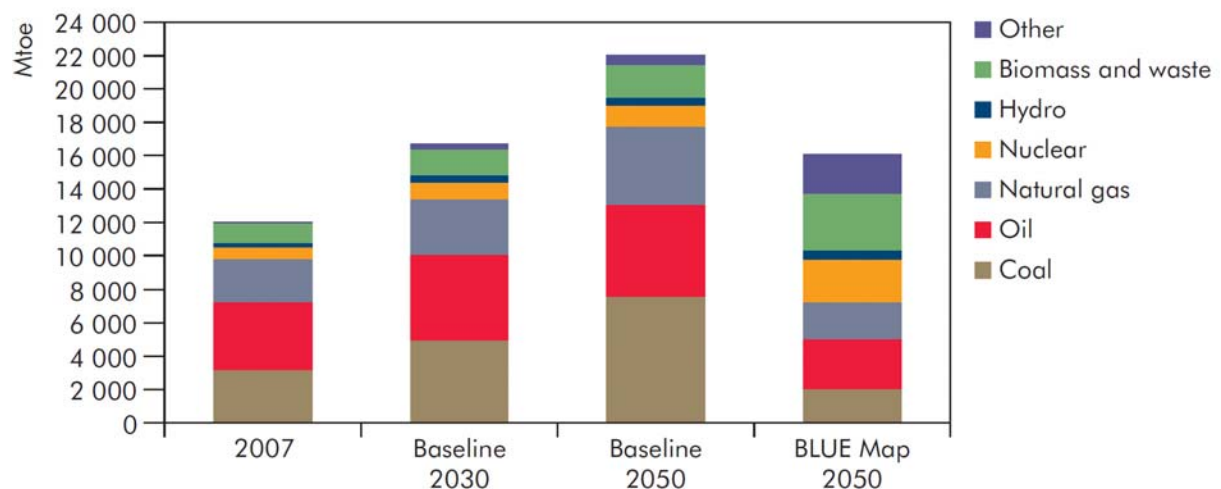
Die beispielsweise von der IEA, Greenpeace, EREC oder auch Shell dargestellten Energieperspektiven zeigen den Weg in eine emissionsarme und nachhaltige Energiezukunft. In diesem Abschnitt sollen die gegenständlichen Studien kurz dargestellt und die notwendigen Strukturbrüche in der Energieversorgung deutlich gemacht werden.

2.2.1 Energy Technology Perspectives 2010

Eine mögliche emissionsarme Energiezukunft bis zum Jahr 2050 wird von der IEA in der Publikation „Energy Technology Perspectives 2010 (ETP 2010)“²¹ dargestellt. Die ETP 2010 stellen keine Prognose der wahrscheinlichen Energiezukunft dar, sondern präsentieren Optionen für eine andere Energieversorgung bis Mitte des 21. Jahrhunderts. Die IEA möchte damit bewusst ein konträres Bild zu den veröffentlichten Szenarien im WEO 2009²² zeigen und darstellen, dass die globale Energieversorgung auf einen umweltverträglicheren Pfad geführt werden kann.

In den ETP 2010 werden dem Referenzszenario (Baseline)²³ sogenannte „Blue Map“ Szenarien gegenüber gestellt, welche zu einer deutlichen Reduktion fossiler Energieträger (-59 %) führen. Wenngleich die IEA auch im Blue Map Szenario davon ausgeht, dass der weltweite Energieverbrauch zwischen 2007 und 2050 weiter ansteigt, reduziert sich der Verbrauch von Kohle um 36 % und von Erdöl um 27 %.

Abbildung 5: Weltweite Primärenergienachfrage nach Energieträgern



Quelle: IEA (2010b), S. 90

Im Baseline Szenario wird nahezu von einer Verdoppelung der CO₂-Emissionen von 29 Gt im Jahr 2007 auf 57 Gt im Jahr 2050 ausgegangen. Der Anstieg der CO₂-Emissionen erfolgt fast ausschließlich außerhalb der OECD-Staaten. Die bereits im vorigen Abschnitt beschriebene steigende Energienachfrage aus den Schwellen- und Entwicklungsländern führt zu einem Anstieg des globalen Primärenergiebedarfs um 84 % bis zum Jahr 2050. Im Blue Map Szenario kommt es zu einer deutlichen Reduktion der Emissionen auf ein Niveau von 14 Gt

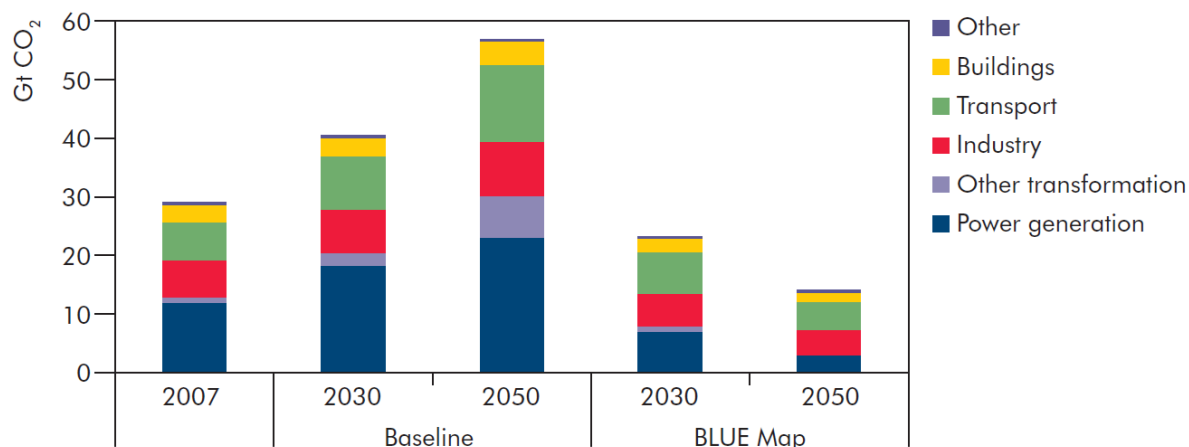
²¹ IEA (2010b). *Energy Technology Perspectives 2010*. Paris.

²² IEA (2009). *World Energy Outlook 2009*. Paris.

²³ Das Baseline Szenario basiert auf dem Referenz Szenario im WOE 2009. Darin wird unterstellt, dass keine neuen energie- und klimapolitischen Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgase ergriffen werden.

im Jahr 2050, was rund einer Halbierung der jährlichen Emissionen des Jahres 2005 entspricht.²⁴

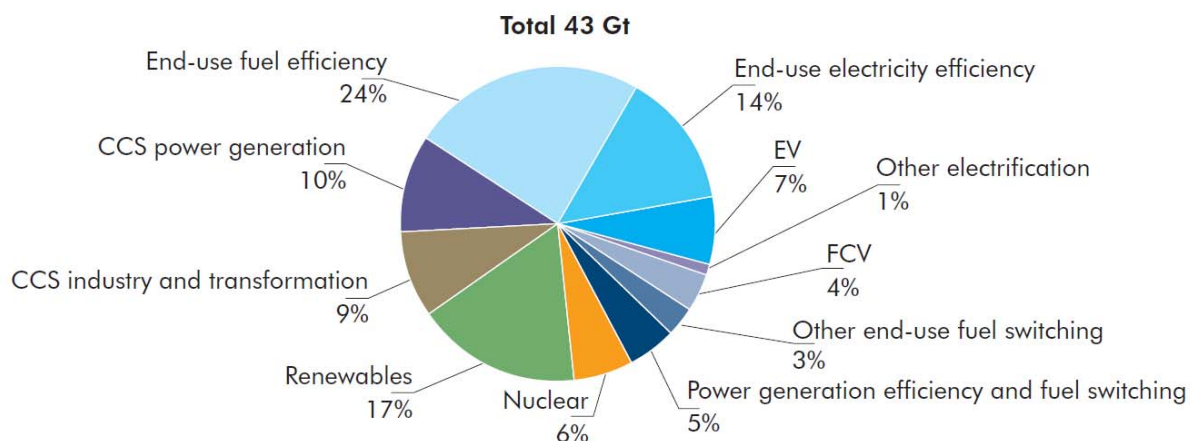
Abbildung 6: Globale CO₂-Emissionen im Baseline- und Blue Map-Szenario



Quelle: IEA (2010b)

Der wesentliche Ansatzpunkt zur Erreichung dieser Emissionseinsparungen sind nach Ansicht der IEA deutliche Energieeffizienzsteigerungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, insbesondere im Bereich der Stromerzeugung (vgl. Abbildung 7). Einen beträchtlichen Beitrag zur Reduktion der Emissionen sollen darüber hinaus die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger sowie die Einführung neuer Technologien ermöglichen. Zu diesen neuen Technologieoptionen zählt insbesondere die Elektrifizierung des Verkehrs sowie die Abscheidung und Speicherung von CO₂ (CCS²⁵) im Bereich der Stromerzeugung, aber auch bei industriellen Prozessen.

Abbildung 7: Beitrag von Maßnahmen zur CO₂-Reduktion (Blue Map Szenario)



Quelle: IEA (2010b)

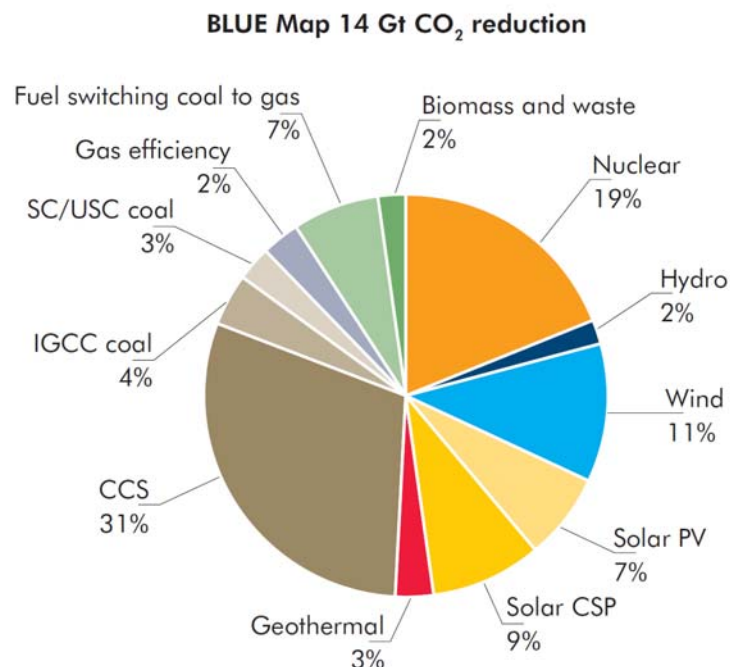
²⁴ IEA (2010b), S. 74

²⁵ Carbon Dioxide Capture and Storage

Durch die Umsetzung der in Abbildung 7 dargestellten Maßnahmen sinkt der Endenergieverbrauch im Blue Map Szenario bis 2050 um 4.477 Mtoe, was einem Minus von 31 % gegenüber dem Baseline Szenario entspricht. Die IEA weist darauf hin, dass die Entkoppelung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum deutlich stärker ausfallen muss, als dies in den letzten 30 Jahren der Fall war. Seit 1973 hat sich die Energieeffizienz jährlich um 1,7 % verbessert. Im Blue Map Szenario geht die IEA von einer jährlichen Verbesserung von 2,6 % aus, wodurch sich die Energieintensität bis 2050 halbieren würde.²⁶

Der quantitativ höchste Beitrag zur Emissionsreduktion wird im Sektor Elektrizitätserzeugung erwartet (-88 %), wenngleich sich die Elektrizitätserzeugung bis 2050 auch im Blue Map Szenario auf fast 40 PWh verdoppelt. Die wichtigsten Strukturbrüche in der Elektrizitätsversorgung sieht die IEA in der Nutzung von CCS-Technologien, dem Ausbau der Nuklearenergie, dem Ausbau erneuerbarer Energieträger (insbesondere Windkraft und Solarenergie) sowie der Substitution von Kohle durch Erdgas. Durch den Einsatz von CCS kann nach Ansicht der IEA knapp ein Drittel der CO₂-Emissionen in der Elektrizitätserzeugung eingespart werden. Bis zum Jahr 2050 soll in 90 % aller Kohlekraftwerke und 30 % aller Gaskraftwerke eine Abscheidung und Speicherung von CO₂ stattfinden. Dadurch ließen sich 4,4 Gt CO₂ vermeiden (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 8: CO₂-Reduktionsmaßnahmen im Elektrizitätssektor (Blue Map Szenario)



Quelle: IEA (2010b), S. 108

²⁶ IEA (2010b), S. 77f

Der Anteil erneuerbarer Energieträger erhöht sich im Blue Map-Szenario von 18 % im Jahr 2007 auf rund 48 % im Jahr 2050, wodurch es zu CO₂-Einsparungen von ca. 4,7 Gt (2050) im Vergleich zum Baseline-Szenario kommt.

Tabelle 4: CO₂-Emissionsreduktionen nach Sektoren (Blue Map Szenario IEA)

	Reduktion gegenüber dem Niveau von 2007	Reduktion gegenüber 2050 Baseline Niveau
Elektrizitätserzeugung	- 76 %	- 88 %
Transportsektor	-28 %	- 64 %
Industrie	-27 %	- 51 %
Gebäude	- 40 %	- 57 %
Insgesamt	- 52 %	- 75 %

Quelle: IEA (2010b), S. 89

Aber auch im Transportsektor soll durch massive Effizienzsteigerungen eine CO₂-Emissionsreduktion gegenüber dem Baseline Niveau von knapp zwei Drittel erreichbar sein (vgl. Tabelle 4). Im Ergebnis führt dies zu einer CO₂-Emissionsreduktion von 9,5 Gt CO₂-Äquivalent gegenüber dem Baseline Szenario.

Die Strategie dafür basiert im Wesentlichen auf

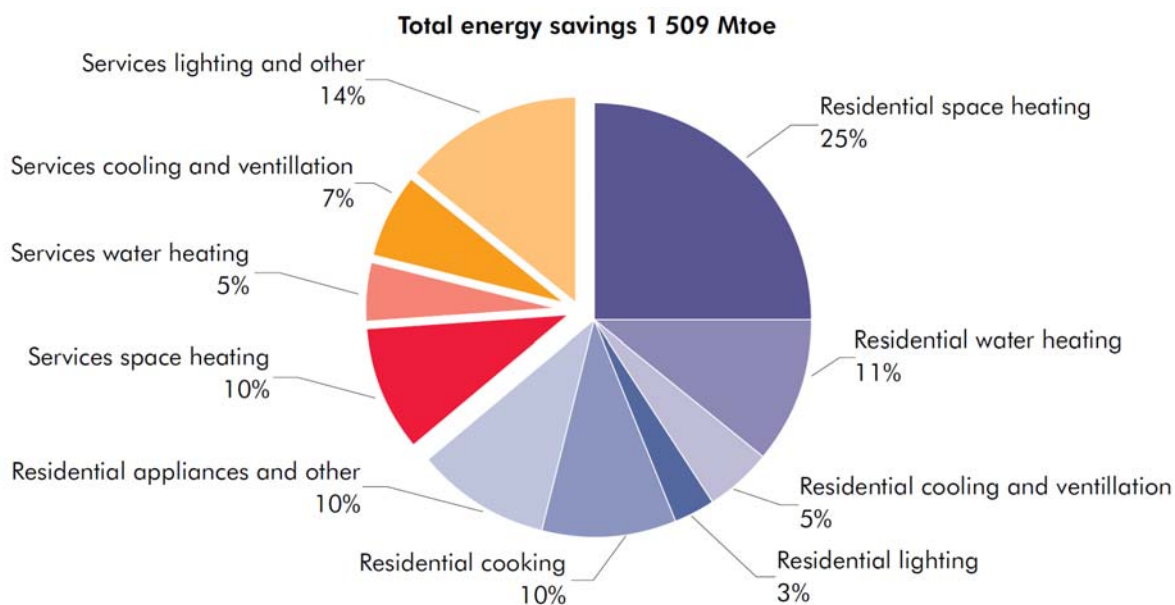
- einer Veränderung des Mobilitätsverhaltens (Umstieg auf effizientere Mobilitätsalternativen, insbesondere in urbanen Regionen),
- einer steigenden Nutzung von Biokraftstoffen sowie Brennstofftechnologien sowie
- einer weitreichenden Elektrifizierung des Verkehrs.

Ein Reduktionspotenzial von über 50 % berechnet die IEA auch für den Sektor Industrie und den Gebäudebereich. Im Bereich der Industrie unterstellt die IEA im Blue Map Szenario ein Reduktionspotenzial von direkten THG von 24 % (gegenüber dem Jahr 2007). Signifikante Einsparungen beim Energieeinsatz und damit zusammenhängend auch bei den Emissionen könnte durch den Einsatz der best verfügbaren Technologie (best available technology, BAT) erzielt werden. Der Einsatz der BATs in den fünf energieintensivsten Sektoren würde nach Berechnungen der IEA zu einer Reduktion des Energieverbrauchs um 12 % bzw. 357 Mtoe führen.²⁷ Eine weitreichende Dekarbonisierung des industriellen Sektors ist jedoch mit Effizienzmaßnahmen alleine nicht erreichbar. Die IEA schlägt aus diesem Grund die intensive Nutzung von CCS-Technologien zur Emissionsreduktion im Bereich der Stahlindustrie, der Papier- und Zellstoffindustrie sowie der petrochemischen und chemischen Industrie und der Zementindustrie vor.

²⁷ IEA (2010b), S. 165

Einen breiten Mix von Maßnahmen schlägt die IEA zur Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebereich vor. Den größten Einsparungseffekt erwartet die IEA im Bereich Heizung und Warmwasseraufbereitung. Mehr als die Hälfte des Einsparungspotenzials entfällt auf diesen Bereich, wobei alleine die Wärmebereitstellung in privaten Haushalten ein Viertel abdeckt. Im Dienstleistungssektor zeigt sich auch ein beträchtliches Einsparungspotenzial bei der Umsetzung moderner, energiesparender Beleuchtungssysteme (LEDs etc.) (vgl. Abbildung 9).

Abbildung 9: Energieeinsparungspotenzial im Gebäudesektor, 2050



Quelle: IEA (2010b), S. 224

Im Blue Map Szenario reduziert sich der Energiekonsum im Gebäudebereich um rund ein Drittel gegenüber dem Baseline Szenario. Damit liegt dieser nur 5 % über dem Niveau des Jahres 2007, obwohl die Geschossfläche bei den privaten Haushalten um 67 % und im Dienstleistungsbereich um 195 % zunimmt. Eine besonders weite Verbreitung erwartet die IEA für die thermische Solarenergie. Abhängig von der Region wird deren Anteil an der Warmwasseraufbereitung zwischen 30 % und 60 % liegen.

2.2.2 Energy [R]evolution

Greenpeace und der European Renewable Energy Council (EREC) zeigen in der dritten Auflage der Studie Energy [R]evolution²⁸ einen Weg zu einer nachhaltigeren Energiezukunft im Jahr 2050. Dabei werden ein Referenzszenario, ein Szenario Energy [R]evolution sowie ein fortgeschrittenes Szenario Energy [R]evolution (advanced Energy [R]evolution) gebildet. Ziel ist, dass die CO₂-Emissionen im Energy [R]evolution Szenario um 50 %, bezogen auf das Jahr 1990, und im advanced Energy [R]evolution Szenario um mehr als 80 % im Jahr 2050 reduziert werden.²⁹

Referenzszenario:

Das Referenzszenario basiert auf dem Referenzszenario des World Energy Outlook (WEO) 2009 der IEA und wurde ab dem Jahr 2030 extrapoliert. Dieses Szenario beinhaltet bereits bestehende internationale Politiken im Energie- und Umweltbereich. Somit wird beispielsweise ein fortschreitender Prozess der Elektrizitäts- und Gasmarttreform miteinbezogen, nicht jedoch zusätzliche Politiken zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen.³⁰

Energy [R]evolution Szenario:

Dieses Szenario setzt sich zum Ziel, die weltweiten CO₂-Emissionen auf ein Niveau von ca. 10 Gt/Jahr im Jahr 2050 zu reduzieren, um den globalen Temperaturanstieg auf unter + 2 °C zu halten. Parameter wie Bevölkerungs- und BIP-Wachstum unterscheiden sich nicht gegenüber dem Referenzszenario, wohl aber wird angenommen, dass das große Potenzial im Bereich Energieeffizienz voll ausgeschöpft wird und dass alle kosteneffizienten erneuerbaren Energiequellen für die Wärme- und Elektrizitätsproduktion sowie die Herstellung von Biotreibstoffen verwendet werden.³¹

Advanced Energy [R]evolution Szenario:

Da eine Reduktion der THG auf 10 Gigatonnen möglicherweise nicht ausreicht, um den globalen Temperaturanstieg in Grenzen zu halten, sollen die Emissionen noch stärker reduziert werden. Allgemeine Parameter wie Bevölkerungswachstum und Wirtschaftswachstum bleiben unverändert. Der Effizienzpfad für Industrie und „andere Sektoren“ entspricht jenem des Energy [R]evolution Szenarios. Das advanced Energy [R]evolution Szenario berücksichtigt jedoch ein stärkeres Bestreben zur Entwicklung besserer Technologien zur CO₂-Reduktion. Der Verkehrssektor beispielsweise nimmt rascher effiziente Verbrennungsfahrzeuge auf und nach 2025 wird ein größerer Anteil an elektrischen und plug-in Hybridfahrzeugen angenom-

²⁸ Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC) (2010a). *energy [r]evolution. A sustainable world energy outlook.*

²⁹ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 10

³⁰ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 48

³¹ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 48

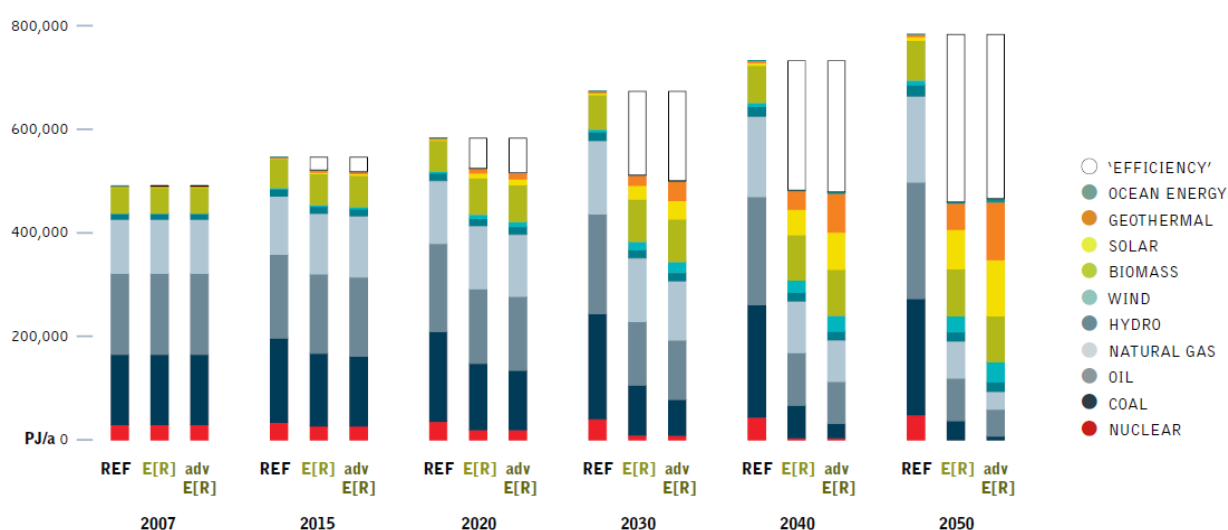
men. Zusätzlich zur verbesserten Effizienz im Verkehrssektor reduziert sich das private Fahrverhalten, und der öffentliche Verkehr wird stärker angenommen. Insbesondere in Entwicklungsländern wird für Kohlekraftwerke eine Verkürzung der Betriebsdauer von 20 Jahren anstatt von 40 Jahren angenommen, um eine raschere Verbreitung erneuerbarer Energieträger zu ermöglichen.³²

Szenario Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden sowohl für die Welt insgesamt als auch für einzelne Regionen errechnet, dazu zählen: OECD Nordamerika, Lateinamerika, OECD Europa, Afrika, mittlerer Osten, Indien, China, Entwicklungsländer Asien, Reformländer und OECD Pazifik. Nachfolgend werden kurz Ergebnisse auf globaler Ebene betrachtet.

Im Vergleich zum Referenzszenario sinkt die Primärenergienachfrage im Jahr 2050 um rund 41 %. Der verbleibende Energiebedarf wird zu mehr als der Hälfte durch erneuerbare Energien gedeckt. Im advanced Energy [R]evolution Szenario beträgt der Anteil erneuerbarer Energien im Jahr 2030 rund 39 %, im Jahr 2050 um die 80 % (siehe Abbildung 10)³³.

Abbildung 10: Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauchs in den drei Szenarien



Quelle: Greenpeace International, EREC (2010a), S. 72

Um die Ergebnisse der Szenarien erreichen zu können, werden vor allem drei Schritte als notwendige Voraussetzung erachtet: Energieeffizienz, eine erneuerbare Energie [R]evolution sowie eine optimierte Integration der Erneuerbaren.

Beide Szenarien konzentrieren sich darauf, das Potenzial an Energieeffizienz bestmöglich auszuschöpfen. Dabei werden die Energieeinsparungen relativ gleich auf die drei Sektoren

³² Greenpeace International, EREC (2010a), S.10 u. S. 48

³³ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 72

Industrie, Verkehr und private Haushalte sowie Dienstleistungen aufgeteilt. Eine intelligente Nutzung der Energie - anstelle von Verzicht - soll damit im Vordergrund stehen. Das größte Potenzial besteht im Bereich der Gebäudedämmung sowie dem Gebäudedesign, hocheffizienter elektrischer Maschinen und Antriebe, dem Ersatz veralteter elektrischer Heizungen durch erneuerbare Energien (z.B. Sonnenkollektoren) sowie der Reduktion des Energiekonsums von Fahrzeugen im Personen- und Gütertransport.³⁴

Erneuerbare Energie [R]evolution

Um Brennstoffe möglichst effizient nutzen zu können und Übertragungsverluste zu minimieren wird in den beiden Alternativszenarien stark auf dezentralisierte Energie gesetzt. Ein hoher Anteil der benötigten Energie im Jahr 2050 soll durch dezentrale Energiequellen bereitgestellt werden, wobei auch Großkraftwerke auf Basis von erneuerbaren Energien von Nöten sein werden. Große Offshore-Windparks im Norden und solare Großkraftwerke in Sonnengürteln werden zukünftig eine wichtige Rolle spielen, ebenso wie eine gesteigerte Nutzung der Kraft-Wärme Koppelung. Im Jahr 2050 soll der Großteil der produzierten Elektrizität aus Erneuerbaren kommen. Diese Entwicklung hin zu einer Stromproduktion großteils auf Basis erneuerbarer Energie soll im Jahr 2050 auch im Wärmesektor Realität werden. Dabei ersetzen vor allem Biomasse, Solarkollektoren und Geothermie fossile Brennstoffe im Wärmebereich. Im Verkehrsbereich muss das enorme Effizienzpotenzial ausgeschöpft werden, bevor neue Technologien wie beispielsweise Hybridfahrzeuge oder elektrische Autos eine bedeutende Rolle spielen können. Zudem wird es zu einer Änderung der Marktverhältnisse im Jahr 2050 kommen. Gibt es derzeit eine relativ geringe Anzahl an Kraftwerken, sollen künftig viele kleine Kraftwerke die Energieversorgung sicherstellen.³⁵

Optimierte Integration der erneuerbaren Energieträger

Um erneuerbare Energieträger erfolgreich in das bestehende Netz eingliedern zu können, bedarf es umfassender Investitionen in die Elektrizitätsnetze. Dabei werden sowohl „Smart Grids“ als auch „Super Grids“ eine Rolle spielen.³⁶

Entwicklung der CO₂-Emissionen

Während sich die CO₂-Emissionen im Referenzszenario fast verdoppeln, kommt es im Szenario Energy [R]evolution zu einem Rückgang der Emissionen von 27.408 Millionen Tonnen im Jahr 2007 auf 10.202 Millionen Tonnen³⁷ in 2050 (Abbildung 11). Trotz des Atomausstieges und einer gestiegenen Nachfrage kommt es zu einem Absinken der Emissionen im

³⁴ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 37

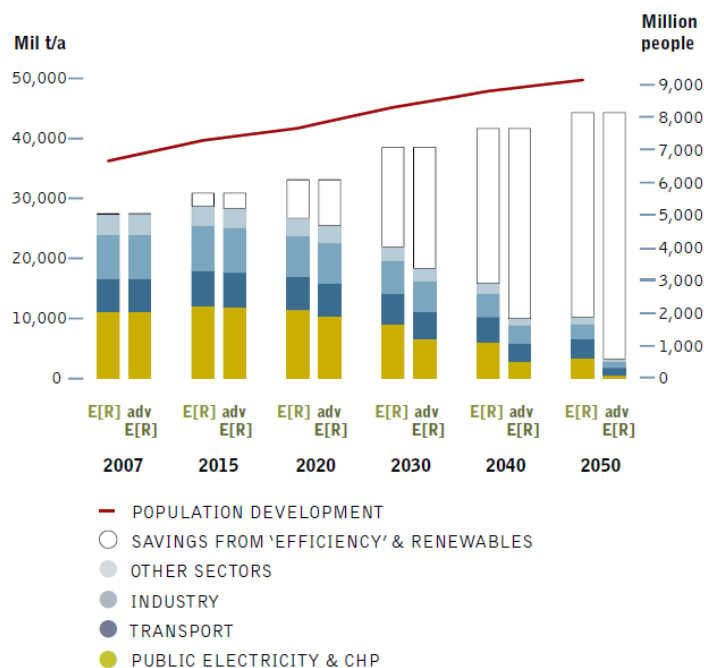
³⁵ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 37ff

³⁶ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 41

³⁷ ausgenommen internationale Bunker

Elektrizitätssektor. Innerhalb von zwei Jahrzehnten werden Effizienzgewinne und eine steigende Nutzung erneuerbarer Energieträger zu einem Rückgang der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor führen. Trotz starker Treibhausgasreduktionen im Bereich der Elektrizitätserzeugung wird dieser mit 32 % im Jahr 2050 weiterhin die größte Emissionsquelle, gefolgt vom Sektor Verkehr, bleiben. Im advanced Energy [R]evolution Szenario sinken die globalen CO₂-Emissionen noch stärker auf 3.267 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2050. Dieses Ergebnis entspräche einer CO₂-Reduktion von 84 % verglichen mit dem Niveau von 1990. Der Verkehrssektor trägt mit 42 % den größten Anteil der verbleibenden Emissionen.³⁸

Abbildung 11: Entwicklung der globalen CO₂-Emissionen der einzelnen Sektoren in den beiden Szenarien Energy [R]evolution und advanced Energy [R]evolution



Quelle: Greenpeace International, EREC (2010a), S. 73

Die beiden Szenarien Energy [R]evolution sowie advanced Energy [R]evolution antizipieren nicht nur einen wachsenden Anteil an erneuerbaren Energien im Laufe der nächsten Jahrzehnte, sondern fokussieren sich auch auf einen weltweiten Atomausstieg. Im Gegensatz dazu geht die IEA von einer Vervierfachung der installierten Kapazität an Kernenergie aus. In der Studie Energy [R]evolution wird davon ausgegangen, dass dieser starke Anstieg an zu installierenden Kapazitäten unrealistisch ist, würde das doch den Bau von 32 Großreaktoren mit je 1.000 MW_{el} pro Jahr voraussetzen. Des Weiteren werden die Installationskosten als überteuert angesehen und der Beitrag der Atomenergie zur raschen Emissionsreduktion würde zu langsam erfolgen. Kritisiert wird auch das mit Kernenergie verbundene Risiko (nukleare Sicherheitsrisiken, Abfallproblem, Bau von Atomwaffen).³⁹

³⁸ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 73

³⁹ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 31f

Die Möglichkeit der CO₂-Abscheidung und Speicherung (CCS) wird als äußerst kritisch betrachtet. Um drastische Emissionseinsparungen erzielen zu können, müssen die Emissionen zwischen 2015 und 2020 einen Höchststand erreichen und anschließend stark sinken. Auf Grund dieser kurzen verbleibenden Zeitspanne kann CCS, selbst wenn es technisch ausgereift wäre, bis 2020 keinen wesentlichen Beitrag zur CO₂-Reduktion leisten. Erneuerbare Energien hingegen sind bereits heute verfügbar und in vielen Fällen kostengünstiger und belasten die Umwelt im Gegensatz zu fossilen Energieträgern (Gewinnung, Transport, Verarbeitung) nicht. Greenpeace lehnt demzufolge CCS ab, wenn es beispielsweise dazu führt, dass diese Technologie zu Lasten der Entwicklung erneuerbarer Energien und der Investition in Energieeffizienzmaßnahmen vorangetrieben wird.⁴⁰

2.2.3 EREC: RE-thinking 2050

EREC präsentiert in der Studie RE-thinking 2050⁴¹ eine Vision hinsichtlich der Umstrukturierung des Energiesystems der Europäischen Union auf 100 % erneuerbare Energien im Jahr 2050. Die Annahmen bezüglich der Endnachfrage nach Elektrizität, Wärme und Kühlung sowie Transport für 2020 beziehen sich auf das „New Energy Policy“ (NEP) Szenario der Europäischen Kommission⁴². Dabei wird zwischen einem moderaten Preis (MP) und einem hohen Preis (HP) unterschieden. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der EU-Energienachfrage im Jahr 2030 wird in zwei verschiedenen Szenarien dargestellt; ein Szenario mit moderaten Ölpreisen und ein Szenario mit hohen Ölpreisen. Im Jahr 2050 wird von einem Endenergiebedarf von 1.050 Mtoe ausgegangen. Dabei könnte der Endenergiebedarf auch um 30 % geringer ausfallen, wenn energische Ansätze in Energieeffizienz und -einsparung umgesetzt werden („Aggressive Efficiency“ Szenario).⁴³

Szenarioergebnisse

Die Studie RE-thinking 2050 betrachtet den Einsatz der erneuerbaren Energieträger gesondert für die Bereiche Elektrizität, Heizen und Kühlen sowie Verkehr und führt die Ergebnisse schlussendlich zusammen.

Um die Energie- und Klimaziele im Jahr 2020 zu erreichen, wird es im Bereich Elektrizität wesentlich von Bedeutung sein, den Aufbau eines einheitlichen europäischen Elektrizitätsmarktes zu beschleunigen sowie die bestehenden Netze in Richtung „Super Grids“ bzw.

⁴⁰ Greenpeace International, EREC (2010a), S. 171

⁴¹ EREC (2010). *RE-thinking 2050. A 100% Renewable Energy Vision for the European Union*. Brussels.

⁴² European Commission (2008). *Second Strategic Energy Review. An EU Energy Security and Solidarity Action Plan*.

⁴³ EREC (2010), S. 19ff

„Smart Grids“ auszubauen. Bis zum Jahr 2020 wird es notwendig sein, ca. 330 GW an neuen Kraftwerkskapazitäten zu installieren. Im Jahr 2020 soll der Anteil der Erneuerbaren am Elektrizitätsverbrauch bei ca. 39 % liegen, im Jahr 2030 zwischen 65 % und 67 % und im Jahr 2050 bei 100 %. Bei einem verringerten Elektrizitätsverbrauch im Jahr 2050 („*Aggressive Efficiency*“ *Scenario*) liegt der Anteil der erneuerbaren Energieträger im Jahr 2050 sogar über 100 %.⁴⁴

49 % des Endenergiebedarfs in der EU entfallen auf den Bereich Heizen und Kühlen. Auch zukünftig wird dieser Bereich hinsichtlich des energetischen Verbrauches eine große Rolle spielen. Bis zum Jahr 2020 soll Biomasse als erneuerbarer Energieträger die Hauptrolle im Bereich Heizen und Kühlen spielen, anschließend sollen sowohl Solarthermie als auch Geothermie quantitativ an Bedeutung gewinnen. Im Jahr 2050 stellt Biomasse mit 214,5 Mtoe weiterhin den größten Anteil an erneuerbaren Energieträgern im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung, Solarthermie und Geothermie liefern jedoch ebenso beträchtliche Beiträge (122 Mtoe sowie 136,1 Mtoe). Dadurch kann der Heiz- und Kühlbedarf im Jahr 2050 vollständig mit erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden (eine Deckung von mehr als 100 % ist bei einem weiters stark verringerten Energieverbrauch möglich).⁴⁵

Im Sektor Verkehr soll der Konsum von Biotreibstoffen kontinuierlich von 7,88 Mtoe im Jahr 2007 auf 102 Mtoe im Jahr 2050 ansteigen. Eine starke Reduktion des Treibstoffbedarfs im Zeitraum 2030-2050 ermöglicht, den verbleibenden Anteil an Treibstoffen mittels Biotreibstoffen abzudecken. Ein starkes Absinken des Bedarfs an Treibstoff kann beispielsweise über eine Verschiebung des Personen- und Frachtverkehrs hin zu weniger energieintensiven Verkehrsmitteln wie öffentlicher Verkehr bzw. einer Elektrifizierung des Verkehrs ermöglicht werden.⁴⁶ Tabelle 5 gibt einen Überblick zur prognostizierten Entwicklung der erneuerbaren Energieträger. Danach steigt der Anteil Erneuerbarer vom Jahr 2007 mit 118 Mtoe auf 1.004,2 Mtoe im Jahr 2050 an.

⁴⁴ EREC (2010), S. 23ff

⁴⁵ EREC (2010), S. 27f

⁴⁶ EREC (2010), S. 29ff

Tabelle 5: Beitrag der Erneuerbaren Energieträger zum Endenergieverbrauch (Mtoe)

Erneuerbare Energieträger	2007	2020	2030	2050
Wind	8,9	41	72	133,5
Wasserkraft*	27,9	33	34,2	38,5
PV	0,5	15,5	48	116
Bioenergie	77,8	175,5	226	359,1
Geothermie (Elektrisch und Heizen und Kühlen)	1,4	9,7	35,5	188
Solarthermie	0,9	12	70	122
CSP	0,1	3,7	12,1	33,1
Meeresenergie	-	0,4	1,5	14
Gesamt EE (Mtoe)	118,0	290,8	499,3	1.004,2
Endenergiekonsum				
Eurostat	1.194,9			
NEP Moderater Preis		1.185		
Hoher Preis		1.140		
2030 Moderater Preis			1.175	
Hoher Preis			1.124	
2050 Szenario				1.050
2050 "Aggressive Efficiency"				735**
Gesamter Anteil EE (%)		24.5%-25.5%	42.4%-44.4%	96%-137%

*Nicht inkludiert ist die Kapazität von Pumpspeicherkraftwerken

**Unter der Annahme eines Energieeffizienzziels von ca. 30 % im Vergleich zum „2050 Szenario“

Quelle: EREC (2010), S. 32, Eigene Darstellung

2.3 Zusammenfassung

Die Darstellungen in Abschnitt 2.1 machen deutlich, dass Entwicklungen entsprechend den prognostizierten Referenzszenarien weder zu einer nachhaltigen Änderung des Energiesystems führen noch ausreichen, um eine Einhaltung der vereinbarten Klimaziele zu gewährleisten und den Temperaturanstieg auf maximal 2 °C zu begrenzen.

In Abschnitt 2.2 wurden alternative Szenarien vorgestellt, welche verstärkte Maßnahmen zur Integration erneuerbarer Energieträger sowie Emissionsreduktionsmaßnahmen berücksichtigen. Das Blue Map Szenario der IEA beispielsweise sieht eine Reduktion fossiler Energieträger um -59 % vor. Der Endenergieverbrauch kann, verglichen mit dem Baseline Szenario, um 31 % gesenkt werden. Der Elektrizitätssektor bietet dabei den größten Beitrag zur Emissionsreduktion, obwohl sich die Stromerzeugung nahezu verdoppelt. Eine wesentliche Rolle bei der Reduktion der THG im Elektrizitätssektor stellen CCS, der Ausbau der Nuklearenergie sowie erneuerbarer Energieträger und die Substitution von Kohle durch Gas dar. Mit Hilfe der CCS-Technologie könnte laut IEA ein Drittel der CO₂-Emissionen im Elektrizitätssektor eingespart werden.

Im Vergleich dazu setzen sich Greenpeace und EREC in den beiden Energy [R]evolution Szenarien das Ziel, die CO₂-Emissionen um 50 % bzw. um 80 % im Jahr 2050 zu reduzieren (Energy [R]evolution Szenario und advanced Energy [R]evolution Szenario). Im Vergleich zum Referenzszenario sinken die CO₂-Emissionen im Energy [R]evolution Szenario auf 10.202 Millionen Tonnen im Jahr 2050, im advanced Energy [R]evolution Szenario können die globalen CO₂-Emissionen 2050 noch stärker - auf 3.267 Millionen Tonnen - gesenkt werden (-84 % verglichen mit 1990). Die starken Einsparungen bei den CO₂-Emissionen werden beispielsweise durch eine optimale Ausschöpfung der Energieeffizienzpotenziale, eine Stärkung der dezentralen Energieerzeugung, optimale Einspeisung erneuerbarer Energieträger in die Elektrizitätsnetze, Revitalisierung der Netze u.a. im Sinne von „smart grids“ als auch „super grids“ ermöglicht. Vergleicht man die beiden Szenarien mit dem Blue Map Szenario der IEA fällt auf, dass Greenpeace und EREC von einem vollzogenen Atomausstieg im Jahr 2050 ausgehen und die CCS-Technologie ablehnen.

EREC präsentierte in der Studie RE-thinking 2050 eine Vision, die Energieversorgung der Europäischen Union im Jahr 2050 auf 100 % erneuerbare Energieträger umzustellen. Dieses Vorhaben kann gelingen, wenn erneuerbare Energieträger voll ausgebaut werden und der Energieverbrauch bis zum Jahr 2050 drastisch reduziert wird. Im „Aggressive Efficiency“ Szenario der EREC kann der nochmals drastisch reduzierte Endenergieverbrauch sogar zu mehr als 100 % aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden.

3 Europäische und Österreichische Klimapolitik

Der sich abzeichnende Klimawandel löst Diskussionen auf allen politischen Ebenen aus. Der Klimawandel, seine Folgen und eine neue Energiepolitik mit Fokus auf erneuerbare Energien sind längst nicht mehr Randthemen, sondern rücken mehr und mehr ins Zentrum politischer Entscheidungen. Der Klimawandel fordert als ein globales Problem globale Lösungen und die Kooperation der Staaten untereinander. Für Österreich sind neben dem Kyoto-Protokoll insbesondere Vereinbarungen, Zielsetzungen und die Gesetzgebung der Europäischen Union vorrangig von Bedeutung.

3.1 Energie- und Klimapolitik der Europäischen Union

Das Kyoto-Protokoll legte völkerrechtlich verbindliche Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemission fest. Dabei verpflichtete sich die Europäische Union zu einer Reduktion der Treibhausgasemission um 8 % im Zeitraum 2008-2012 (bezogen auf das Jahr 1990). Bislang konnte allerdings keine internationale Übereinkunft für ein weiteres Abkommen erzielt werden.⁴⁷

Die Europäische Union beschloss im Jahr 2008 das „Energie- und Klimapaket“ mit den 20/20/20 Zielen. Demnach sollen bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 % reduziert, der Anteil erneuerbarer Energien auf 20 % des Energiebedarfs gesteigert und der Energieverbrauch durch verbesserte Energieeffizienz um 20 % gesenkt werden.⁴⁸

Am Klimagipfel wurde im Dezember 2009 in Kopenhagen ein Minimalkonsens erreicht, den maximalen Temperaturanstieg auf 2 °C zu begrenzen.⁴⁹ Um dieses Ziel zu verwirklichen, ist es notwendig, die Emissionen der Industriestaaten bis 2050 um 80-95 % - verglichen mit dem Stand von 1990 - zu reduzieren.⁵⁰ Die Europäische Union zeigt aber auch die Bereitschaft die Emissionen um 30 % (anstelle der vereinbarten 20 %) zu verringern „*sofern die übrigen Industrieländer sich verpflichten, vergleichbare Emissionsreduzierungen zu erreichen, und die wirtschaftlich weiter fortgeschrittenen Entwicklungsländer einen ihren jeweiligen Verantwortlichkeiten und Fähigkeiten angemessenen Beitrag leisten*“.⁵¹

Am 10. November 2010 wurde die neue Strategie der Europäischen Kommission in der Mitteilung „Energie 2020“⁵² vorgestellt. Diese neue Strategie der EU beschäftigt sich mit den

⁴⁷ Umweltbundesamt (2010b). *Neunter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich*, S. 55

⁴⁸ Europäische Kommission: http://ec.europa.eu/climateaction/eu_action/index_de.htm.

⁴⁹ Im Abschlussdokument findet sich keine Festlegung, wie, wann und von wem dieses Ziel erreicht werden soll.

⁵⁰ Europäische Kommission (2010). *Analyse der Optionen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen um mehr als 20 % und Bewertung des Risikos der Verlagerung von CO₂-Emissionen*, S. 2

⁵¹ Europäische Kommission (2010), S. 2

⁵² European Commission (2010). *Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy*. Brussels.

energiepolitischen Herausforderungen der nächsten zehn Jahre und legt hierbei fünf Prioritäten fest:

- Energieeffizientes Europa
- Aufbau und Umsetzung des EU-Energiebinnenmarktes
- Stärkung der Konsumentenrechte (Verbraucherschutz) und Erreichung eines hohen Niveaus an Energiesicherheit
- Ausweitung der europäischen Führerschaft im Bereich Energietechnologie und Innovation
- Stärkung der energiepolitischen Außenbeziehungen

In den folgenden 18 Monaten sollen auf Basis der Prioritäten und Maßnahmen Gesetzgebungsinitiativen erarbeitet werden.⁵³

Das Strategiepapier schlägt unter anderem eine Konzentration auf die Bereiche Energieeffizienz (hier vor allem auf die Bereiche Verkehr und Gebäude) sowie den Ausbau des EU-Energiebinnenmarkts vor. Besondere Beachtung findet dabei die Anpassung des Elektrizitätsnetzes an die zukünftigen Bedingungen (verstärkte Einspeisung erneuerbarer Energien). Eine weitere Priorität der neuen Strategie bilden Sicherheitsstandards sowie die aktive Rolle des Konsumenten. Damit die EU ihre Technologieführerschaft erhalten und ausweiten kann, wird eine Verstärkung der Forschungsaktivitäten in ausgewählten Bereichen (z.B. Smart Grids, Stromspeicher, Biodiesel der zweiten Generation sowie Smart Cities) vorgeschlagen. Generell schlägt die EU-Kommission vor, die Energiepolitik nach außen zu koordinieren. Während Kooperationen mit Energie produzierenden Ländern sowie Transitländern wichtig sind, wird eine Zusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern bzw. Staaten mit einem hohen Energieverbrauch zunehmend an Bedeutung gewinnen.⁵⁴

3.2 Die österreichische Klimapolitik im Kontext der Europäischen Union

Durch Beschluss des Energie- und Klimapaketes auf europäischer Ebene entstanden auch für Österreich verbindliche Verpflichtungen zur Emissionsreduktion und für den Bereich erneuerbarer Energien. Österreich verpflichtete sich⁵⁵:

- den Anteil der erneuerbaren Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch auf 34 % bis 2020 zu erhöhen

⁵³ EurActive.de, Energieeffizienz, Netzausbau, Energietechnologien. EU-Kommission legt Energiestrategie 2020 vor: <http://www.euractiv.de/energie-klima-und-umwelt/artikel/eu-kommission-legt-energiestrategie-2020-vor-003914>.

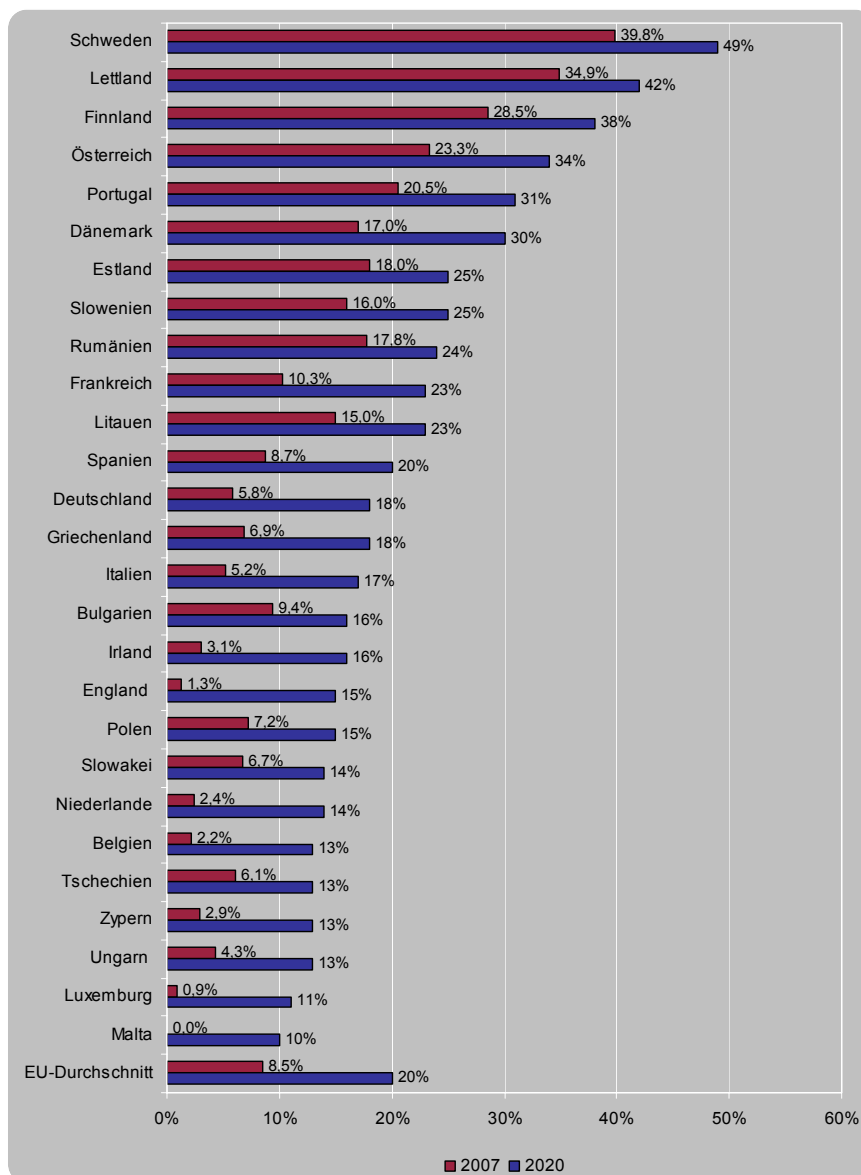
⁵⁴ European Commission (2010), S. 6ff

⁵⁵ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010). *EnergieStrategie Österreich*. Maßnahmenvorschläge. Wien.

- den Anteil Erneuerbarer auf 10 % am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor zu erhöhen
- zu einer Reduktion von 16 % der Treibhausgasemissionen in Sektoren, die nicht dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, bezogen auf das Jahr 2005.

Österreich liegt mit dem Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energieträger auf 34 % des Endenergieverbrauches bis zum Jahr 2020 zu erhöhen im Spitzenfeld der Europäischen Union (Abbildung 12).

Abbildung 12: Nationale Gesamtziele des Anteils erneuerbarer Energien gemessen am Endenergieverbrauch, Reihung nach der Höhe der Anteile



Quelle: : Österreichischer Biomasse-Verband, 34 Prozent Erneuerbare machbar, EU-Richtlinie für erneuerbare Energien – Konsequenzen für Österreich, S. 6, Eigene Darstellung

Wie aus Abbildung 12 ersichtlich wird, muss die Europäische Union ihren Anteil an erneuerbarer Energie von 8,5 Prozent im Durchschnitt für 2007 auf 20 Prozent im Jahr 2020 anheben, also um 11,5 Prozentpunkte. Jeder Mitgliedsstaat ist verpflichtet, einen nationalen Akti-

onsplan auszuarbeiten, der die Ziele für die Anteile von Energie aus erneuerbaren Quellen im Verkehrs-, Strom- sowie Wärme- und Kältesektor im Jahr 2020 festlegt sowie Maßnahmen zu deren Erreichung auszuarbeiten.⁵⁶

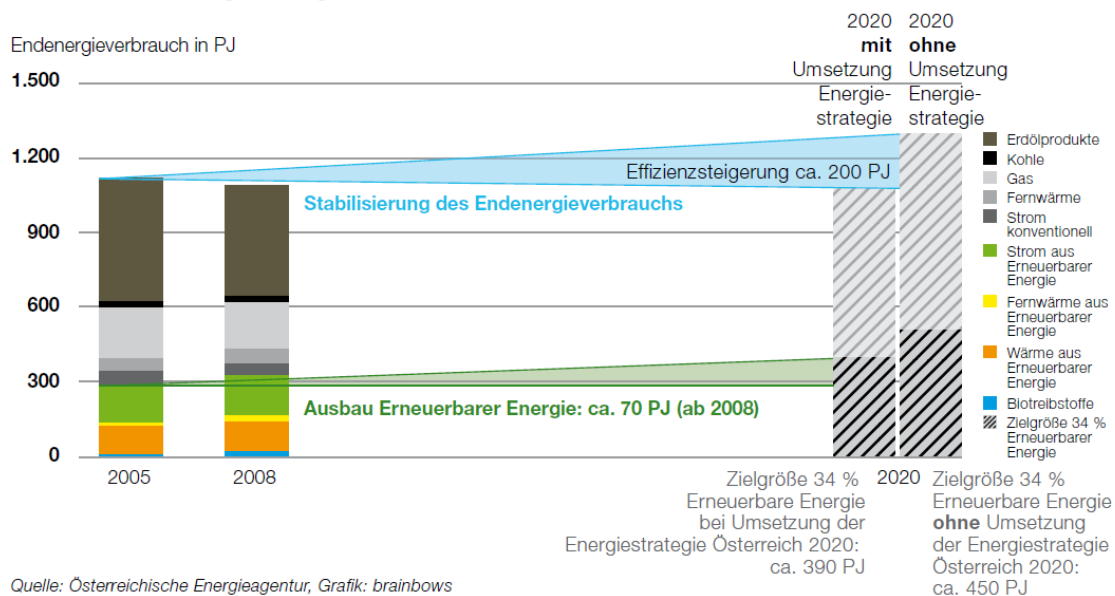
3.2.1 Energiestrategie Österreich – der Weg bis 2020?

Die Energiestrategie Österreich⁵⁷ soll dabei helfen, die 20/20/20 Ziele der EU zu realisieren und ist somit die Antwort Österreichs auf das Energie- und Klimapaket (20/20/20 Ziele) der Europäischen Union. Mit der Energiestrategie soll ein langfristiger Prozess in der heimischen Energiepolitik eingeleitet werden, welcher auf der sogenannten 3E-Formel beruht. Darunter versteht man, dass sich die zukünftige Energiepolitik Österreichs daran orientiert,

- die Energieeffizienz zu erhöhen und Energie einzusparen,
- die Nutzung erneuerbarer Energien weiter auszubauen und
- die Energieversorgung langfristig sicher zu stellen.

Als übergeordnetes Ziel wird von einer Stabilisierung des Endenergieverbrauches bei 1.100 PJ ausgegangen. Dieser Wert entspricht dem Niveau von 2005.

Abbildung 13: Das Modell der Energiestrategie



Quelle: *Energiestrategie Österreich*, S. 9

Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Steigerung der Energieeffizienz. Wie in Abbildung 13 veranschaulicht wird, kann mit der Umsetzung der Energiestrategie Österreich die Zielgröße von 34 Prozent erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2020 erreicht

⁵⁶ Vgl. Österreichischer Biomasse-Verband, S. 6

⁵⁷ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010). *Energiestrategie Österreich*. Maßnahmenvorschläge, Wien.

werden, was auch einen Ausbau der erneuerbaren Energien um ca. 70 PJ ab 2008 impliziert. Die gewünschte Stabilisierung des Energieverbrauchs wird durch eine Effizienzsteigerung des Endenergieverbrauchs von ca. 200 PJ erreicht.⁵⁸

Im Szenario der Energiestrategie soll durch einen kontinuierlichen Rückgang der fossilen Energieträger, den Ausbau der Erneuerbaren sowie die Stabilisierung des Endenergieverbrauchs (Steigerung der Energieeffizienz) das 34%-Ziel erreicht werden. Wie aus Tabelle 6 ersichtlich wird, sinkt im Zeitraum von 2005 bis 2020 der Anteil der fossilen Brennstoffe am Energieverbrauch.

Tabelle 6: Zahlen der Energiestrategie (in PJ)

	2005	2008	2020
Erdölprodukte	496,0	444,2	362,3
Kohle	24,8	24,3	27,3
Erdgas	202,7	187,8	191,2
Fernwärme	55,1	62,2	59,0
Strom konventionell	57,7	44,1	42,9
Strom aus Erneuerbarer Energie	147,8	163,0	179,9
Fernwärme aus Erneuerbarer Energie	14,9	23,5	38,2
Wärme aus Erneuerbarer Energie	117,0	121,6	143,4
Biotreibstoffe	2,3	17,9	34,0
Summe Erneuerbare Energie	282,0	326,0	395,6
Summe Endenergieverbrauch	1.118,4	1.088,5	1.078,3
Eigenverbrauch und Verluste Strom/Fernwärme	37,7	43,2	36,6
Bruttoendenergieverbrauch*	1.156,0	1.131,8	1.114,9
Anteil Erneuerbare Energie am Bruttoendenergieverbrauch	24,40 %	28,80 %	35,48 %

* Endenergieverbrauch + Eigenverbrauch & Verluste bei Strom und Fernwärme. Berechnungsbasis für den Anteil Erneuerbare Energie gemäß EU-Richtlinie.

Quelle: *Energiestrategie Österreich*, S. 11, *Eigene Darstellung*

So werden im Jahr 2005 496 PJ an Erdölprodukten genutzt, im Jahr 2020 sind es nur noch 362,3 PJ. Der Energieverbrauch an Erdgas sinkt von 202,7 PJ auf 191,2 PJ. Verbunden damit ist eine Reduktion des Verbrauchs konventionellen Stroms von 57,7 PJ bis auf 42,9 PJ. Der Anteil der Kohle am Energieverbrauch bleibt weiterhin niedrig, steigt aber geringfügig von 24,8 PJ auf 27,3 PJ.

⁵⁸ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010), S. 5ff

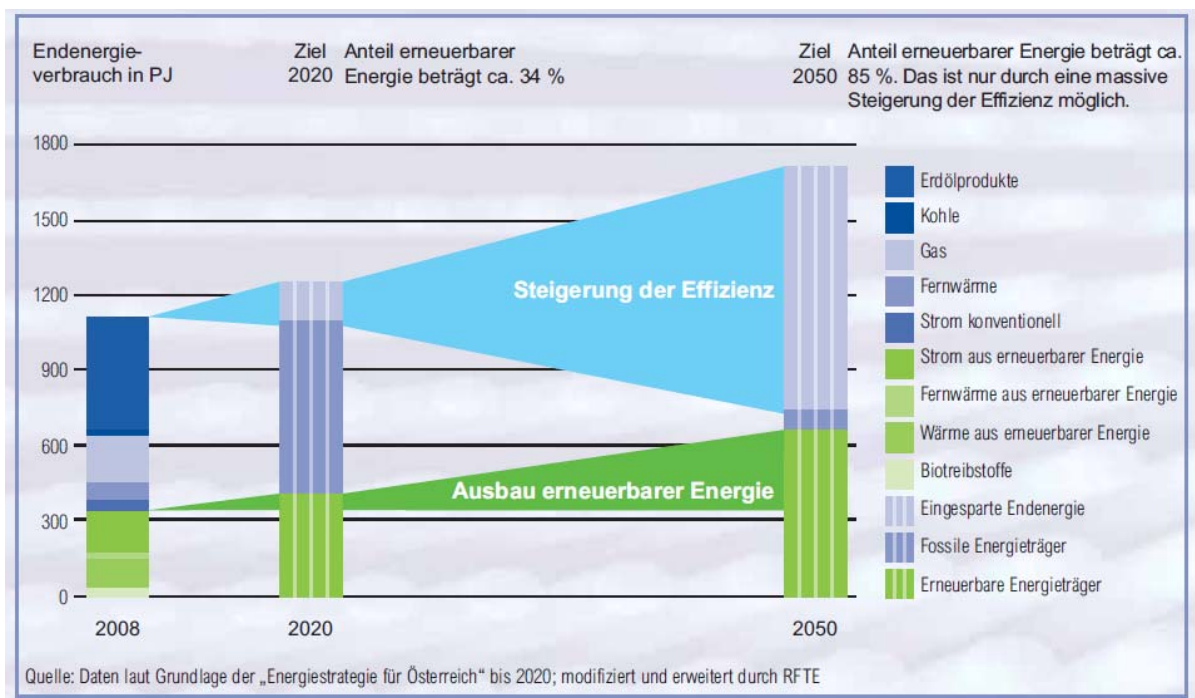
Der Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energien steigt von 147,8 PJ im Jahr 2005 auf 179,9 PJ im Jahr 2020. Ein großer Zuwachs ist bei der Fernwärme und der Wärme aus erneuerbaren Energien sowie bei Biotreibstoffen zu verzeichnen. So steigt der Energieverbrauch aus erneuerbaren Energien kontinuierlich von 282 PJ im Jahr 2005 auf 326 PJ im Jahr 2008 und auf 395,6 PJ im Jahr 2020. Im Zeitraum 2005 bis 2020 ist sowohl bei der Betrachtung des Endenergieverbrauches (1118,4 PJ auf 1078,3 PJ) sowie des Bruttoendenergieverbrauches (1156 PJ auf 1114,9 PJ) ein Rückgang zu beobachten.

Werden die Maßnahmen der Energiestrategie Österreich umgesetzt, sind nennenswerte Emissionsreduktionen in den beiden Sektoren Verkehr und Raumwärme zu erwarten. Dies soll zu einer Reduktion der vom Emissionshandel ausgenommenen THG-Emissionen um 18 Prozent führen, womit das vereinbarte Ziel von -16 % erreicht werden würde.⁵⁹

3.2.2 Energieforschungsstrategie – der Weg bis 2050?

Die Energieforschungsstrategie führt den Prozess für den Zeitraum von 2020 bis 2050 fort. Die Steigerung der Effizienz spielt nach 2020 weiterhin die stärkste Rolle (siehe Abbildung 14). Dadurch soll der Endenergieverbrauch beträchtlich reduziert werden. Der verbleibende Bedarf könnte dadurch im Jahr 2050 zu 85 % auf Basis erneuerbarer Energieträger gedeckt werden.⁶⁰

Abbildung 14: Modell der Entwicklung des Energiekonsumverhaltens bis 2050



Quelle: Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2010), *Energieforschungsstrategie*, S. 4

⁵⁹ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010), S. 12

⁶⁰ Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2010). *Energieforschungsstrategie*, S.4

Eine wesentliche Rolle spielt der Bereich der energierelevanten Forschung. Österreich soll im Jahr 2050 im Forschungs- und Technologieentwicklungsbereich nachhaltiger Energiesysteme führend sein, wobei durch verstärkte energiebezogene Forschung neue Technologien entwickelt und marktreif gemacht werden sollen.⁶¹

Im Rahmen der Energieforschungsstrategie werden einzelne Handlungsebenen identifiziert und Empfehlungen für die einzelnen Bereiche abgegeben. Die Handlungsempfehlungen⁶² betreffen dabei:

- das nationale Forschungsförderungssystem
- Humanressourcen
- die Forschungsinfrastruktur
- internationale Kooperationen
- strategische Steuerungsprozesse und Monitoring
- innovationsfördernde Rahmenbedingungen

Der Rat empfiehlt beispielsweise eine Erhöhung des Energieforschungsbudgets auf mindestens € 150 Millionen bis 2013. Im Bereich der Humanressourcen wird u.a. empfohlen möglichst früh, also bereits im vorschulischen und primären Bildungssektor, Interesse für die Bereiche Energie, Nachhaltigkeit und Technik zu wecken um somit auch zukunftsweisende Ausbildungswege für junge Menschen interessant zu gestalten. Im Bereich der Forschungsinfrastruktur wird empfohlen, in nationale als auch in europäische Energieforschungsstrukturen zu investieren und eine Teilnahme an internationalen energierelevanten Infrastrukturprojekten zu fördern. Im Kontext der internationalen Zusammenarbeit wird unter anderem darauf verwiesen, dass es auf dem Gebiet der Energieforschung von Nöten ist, nationale Programme mit europäischen Initiativen abzustimmen. Um ein innovationsförderndes Umfeld zu forcieren wird empfohlen, regelmäßig die betroffenen Politikbereiche auf innovationsfördernde sowie -hemmende Faktoren zu untersuchen. Im Bereich der strategischen Steuerung und des Monitorings soll vermehrt versucht werden, Zielsetzungen von Forschungsprogrammen sowie strukturelle Maßnahmen den Erfolgen und Wirkungen gegenüberzustellen.⁶³

⁶¹ Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2010), S. 4

⁶² Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2010), S. 6f

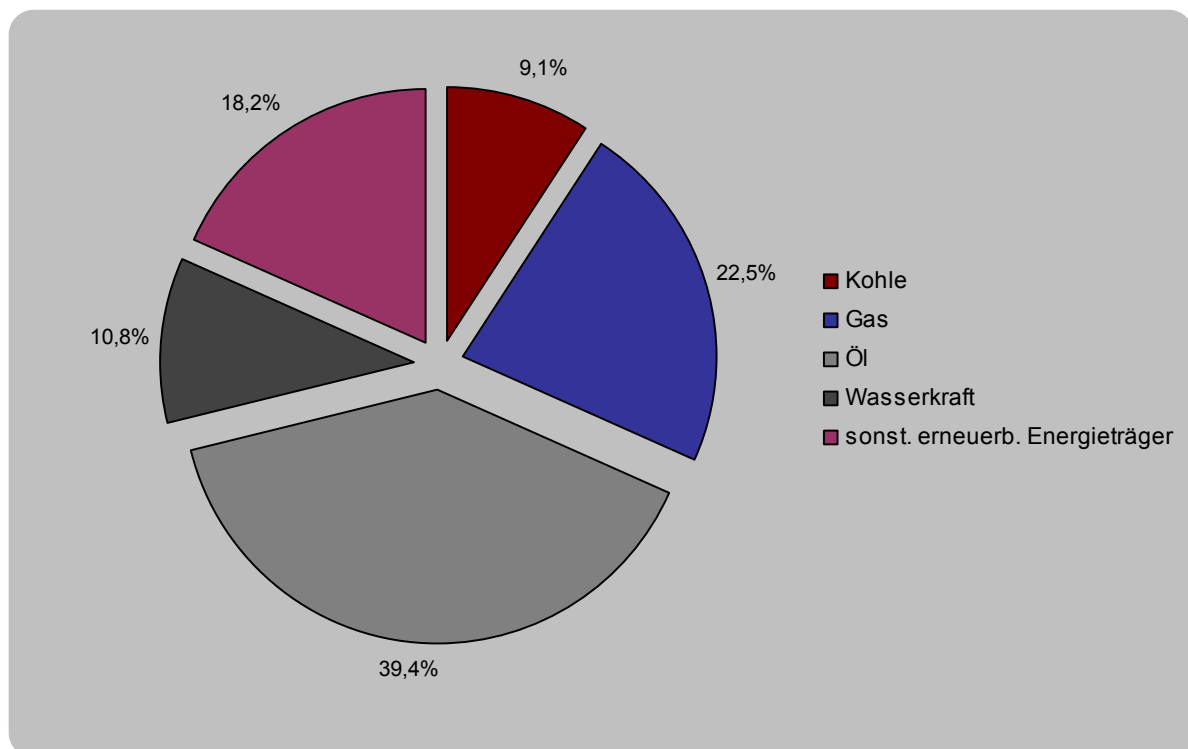
⁶³ Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2010), S. 6ff

4 Struktur der Energieversorgung im Jahr 2009

Der internationale Trend eines steigenden Energiebedarfs ist auch auf nationaler Ebene beobachtbar. Laut der von Statistik Austria veröffentlichten Energiebilanz⁶⁴ nahm der Bruttoinlandsverbrauch (BIV) in Österreich von 1.226.083 Terajoule (TJ) im Jahr 1999 auf 1.439.157 TJ im Jahr 2008 zu - dies entspricht einer Steigerung von 17,38 %. Der konjunkturelle Einbruch im Jahr 2009 führte zu einem deutlichen Rückgang des Energieverbrauchs auf 1.353.964 TJ.

Nach wie vor erfolgt ein großer Teil der Energiebereitstellung in Österreich über fossile Energiequellen (Erdöl, Erdgas und Kohle). Erdöl hat mit einem Anteil von 39,4 % am BIV eine besondere Bedeutung für die Energieversorgung. Der zweitwichtigste Energieträger ist Erdgas (22,5 %) gefolgt von den sonstigen erneuerbaren Energieträgern⁶⁵ (18,2 %) und der Wasserkraft.

Abbildung 15: Struktur des Bruttoinlandsverbrauches im Jahr 2009



Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

Die Wasserkraft ist nach wie vor die mit Abstand wichtigste erneuerbare Energie Österreichs. Der Bruttoinlandsverbrauch (BIV) aus Wasserkraft betrug im Jahr 2009 145.057 TJ, was einem Anteil von 10,8 % am gesamten BIV Österreichs entspricht. Nimmt man den BIV

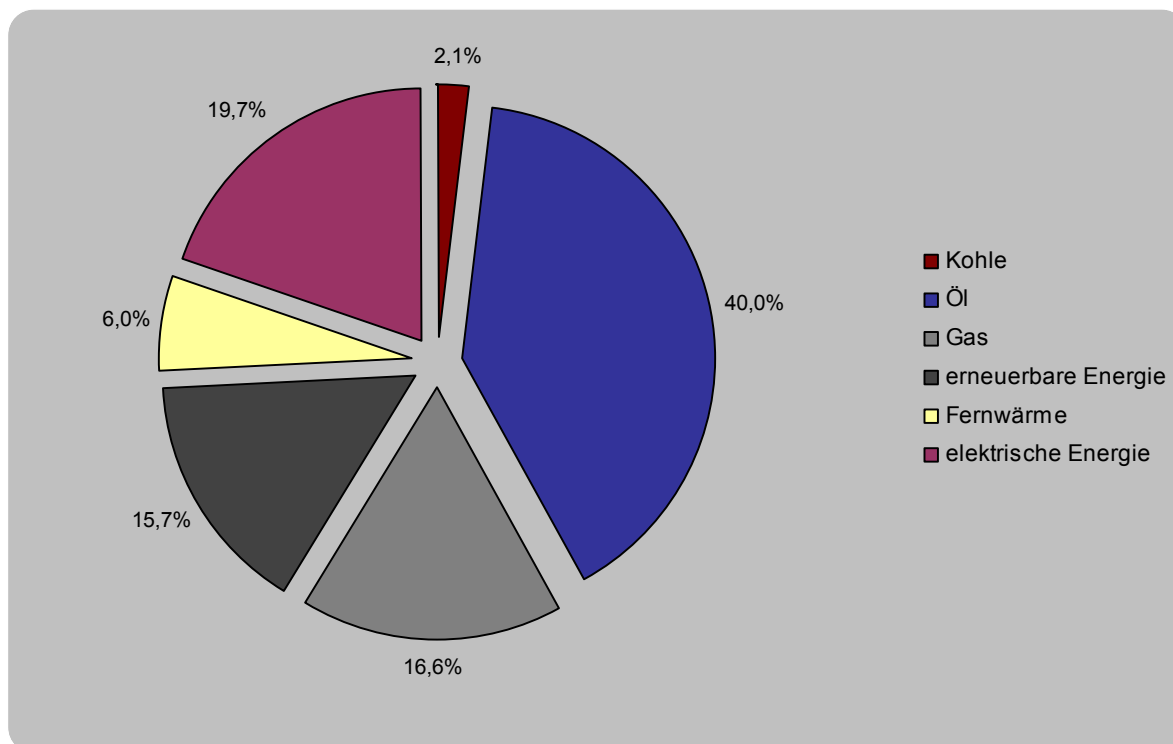
⁶⁴ Statistik Austria (2010a). *Energiebilanzen – Österreich 1970-2009*. Wien.

⁶⁵ Dazu zählen: Brennholz, Hackschnitzel, Sägenebenprodukte, Waldhackgut, Rinde, Stroh, Ablauge der Papierindustrie, Biogas, Klärgas, Deponiegas, Klärschlamm, Rapsmethylester, Tiermehl und -fett, Energie aus Wärmepumpe, Geothermische Energie, Solarwärme, Solarstrom, Windkraft, Müll und sonstige Abfälle.

aller erneuerbarer Energieträger in Österreich als Basis (396.531 TJ), dann entspricht der Wasserkraftanteil rund 36,6 %.⁶⁶ Insgesamt ist der Anteil erneuerbarer Energieträger am BIV in den letzten Jahren auf rund 30 % gestiegen.

Betrachtet man den energetischen Endverbrauch (EEV) dann zeigt sich, dass die sonstigen erneuerbaren Energieträger in Strom und Wärme umgewandelt werden (Abbildung 16).

Abbildung 16: Struktur des energetischen Endverbrauchs im Jahr 2009



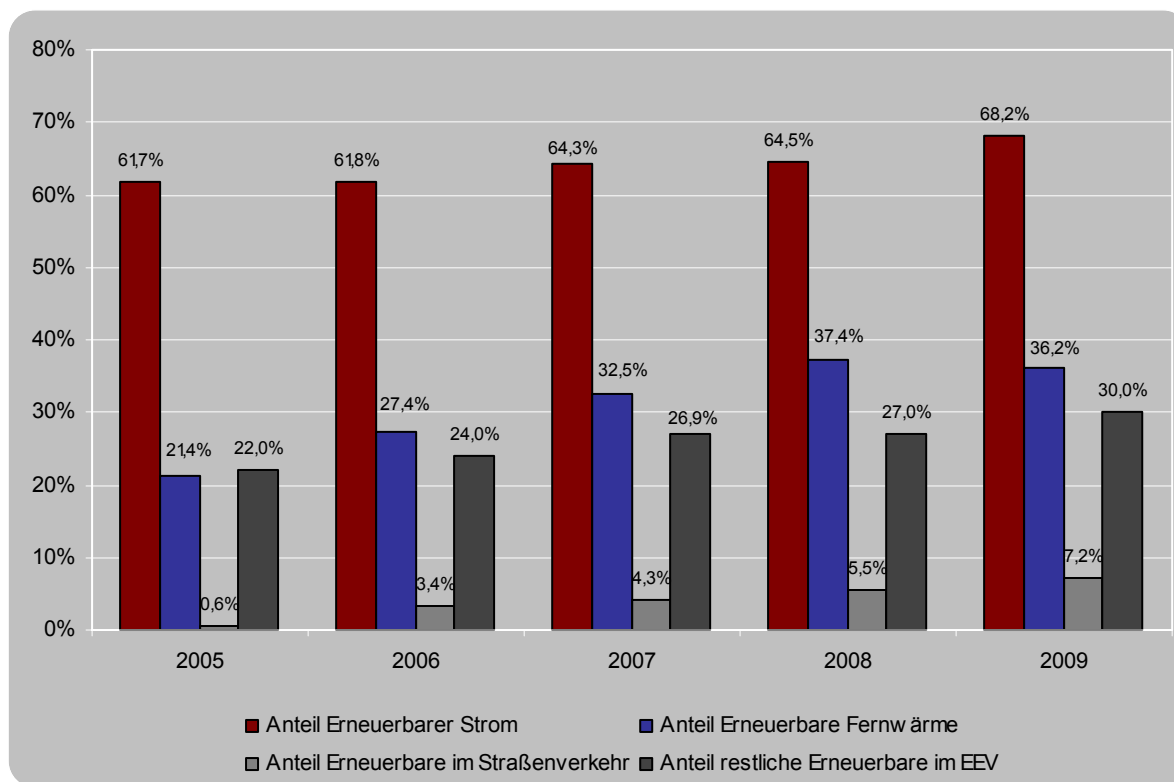
Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

Die Wasserkraft, die Windenergie oder die Photovoltaik werden in der Abbildung 16 vollständig der elektrischen Energie zugerechnet. Der Beitrag der Wasserkraft zur Stromerzeugung hängt stark vom Wasserdargebot ab und unterliegt damit einer beträchtlichen Variabilität. Generell zeigt sich aber, dass der Anteil der Wasserkraft an der Stromerzeugung von über 70 % in den 1950er Jahren auf 47 % im Jahr 2008 gefallen ist. Durch den Ausbau der sonstigen Erneuerbaren Energieträger (Wind, PV und Biomasse) konnte der Anteil erneuerbarer Energien im Bereich der Stromerzeugung auf knapp 70 % gehalten werden. Der Anteil der Wärmekraftwerke bleibt seit Jahren mit ca. 30 % relativ konstant. Eine sehr dynamische Entwicklung zeigt sich auch im Bereich der Fernwärme, wo der Anteil Erneuerbarer durch die starke Nutzung von Biomasse von 21,4 % im Jahr 2005 auf über 36 % im Jahr 2009 anstieg. In Summe beträgt der Energiebeitrag der festen Biomasse zur Fernwärme im Jahr 2009

⁶⁶ Statistik Austria (2010a)

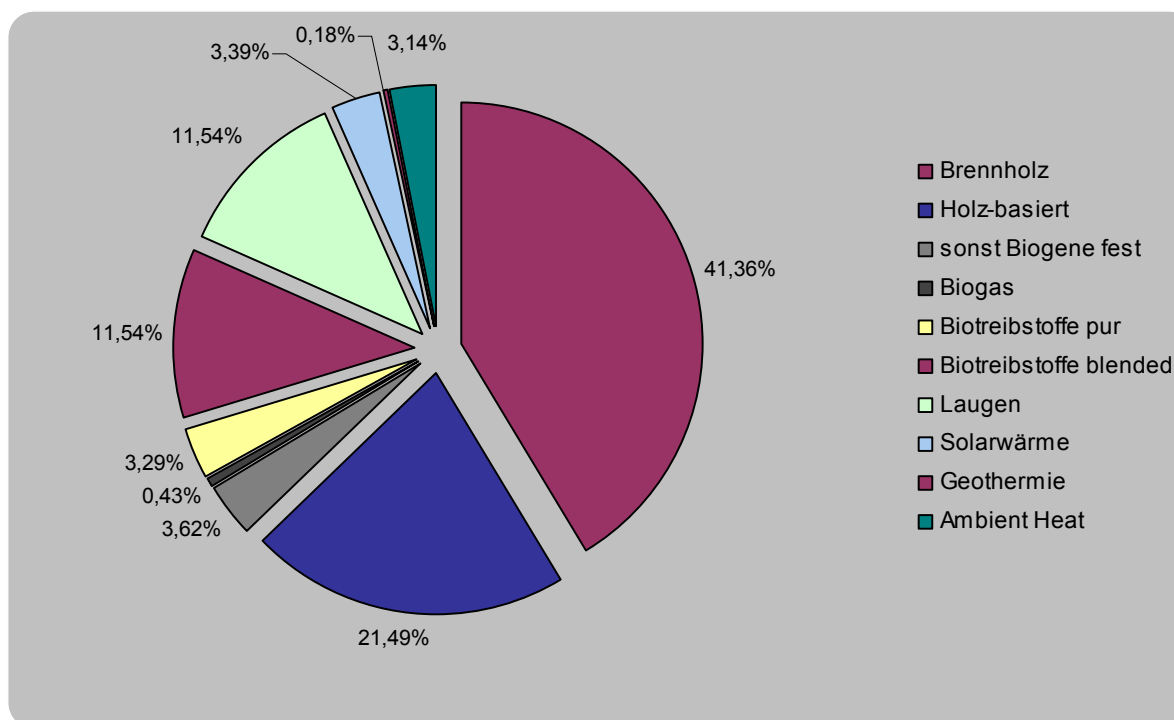
20.599 TJ. Die verpflichtende Beimengung von Biokraftstoffen hat zu einem Anteil Erneuerbarer im Straßenverkehr von über 7 % geführt (Abbildung 17).

Abbildung 17: Anteil erneuerbarer Energieträger



Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

Abbildung 18: Struktur der erneuerbaren Energien am EEV im Jahr 2009

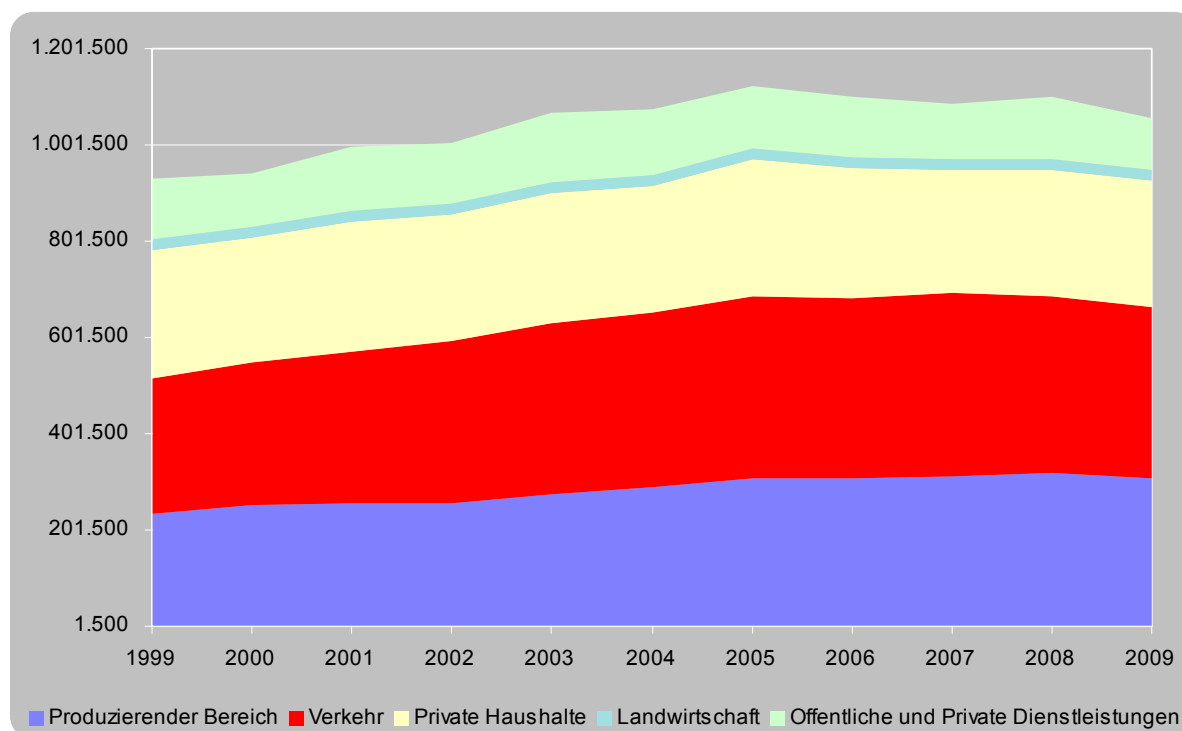


Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

Die direkte Verwertung erneuerbarer Energien ist mit 15,7 % (165.772 TJ) am energetischen Endverbrauch von großer Bedeutung. Bei einer detaillierten Betrachtung der erneuerbaren Energieträger (Abbildung 18) zeigt sich, dass Brennholz bzw. Holz die mit Abstand wichtigsten erneuerbaren Energieträger für die direkte energetische Verwertung sind.

Eine sektorale Betrachtung zeigt, dass der Verkehr (33,79 %), der produzierende Bereich (29,11 %) sowie die privaten Haushalte (24,68 %) den überwiegenden Anteil am Energiekonsum haben. Nur ein relativ geringer Teil entfällt auf die öffentlichen und privaten Dienstleistungen (10,32 %) sowie die Landwirtschaft (2,1 %).

Abbildung 19: Energetischer Endverbrauch Österreichs bis 2009 (in Terajoule)



Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

Die differenzierte Betrachtung nach Nutzenergieklassen im Zeitraum 2000 bis 2009 zeigt, dass der Verkehrssektor („Traktion“) und das Segment „Raumheizung und Klimaanlage“ den mit Abstand größten Anteil am Endenergieverbrauch haben. Ihr gemeinsamer Anteil im Jahr 2009 lag bei 62,7 % (Traktion: 34,69 %, Raumheizung und Klimaanlage: 28,01 %). Auf deutlich niedrigerem Niveau bewegte sich 2009 der Energieverbrauch der Nutzenergieklassen „Industrieöfen“ (15,07 %), „Standmotoren“ (11,02 %) sowie „Dampferzeugung“ (8,47 %) mit einem Anteil von zusammen knapp 35 %. In Relation dazu sehr gering ist der energetische Verbrauch für „Beleuchtung und EDV“ (2009: 2,7 %) und für „Elektrochemische Zwecke“ (2008: 0,03 %).

5 Entwicklung des Endenergieverbrauchs: Trends und Szenarien

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab (z.B. Wirtschaftswachstum, Energieeffizienz) und ist abhängig von den Entwicklungen innerhalb der einzelnen Sektoren. Auf Basis nationaler sowie internationaler Literatur werden Trends und Szenarien hinsichtlich der Entwicklung des energetischen Endverbrauchs (gesamt sowie sektoral) diskutiert.

5.1 Entwicklung des gesamten Endenergieverbrauchs

Die Entwicklung des energetischen Endverbrauchs ist stark mit dem BIP-Wachstum bzw. dem Bevölkerungswachstum korreliert. Im Jahr 2009 betrug der Endenergieverbrauch rd. 1.057 PJ und war aufgrund des konjunkturellen Abschwungs geringer als in den Jahren davor. Es liegen für Österreich mehrere Prognosen zur Entwicklung des Energieverbrauchs in den nächsten Jahrzehnten vor. Die Energy Economics Group unterstellt in einer Studie bis zum Jahr 2030 einen Verbrauch zwischen 1.150 und 1.500 PJ.⁶⁷ Die Fortschreibung dieser Szenarien bis 2050 führt zu einem nationalen Energiebedarf der zwischen 1.100 und 1.450 PJ liegt. Die Projektionen der Energy Economics Group beziehen sich auf Referenzszenarien der Europäischen Kommission (DG TREN), welche basierend auf Modellläufen mit dem europäischen PRIMES-Modell⁶⁸ veröffentlicht wurden. Darin wird für Österreich bis 2030 ein Endenergieverbrauch von 1.030 bis 1.240 PJ erwartet und bis 2050 ein Verbrauch zwischen 990 und 1.180 PJ.

Eine nunmehr schon fünf Jahre alte Studie des WIFO⁶⁹ prognostiziert für Österreich bis zum Jahr 2020 einen energetischen Endverbrauch von 1.253.127 TJ (Effizienzscenario) bzw. 1.349.615 TJ (Baseline Szenario).

Die Österreichische Energieagentur veröffentlichte im Jahr 2010 eine Studie mit dem Titel „Visionen 2050“⁷⁰ und entwickelte darin drei Szenarien für den Energieverbrauch bis 2050. Im Referenzscenario (Waiting) geht die Österreichische Energieagentur von einem gesamten Energieverbrauch bis 2030 von 1.123 PJ und bis 2050 von 1.040 PJ aus. Im sogenann-

⁶⁷ Energy Economics Group (2008). *Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Marktchancen verschiedener Technologielinien im Energiebereich*. 2. Ausschreibung der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft. Wien.

⁶⁸ Das Basisszenario der Europäischen Kommission baut auf der Studie „European Energy and Transport, Trends to 2030 – update 2005“ (Mantzos und Capros, 2006a) auf. Ein Effizienzscenario wurde in der Studie „European Energy and Transport, Scenarios on energy efficiency and renewables“ (Mantzos und Capros, 2006b) veröffentlicht.

⁶⁹ Kratena K., Würger M. (2005). *Energieszenarien für Österreich bis 2020*. WIFO. Wien.

⁷⁰ Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency (2010a). *Visionen 2050*. Wien.

ten Steering Szenario⁷¹ reduziert sich der Energieverbrauch deutlich auf 980 PJ (2030) bzw. 799 PJ (2050).

Noch deutlich größere Reduktionspotenziale sieht eine Studie von Prognos und dem Öko-Institut e.V.⁷² unter dem Titel „Modell Deutschland“. Darin geht man bis 2050 von einer Reduktion des Endenergieverbrauchs für Deutschland von 59 % im Vergleich zu 2005 aus. Würde man diesen Wert für Österreich heranziehen, dann würde sich der energetische Endverbrauch von 1.125.089 TJ (2005) auf rd. 461.200 TJ (2050) reduzieren.

Auch die IEA (2010b) geht in ihrem Blue Map Szenario für die Region OECD Europa von einem sinkenden Energieverbrauch in den nächsten Jahrzehnten aus. Die IEA geht davon aus, dass es in den nächsten Jahrzehnten zu einer stärkeren Entkoppelung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum kommen muss. Im Blue Map Szenario geht die IEA für OECD Europa von einer Halbierung der Energieintensität bis 2050 aus, wodurch sich der Energieverbrauch gegenüber dem Referenzszenario um etwa 20 % reduziert.⁷³

Eine Analyse der vorhandenen Literatur lässt somit keinen einheitlichen Trend für die Entwicklung des energetischen Endverbrauchs in Österreich bis zum Jahr 2050 ableiten. In den nachfolgenden Abschnitten 5.1.1-5.1.5 wird die Entwicklung des Endenergieverbrauches gegliedert nach Sektoren abgeschätzt. Dabei beziehen sich die sektoralen Annahmen im Wesentlichen (sofern nicht anders ausgewiesen) auf das Steering Szenario der Studie Visionen 2050.⁷⁴ In dieser Studie wird vor allem die Entwicklung des Stromverbrauches bis zum Jahr 2050 untersucht. Anschließend wird in Kapitel 6 der Endenergieverbrauch für die *Energie [R]evolution Österreich 2050* abgeschätzt.

5.1.1 Private Haushalte

Die Entwicklung des Energieverbrauches der privaten Haushalte hängt von vielen Faktoren ab (z.B. Bevölkerungsentwicklung, Anzahl der Haushalte, Personen je Haushalt, Ausstattungsgrad der Haushalte, energetischer Standard Gebäudehülle etc.). Gemäß den Prognosen der Statistik Austria wird die Bevölkerung in Österreich bis zum Jahr 2050 zunehmen. Ausgehend von einer Bevölkerung von 8,4 Millionen (2009) kommt es bis zum Jahr 2050 zu einer Zunahme auf knapp 9,5 Millionen (siehe Abbildung 20). Neben einer Zunahme der Gesamtbevölkerung kommt es zu einer Verschiebung der Bevölkerungsstruktur. Die Gruppe

⁷¹ Das Szenario Steering geht davon aus, dass globale Herausforderungen rechtzeitig erkannt und sowohl nationale wie auch internationale Steuerungsmaßnahmen getroffen werden. Die stark steigenden Ölpreise ab 2030 werden antizipiert und Maßnahmen zum Umstieg in eine post-fossile Ökonomie rechtzeitig getroffen

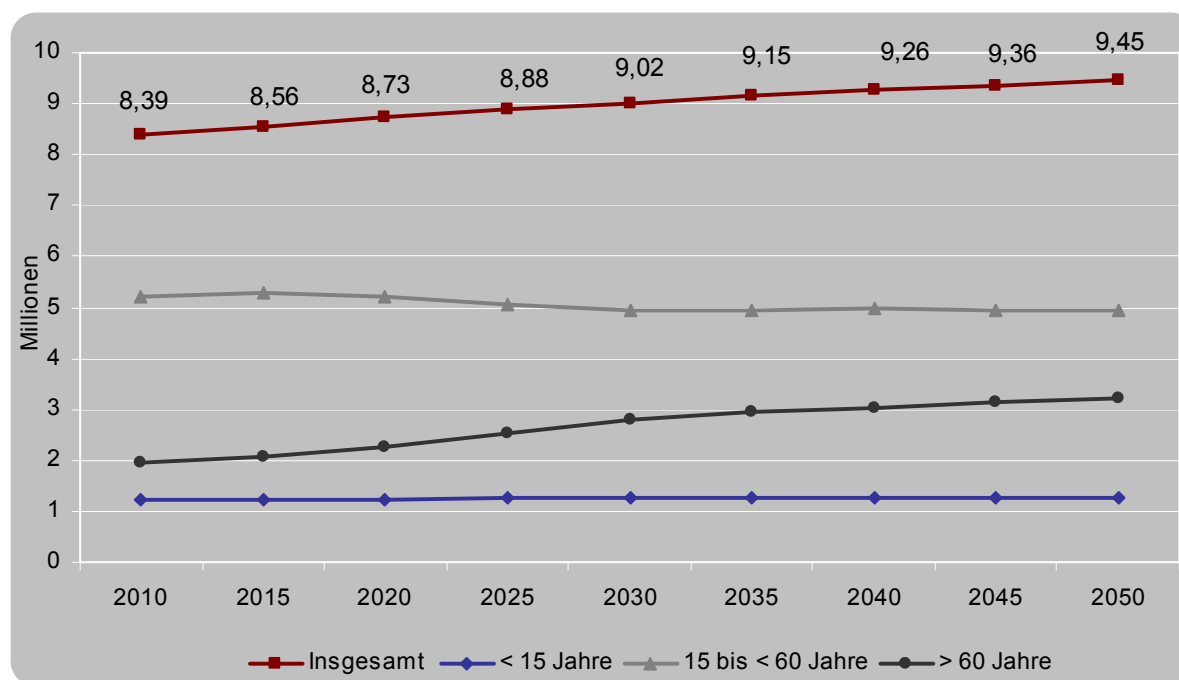
⁷² Prognos und Öko-Institut e.V. (2009). *Modell Deutschland - Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken*. Basel-Berlin.

⁷³ IEA (2010b), S. 308.

⁷⁴ Österreichische Energieagentur (2010a)

der über 60-Jährigen nimmt ab 2015 in stärkerem Ausmaß zu, die Gruppe der 15 bis unter 60-Jährigen nimmt leicht ab.⁷⁵

Abbildung 20: Entwicklung der Bevölkerungsstruktur (Bevölkerungsprognose), in Millionen



Quelle: Statistik Austria, Bevölkerungsprognose, Eigene Darstellung

Hinsichtlich der Wohnungsstruktur wird gemäß dem Steering Szenario angenommen, dass sich die Anzahl der Personen je Wohnung verringert: von 2,4 Personen (2001) auf 2,2 Personen (2050). Die Wohnnutzfläche steigt dagegen bis zum Jahr 2050 auf 420 Millionen m² an, die Wohnfläche je Haushalt beträgt im Jahr 2050 96 m², wobei auf eine Person 44 m² entfallen.

Annahmen: Entwicklung des Heizenergiebedarfs

Der Heizenergiebedarf der Gebäude wird sich, auf Basis gesetzlicher Regelungen, bis zum Jahr 2050 stark verringern. Im Steering Szenario der Studie Visionen 2050 liegt dieser bei nur mehr 25 kWh/m²a.

Sonstige Annahmen (Steering Szenario):

- **Kochen:** Die Energieintensität kann verbessert werden und sinkt von 104 kWh/Person im Jahr 2007 auf 84 kWh/Person im Jahr 2050.
- **Warmwasser:** die Energieintensität für Warmwasser vermindert sich gegenüber 2007 um ein Drittel auf 853 kWh/Person im Jahr 2050. Eine Reduktion der Energiein-

⁷⁵ Statistik Austria, Bevölkerungsprognose:

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html

tensität kann durch verbesserte wassersparende Armaturen erreicht werden. Eine weitere Reduktion der Energieintensität entsteht durch eine zunehmende Warmwasserbereitstellung mittels Solaranlagen sowie Wärmepumpen: diese Technologien benötigen weniger Energie für die Warmwasserbereitung.

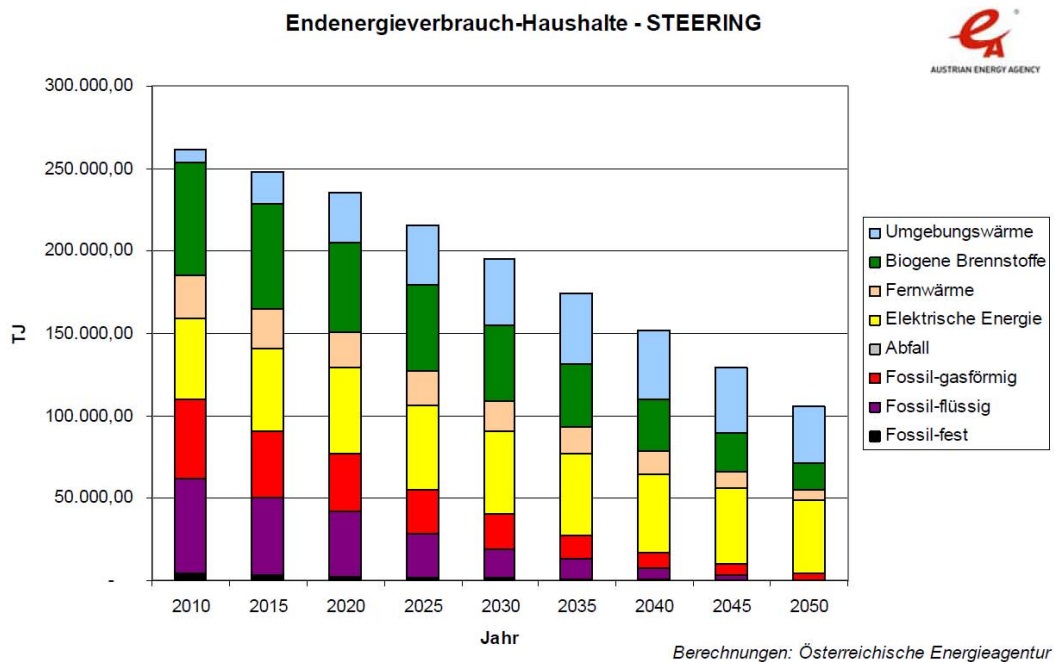
- **Haushaltselektrogeräte:** Die Energieintensität für Haushaltselektrogeräte (z.B. Kühlschränke, Waschmaschinen, Wäschetrockner) nimmt von 2.095 kWh/Haushalt im Jahr 2007 bis 2020 bzw. 2030 auf Grund einer steigenden Geräteanzahl bzw. einer intensiveren Nutzung leicht zu, sinkt aber im Anschluss wieder und liegt 2050 bei ca. 2.028 kWh/Haushalt. Dieser Entwicklung liegt die Annahme zu Grunde, dass ab 2020 bzw. 2030 Effizienzverbesserungen spürbar werden und dadurch geringfügig Energie eingespart werden kann.
- **EDV:** Die Energieintensität für EDV nimmt auf Grund einer stärkeren Vernetzung der Haushalte mit IKT-Technologien zu. Durch vermehrte Nutzung von Photovoltaik, die den Eigenstrombedarf deckt, liegt der Energieverbrauch im Jahr 2050 bei 83 kWh/Person.
- **Raumkühlung:** Der Anteil von Strom an der Raumkühlung nimmt bis 2050 kontinuierlich ab. Im Gegensatz dazu steigt der Anteil an Fernkühlung und solarer Kühlung bzw. Kühlung mittels Wärmepumpe auf 75 Prozent bis 2050. Dieser starke Anstieg bedingt einen massiven Ausbau von Fernkältenetzen. Des Weiteren wird ein kontinuierliches Kostenreduktionspotenzial für den Bereich solare Kühlung angenommen, bis diese Technologie schließlich mit konventionellen Technologien wettbewerbsfähig wird.
- **Raumwärme:** Der Einsatz fossiler Energieträger im Bereich der Raumwärme nimmt ab und gleichzeitig gewinnen erneuerbare Energien Bedeutung für die Bereitstellung von Raumwärme (z.B. Solaranlagen, Wärmepumpen). Solaranlagen und Wärmepumpen stellen im Jahr 2050 40 % der Raumwärme bereit. Der Anteil der sonstigen erneuerbaren Energieträger (beispielsweise Brennholz) im Bereich der Raumwärme wird ungefähr konstant gehalten.
- **Einsatz von Wärmepumpen:** Generell wird von einer Zunahme des Endenergieverbrauchs über die Nutzung von Umgebungswärme ausgegangen, wobei diese Annahme nicht nur die privaten Haushalte, sondern auch die Dienstleistungsgebäude betrifft. Zur Umgebungswärme zählen laut Energiebilanz Solaranlagen und Wärmepumpen. Bis 2020 kann der Energieertrag auf etwa 14 PJ (3,9 TWh) anwachsen. Auch nach dem Jahr 2020 wird mit einem vermehrten Einsatz von Wärmepumpen gerechnet.
- **Einsatz von Solaranlagen:** Solarthermische Anlagen werden zukünftig vermehrt im Bereich der privaten Haushalte sowie im Dienstleistungsbereich eingesetzt.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Haushalte (Steering Szenario)

Im Sektor private Haushalte kommt es zu einem Rückgang des Energieverbrauches auf ca. 105 PJ (Abbildung 21). Dieser Rückgang ist vor allem auf Einsparungen im Bereich Wärme zurückzuführen, jedoch sinkt auch der Elektrizitätsverbrauch der privaten Haushalte. Der Energieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Kühlung sinkt bis 2050 um 70 %.

Deutliche Verbesserungen bei den energetischen Gebäudestandards als auch bei technischen Geräten führen zu einem reduzierten Energieverbrauch. Der Energiebedarf der Gebäude wird kontinuierlich reduziert, wobei im Jahr 2050 noch ein geringer Restwärmebedarf vorhanden sein wird. Im Bereich der Raumwärme und -kühlung können in den nächsten Jahren vermehrt Wärmepumpen, Fernkühlsysteme aber auch innovative Technologien zur Lichtlenkung an Bedeutung gewinnen. In den kommenden Jahrzehnten ist zu erwarten, dass der Ausstattungsgrad privater Haushalte mit elektrischen Geräten und IKT steigt. Allerdings sollen Energieeffizienzsteigerungen den Energieverbrauch der Geräte reduzieren und diesen Trend wettmachen.

Abbildung 21: Endenergieverbrauch der privaten Haushalte (in TJ) Steering Szenario



Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a), S. 61

Internationale Abschätzungen zur Entwicklung des Endverbrauchs der privaten Haushalte

Deutschland: Für Deutschland prognostiziert die Studie von Prognos und dem Öko-Institut e.V. in ihrem Innovationsszenario einen Rückgang der Endenergienachfrage der privaten Haushalte um 75 % im Vergleich zum Jahr 2005. Legt man diese Abschätzung direkt auf Österreich um, ergäbe das einen Endenergieverbrauch der privaten Haushalte von lediglich 71 PJ (Endenergieverbrauch 2005 private Haushalte: 282,859 PJ⁷⁶). Dabei gilt anzumerken, dass für Deutschland von einem Rückgang der Bevölkerung ausgegangen wird. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass sich die thermische Qualität der Gebäudehülle wesentlich verbessert, und zwar sowohl für Neubauten als auch für den Bestand. Durchschnittlich soll der spezifische Heizenergiebedarf bei 5 kWh/m²a und somit weit unter dem derzeitigen Passivhausstandard von 15 kWh/m²a liegen.⁷⁷

IEA Szenarien: Die IEA betrachtet in den Energy Technology Perspectives 2010 die Sektoren Elektrizität, Industrie, Gebäude sowie Transport. Im Blue Map Szenario der IEA können im Vergleich mit dem Baseline Szenario bis zum Jahr 2050 im Bereich Gebäude insgesamt 1.509 Mtoe eingespart werden (Abbildung 9). Zwei Drittel der Einsparungen (956 Mtoe) kommen aus dem Sektor der privaten Haushalte, wobei hier überwiegend der Bereich Raumwärme zum Einsparpotenzial beiträgt.⁷⁸

Folgt man den Projektionen der IEA für die Staaten **OECD Europa**, so ergibt sich im Sektor private Haushalte und Dienstleistungen eine Reduktion des Energieverbrauches um 40 % bezogen auf das Baseline Niveau für 2050. Dieser Wert entspricht einer Reduktion von 265 Mtoe. Trotz einer Zunahme der Anzahl der Haushalte als auch einer Verdoppelung der Geschossfläche im Dienstleistungssektor kann der Energieverbrauch reduziert werden. Der Energieverbrauch der privaten Haushalte sinkt im Blue Map Szenario um 150 Mtoe in 2050, verglichen mit dem Baseline Szenario. Vier Fünftel der Einsparungen resultieren aus Einsparungen im Bereich Raumheizung, zurückzuführen auf umfassende Sanierungsprogramme. Weitere signifikante Energieeinsparungen sind der Stromendnutzung, insbesondere bei der Beleuchtung und bei diversen Geräten, zuzuordnen.⁷⁹

Insgesamt wird im Vergleich mit diesen Langfristprognosen der für Österreich erwartete Trend zu einem Rückgang des gesamten Energieverbrauches der privaten Haushalte bestä-

⁷⁶ Statistik Austria (2010a)

⁷⁷ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 180ff, S. 285ff

⁷⁸ IEA (2010b), S. 221ff

⁷⁹ IEA (2010b), S. 323f

tigt. National sowie international wird ein beachtliches Potenzial zur Reduktion im Bereich Raumwärme unterstellt. Sparsamere Elektrogeräte und eine effiziente Steuerung von Geräten dämpfen den Elektrizitätskonsum.

5.1.2 Dienstleistungssektor

Der Endenergieverbrauch im Dienstleistungssektor hängt wesentlich von der wirtschaftlichen Aktivität sowie der Beschäftigung in diesem Sektor, von der Nutzung der Gebäude sowie von deren Ausstattung ab. Der Dienstleistungssektor ist für die österreichische Wirtschaft und Wettbewerbsfähigkeit von großer Bedeutung, so entfallen knapp 70 % der Beschäftigung und 68 % der gesamten Wertschöpfung auf diesen Sektor.⁸⁰

Annahme Bruttowertschöpfung und Beschäftigung

Im Steering Szenario der Studie Visionen 2050 wird sowohl von einem Anstieg der Bruttowertschöpfung als auch von einer steigenden Beschäftigung im Dienstleistungssektor ausgegangen.

Annahme Energieintensitäten

Die Energieintensitäten für Raumwärme und Klimaanlage, elektrische Groß- und Kleingeräte, Beleuchtung und EDV nehmen im Steering Szenario bis 2050 ab.

⁸⁰ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010a). *Wirtschaftsbericht Österreich 2010*, Wien, S. 105

Annahme Energieträgermix

Ein hoher Ölpreis führt zu einem Rückgang fossiler Energieträger, die Bedeutung von Umgebungswärme steigt stark an (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Entwicklung des Energieträgermix im Dienstleistungssektor, Steering Szenario

	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Heizöl	4,9 %	1,6 %	0,8 %	0,7 %	0,7 %	0,0 %
Gasöl für Heizzwecke	8,9 %	4,0 %	3,3 %	2,6 %	1,4 %	0,0 %
Diesel	0,8 %	1,1 %	0,9 %	0,9 %	0,5 %	0,1 %
Flüssiggas	1,1 %	2,1 %	1,3 %	0,7 %	0,1 %	0,1 %
Naturgas	14,3 %	19,9 %	17,8 %	16,8 %	13,4 %	10,2 %
Elektrische Energie	46,3 %	39,4 %	41,7 %	42,8 %	42,4 %	41,4 %
Fernwärme	16,7 %	22,6 %	20,5 %	19,3 %	17,8 %	15,7 %
Brennholz	0,3 %	0,6 %	0,6 %	0,6 %	1,3 %	2,0 %
Biogene Brenn- und Treibstoffe	2,3 %	3,4 %	5,2 %	5,9 %	10,0 %	13,6 %
Brennbare Abfälle	0,6 %	0,6 %	0,6 %	1,3 %	1,3 %	2,0 %
Umgebungswärme	2,3 %	3,8 %	6,4 %	8,3 %	11,1 %	14,8 %

Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a) S.80, Eigene Darstellung

Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Dienstleistungssektor (Steering Szenario)

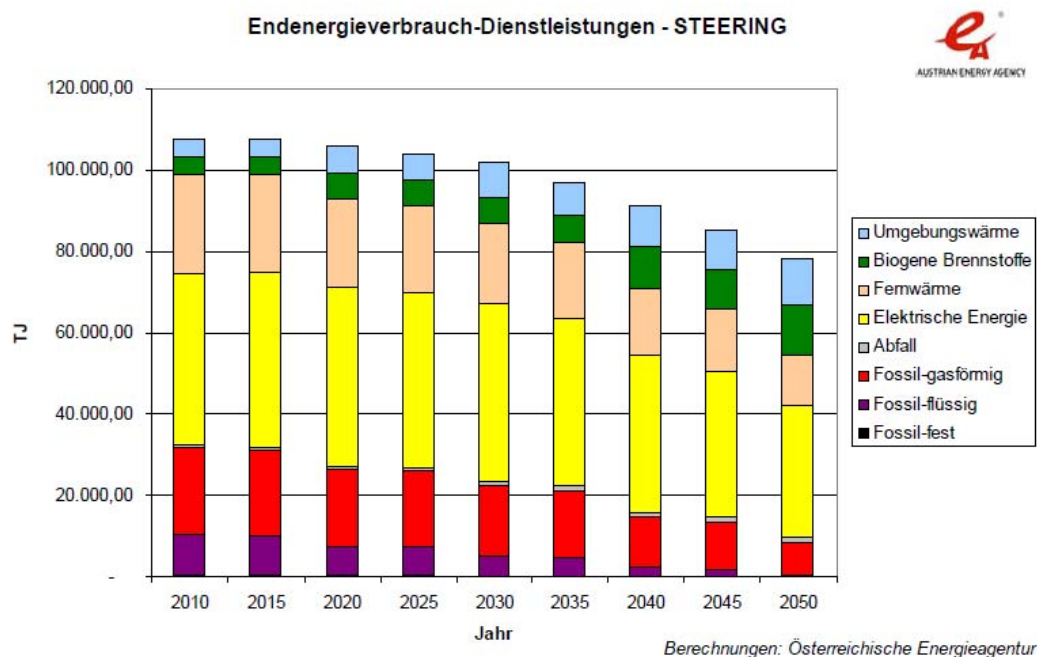
Entsprechend den getroffenen Annahmen wird ein Energiebedarf des Dienstleistungssektors von weniger als 80 PJ errechnet (Abbildung 22). Trotz des Anstiegs der Bruttowertschöpfung sowie der Beschäftigung kann der Dienstleistungssektor durch Effizienzsteigerungen den Energieverbrauch deutlich reduzieren.

Im ausgewiesenen Steering Szenario ist der Energieverbrauch für Raumwärme und Kühlung rückläufig. Sowohl der steigende Ölpreis, als auch Innovationen wie beispielsweise Multifunktionsfassaden oder aber Hochleistungsdämmstoffe, solare Kühlung und weitere technische Innovationen lassen den Energieverbrauch für Raumwärme und Kühlung sinken. Einen wesentlichen Beitrag leisten Wärmepumpen, Solaranlagen sowie biogene Brennstoffe.

Ein Anstieg der Bruttowertschöpfung bedeutet erwartungsgemäß eine höhere Ausstattung mit Elektrogeräten. Ein steigender Ölpreis fördert allerdings nicht nur eine Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Umsetzung von baulichen Maß-

nahmen (beispielsweise Verschattungseinrichtungen, natürliche Belüftung usw.). Der Stromverbrauch im Steering Szenario ist somit rückläufig.

Abbildung 22: Endenergieverbrauch Dienstleistungssektor (in TJ) Steering Szenario



Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a), S. 82

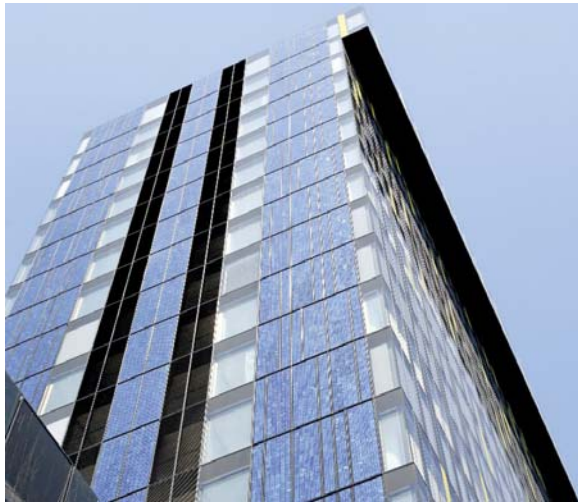
Das künftige technische Potenzial für Energieeinsparungen im Dienstleistungsbereich scheint sehr groß zu sein. Insbesondere für die Gebiete Kühlung, Belüftung, Energiegewinnung, aktive Bürofassaden, Verschattung etc. gibt es derzeit bereits innovative Lösungen bzw. werden kosteneffiziente Lösungen zukünftig erwartet. Auszugsweise wird in diesem Abschnitt auf die Möglichkeit der gebäudeintegrierten Photovoltaik eingegangen.

Exkurs: GIPV – Gebäudeintegrierte Photovoltaik

Eine Neufassung der EU-Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden verschärft die Standards für Neubauten und fordert, dass diese „Fast-Nullenergiehäuser“ entsprechen sollen. Dabei spielt die gebäudeintegrierte Photovoltaik eine große Rolle. Photovoltaik-Elemente öffnen der Architektur neue Gestaltungsmöglichkeiten und produzieren gleichzeitig Elektrizität.⁸¹ Opake Photovoltaikmodule (Abbildung 23) sowie (teil-)transparente Module (Abbildung 24) können dabei in die Fassade oder den Dachbereich integriert werden und übernehmen neben allgemeinen Funktionen der Fassade (z.B. Luftdichtheit) auch weitere Funktionen (Abschattung).

⁸¹ Ökonews (2010). *Gebäudeintegrierte Photovoltaik ist ein Beitrag zur Energieeffizienz. Haus Gaita – ein Plusenergiehaus in Paris*, 26.11.2010.

Abbildung 23: Power Tower Energie AG Linz



Quelle: Ertex Solar, BIPV 2010, Autumn 2010 edition, S. 8

Abbildung 24: Teiltransparente Photovoltaik



Quelle: Ertex Solar, BIPV 2010, Autumn 2010 edition, S. 33

Internationale Abschätzungen zur Entwicklung des Endverbrauchs des Dienstleistungssektors

Deutschland: Für Deutschland berechnet die Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. im Rahmen des Innovationsszenarios einen Rückgang des Endenergieverbrauches im Dienstleistungssektor (Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) von 67 % zwischen 2005 und 2050. Dabei ist anzumerken, dass unter dem Sammelbegriff „Dienstleistungssektor“ elf verschiedene Branchen zusammengefasst wurden (z.B. Landwirtschaft, Gärtnerei; industrielle

Kleinbetriebe/Handwerk; Baugewerbe; Handel; Kreditinstitutionen/Versicherungen; Verkehr, Nachrichtenübermittlung; sonstige private Dienstleistungen; Gesundheitswesen; Unterrichtswesen; öffentliche Verwaltung, Sozialversicherung; Verteidigung).⁸²

Eine Reduktion von 67 % des Endenergieverbrauches im Dienstleistungssektor würde, bei einer direkten Umlegung auf Österreich, einen Endenergieverbrauch von 43 PJ bedeuten (131,252 PJ Endenergieverbrauch im Jahr 2005)⁸³. Das Innovationsszenario der Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. geht dabei von deutlich höherwertigen Neubauten sowie Sanierungen aus. Die eingesetzten Materialien sind dabei weniger energieintensiv, Mess- und Regelungsanstrengungen verstärken die Minderung des Energieverbrauchs. Der Energieverbrauch für Raumwärme sinkt fast auf Null, hingegen kommt es zu einem Anstieg des Energieverbrauches im Bereich Kühlen und Lüften (mehr als 16 %). Wesentlich reduziert werden kann auch der Energiebedarf für die Beleuchtung (um 80 % zwischen 2005 und 2050). Auch Bürogeräte bieten ein großes Einsparpotenzial.⁸⁴

IEA Szenarien: Die IEA betrachtet in den Energy Technology Perspectives 2010 - wie bereits erwähnt - die Sektoren Elektrizität, Industrie, Gebäude sowie Transport wobei ein sehr starkes Potenzial zur Energieeinsparung im Bereich der Gebäude gesehen wird. Betrachtet man den Dienstleistungssektor für die Region **OECD Europa**, lassen sich im Vergleich zum Baseline Szenario 98 Mtoe (35 %) im Jahr 2050 einsparen. Die Hälfte davon kann den Bereichen Warmwasser und Raumheizung zugeordnet werden. Einen wesentlichen Beitrag zu den Einsparungen liefern aber auch stromintensive Nutzungen, wie beispielsweise Kühlung, Beleuchtung und sonstige Lasten.⁸⁵

Zusammenfassend lässt sich sowohl national als auch international der Trend zu einer Reduktion des Endenergieverbrauches im Dienstleistungssektor erkennen. Erhebliche Einsparpotenziale gibt es, ebenso wie im Sektor private Haushalte, im Bereich Raumwärme. Zusätzlich zu einer optimierten Gebäudehülle können Effizienzsteigerungen elektrischer Geräte (z.B. IT) wesentlich zur Energieeinsparung beitragen.

⁸² Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 193ff

⁸³ Statistik Austria (2010a)

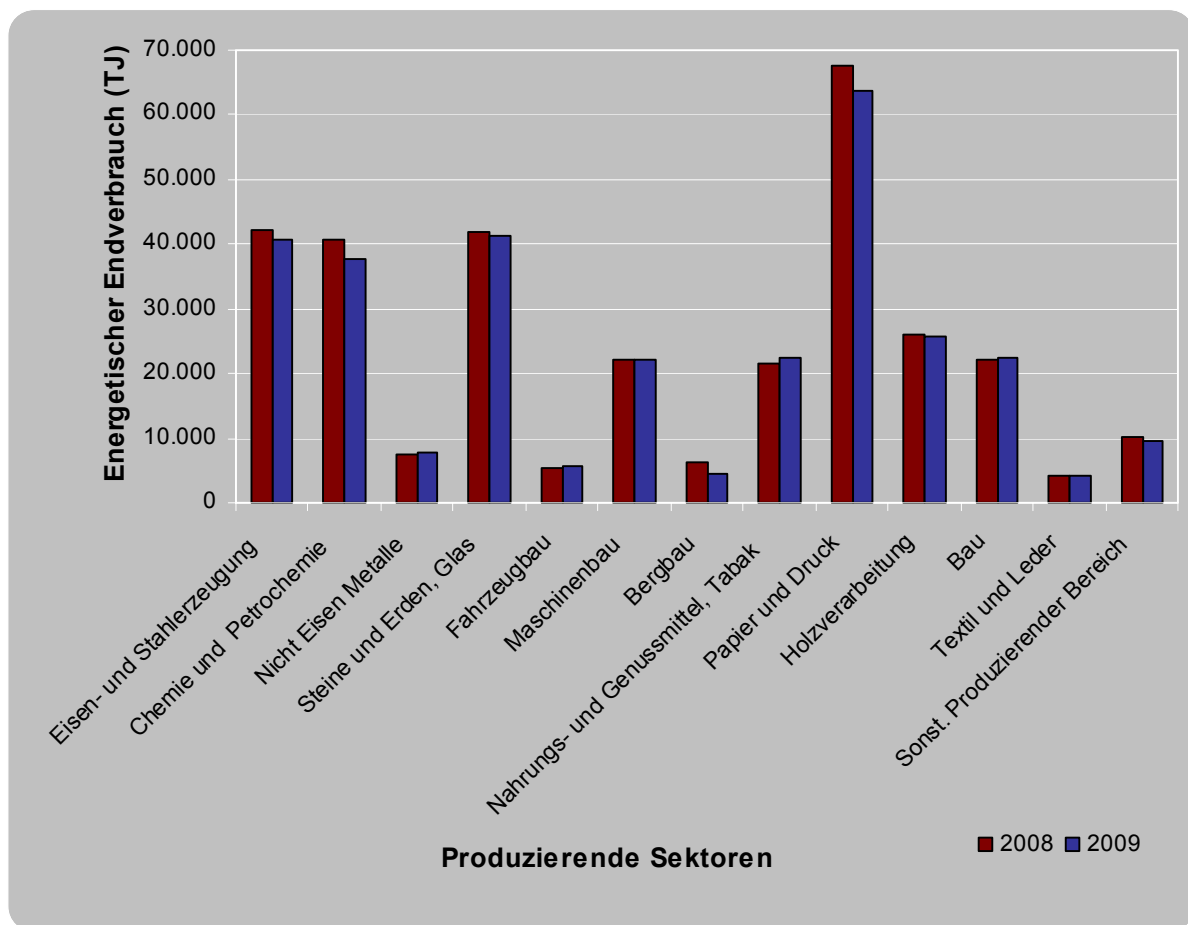
⁸⁴ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 193ff

⁸⁵ IEA (2010b), S. 324ff

5.1.3 Produzierender Bereich

Der Endenergieverbrauch ist insgesamt, und speziell im produzierenden Sektor, stark von der wirtschaftlichen Entwicklung abhängig. Im produzierenden Bereich korreliert der Energieverbrauch mit der Bruttowertschöpfung. Abbildung 25 stellt den Endenergieverbrauch der einzelnen Sektoren des produzierenden Bereichs für die Jahre 2008 und 2009 dar. Die Sektoren Papier und Druck, Steine und Erden, Glas, Eisen- und Stahlherzeugung, Chemie und Petrochemie tragen den größten Beitrag zum Endenergieverbrauch bei.

Abbildung 25: Energetischer Endverbrauch produzierender Sektoren (2008 und 2009)



Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

Annahme Bruttowertschöpfung

Im Steering Szenario wird ein Anstieg der Bruttowertschöpfung um 34,8 % im Zeitraum 2010 bis 2050 angenommen. Rechtzeitig gesetzte Maßnahmen zur Anpassung an einen hohen Ölpreis ermöglichen ein weiteres Wachstum des produzierenden Bereiches. Innerhalb des produzierenden Bereiches wird es zu einer Verschiebung zwischen einzelnen Sektoren (Anteile an der gesamten Bruttowertschöpfung) im Zeitraum 2010-2050 kommen. Die Annahmen des Steering Szenarios sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Anteil der Bruttowertschöpfung Industrie nach Sektoren in %, Steering Szenario

	2010	2020	2030	2040	2050
Metallerzeugung und -bearbeitung	3,3 %	2,8 %	2,4 %	2,1 %	1,9 %
Chemie und Petrochemie	5,9 %	5,9 %	5,6 %	5,0 %	4,3 %
Steine und Erden, Glas	3,9 %	3,5 %	3,2 %	2,8 %	2,6 %
Fahrzeugbau	6,6 %	7,3 %	7,6 %	7,6 %	7,6 %
Maschinenbau	11,0 %	11,0 %	11,2 %	11,2 %	11,2 %
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	7,1 %	7,8 %	8,2 %	8,6 %	9,0 %
Papier und Druck	7,0 %	7,0 %	7,0 %	7,0 %	7,0 %
Holzverarbeitung	3,5 %	4,2 %	5,0 %	5,5 %	6,1 %
Textil und Leder	2,2 %	2,4 %	2,7 %	2,9 %	3,2 %
Bauwesen	23,8 %	23,8 %	23,3 %	22,6 %	21,5 %
Bergbau	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %
Sonst. Produzierender Bereich	24,2 %	22,8 %	22,3 %	22,9 %	24,0 %

Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a) S. 105f, Eigene Darstellung

Annahme Energieintensität

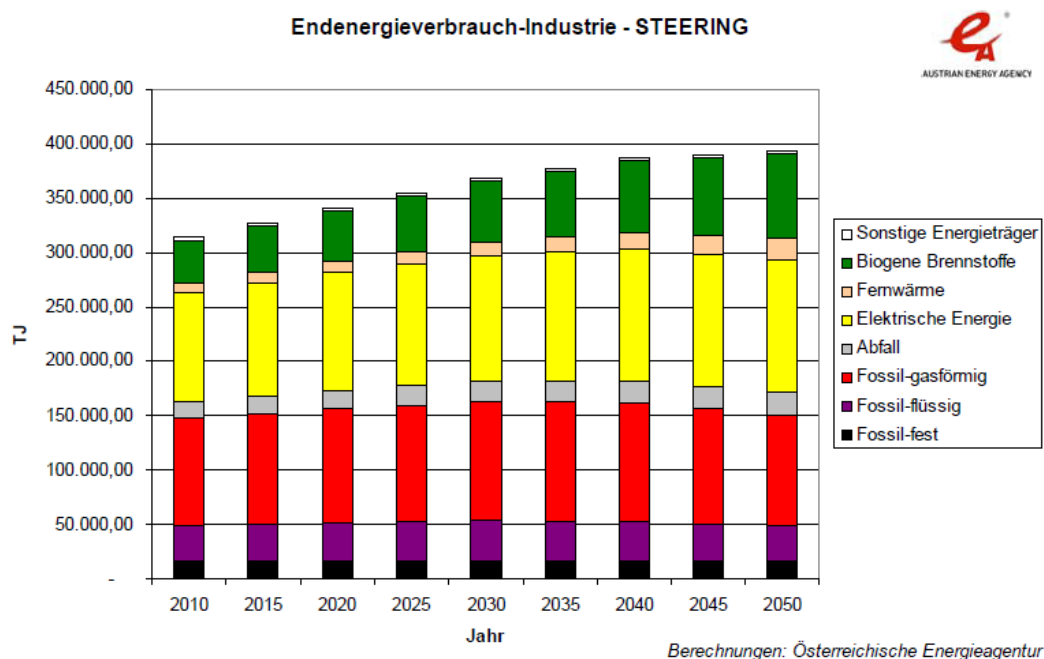
Zur Berechnung der Szenario-Ergebnisse wurden Annahmen bezüglich der Energieintensitäten getroffen. Im Steering Szenario sinkt beispielsweise im Sektor Metallerzeugung und -bearbeitung die Energieintensität, im Bereich der Holzverarbeitung steigt die Energieintensität an.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs im produzierenden Bereich (Steering Szenario)

Gemäß den getroffenen Annahmen verzeichnet der produzierende Bereich im Zeitraum 2010-2050 einen Anstieg des Energieverbrauchs. Im Steering-Szenario beträgt dieser ca. 25 %. Die Energieintensität sinkt zwar, allerdings steigt die Bruttowertschöpfung an. Letzterer Effekt überwiegt die Einsparmöglichkeiten auf Grund der verbesserten Energieintensität, wodurch es zu einem Anstieg des gesamten Endenergieverbrauchs kommt. Der Stromverbrauch steigt um ca. 22 % an. Typische Stromverbraucher wie EDV, Beleuchtung etc. werden effizienter, allerdings ersetzt Strom durch teilweise neue Verfahren oder Prozesse andere Energieträger (ausgelöst auch durch den Anstieg des Ölpreises). Insgesamt nimmt

der Stromverbrauch im produzierenden Bereich somit zu. Der Energieverbrauch im Jahr 2050 liegt bei ca. 394 PJ (siehe Abbildung 26).

Abbildung 26: Endenergieverbrauch produzierender Bereich (in TJ), Steering Szenario



Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a), S. 110

Technische Potenziale zur Energieeinsparung im produzierenden Bereich sind vielfältig (beispielsweise im Bereich der Wärmeversorgung, Lüftung, Kühlung, Dampferzeugung, Beleuchtung und EDV etc.).⁸⁶

Internationale Abschätzungen zur Entwicklung des Endverbrauchs des produzierenden Bereiches/Sektor Industrie

Deutschland: Die Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. errechnet für den Industriesektor im Rahmen des Innovationsszenarios einen Rückgang des Endenergieverbrauchs von 53 % zwischen 2005 und 2050. Direkt umgerechnet auf Österreich würde das einen Endenergieverbrauch von ca. 145 PJ im Jahr 2050 für den produzierenden Bereich bedeuten (2005 Endenergieverbrauch Produzierender Bereich 308,451 PJ⁸⁷). Dabei werden für Deutschland in der Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. zum Sektor Industrie die Branchen Gewinnung von Steinen, sonst. Bergbau; Ernährung und Tabak; Papierindustrie; Grundstoffchemie; sonstige chemische Industrie; Gummi- und Kunststoffwaren; Glas, Keramik; Verarbeitung von Steinen und Erden; Metallerzeugung; NE-Metalle, Giessereien; Metallbearbeitung; Maschinenbau; Fahrzeugbau und sonstige Wirtschaftszweige gezählt. Im

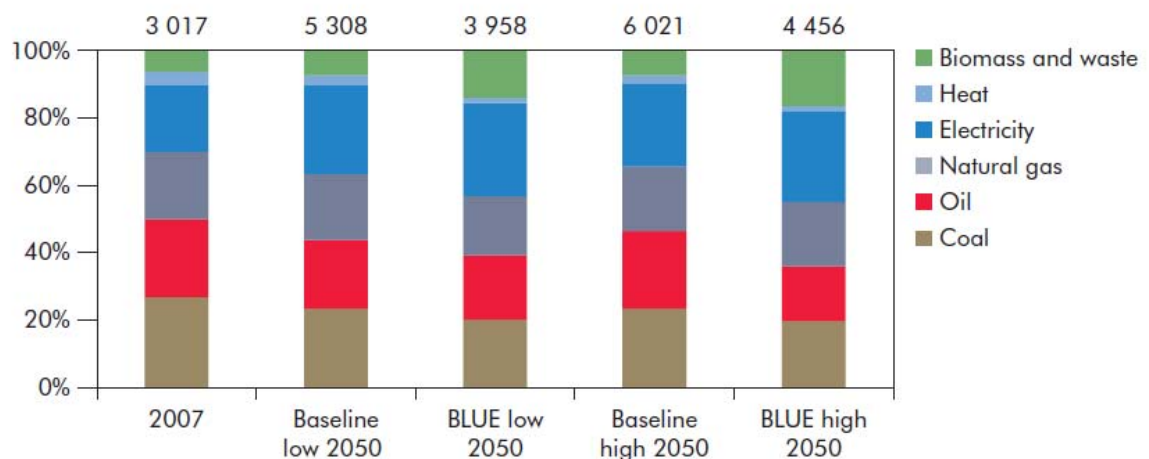
⁸⁶ Österreichische Energieagentur (2010a), S. 111ff

⁸⁷ Statistik Austria (2010a)

Innovationsszenario kommt es zu einer Verschiebung der Branchenstruktur: die Produktion von energieintensiven Branchen sinkt, die nicht energieintensiven Branchen wachsen hingegen stärker an. Bis zum Jahr 2050 kommt es zu einem Wachstum der Industrieproduktion um 34 %. Der jeweilige spezifische Verbrauch sinkt stärker als die Produktionsausweitung, wodurch insgesamt der Energieverbrauch des Sektors Industrie absinkt. Der Einsatz von Steinkohle, Braunkohle und Mineralölen sinkt, Strom gewinnt zunehmend an Bedeutung. Im Jahr 2050 deckt Strom über 40 % des Energiebedarfs, bei einer gleichzeitigen Reduktion des absoluten Stromverbrauches um ca. 46 %.⁸⁸

IEA Szenarien: Die IEA unterscheidet in den Energy Technology Perspectives 2010 zusätzlich zu den Szenarien Baseline und Blue Map auch noch nach einer geringen und hohen Nachfrage (Baseline low demand, Baseline high demand, Blue Map low demand, Blue Map high demand). Diese Unterscheidung wurde getroffen, da einerseits auf Grund der Wirtschaftskrise, andererseits auf Grund des langen Zeithorizontes eine große Unsicherheit bezüglich der Abschätzung von Wirtschaftswachstum und Nachfrage bis zum Jahr 2050 besteht. Je nach Sektor ist die Nachfrage im jeweiligen low demand Szenario um 15-30 % geringer als im high demand Szenario. Der Endenergieverbrauch steigt in allen betrachteten Szenarien im Zeitraum 2007-2050 an.

Abbildung 27: Anteile der Energienutzung im Sektor Industrie in den Baseline und Blue Szenarien, weltweit



Note: Numbers at the top of the bars show total energy use in Mtoe.

Quelle: IEA (2010b), S.170

Außerdem werden im Jahr 2050 im Sektor Industrie fossile Brennstoffe weiterhin eine bedeutende Rolle spielen. Der Anteil von derzeitig 70 % fossiler Brennstoffe am gesamten

⁸⁸ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 200ff

Energieverbrauch sinkt im Blue Map low demand Szenario auf 57 %, im Blue Map high demand Szenario auf 55 % (siehe Abbildung 27).⁸⁹

Während die IEA weltweit für den Sektor Industrie einen Anstieg des Endenergieverbrauches in den einzelnen Szenarien errechnet, könnten die Emissionen im Gebiet **OECD Europa** sinken. Eine erhöhte Energieeffizienz lässt hier den Endenergieverbrauch in den Blue Map Szenarien im Jahr 2050 um 32 % im Vergleich zum Jahr 2007 sinken; die Produktion in den Sektoren Zement und Rohstahlproduktion ist leicht rückläufig.⁹⁰

Zusammengefasst lässt sich kein eindeutiger nationaler bzw. internationaler Trend im Sektor Industrie (Produzierender Bereich) erkennen. Generell wird davon ausgegangen, dass die Effizienzgewinne in den kommenden Jahrzehnten stark ausgeschöpft werden und somit zu einer Reduktion des Energieverbrauches beitragen. Des Weiteren scheint es einen Konsens darüber zu geben, dass sich die Branchenstruktur des Sektors Industrie langfristig verschieben wird. Uneinig scheint man sich darüber zu sein, ob Effizienzgewinne Produktionsausweitungen wett machen können, und ob es zu einem Rückgang der Produktion in gewissen Branchen kommen wird.

5.1.4 Verkehr

Im Sektor Verkehr entfallen 87,5 % des gesamten Endenergieverbrauches auf den Bereich sonstiger Landverkehr (Abbildung 28). Der Flugverkehr nimmt mit großem Abstand und 7,7 % Anteil am Gesamtenergieverbrauch den zweiten Rang ein. Lediglich 2,4 % des Gesamtenergieverbrauches im Jahr 2009 von ca. 357 PJ entfallen auf den Bereich Eisenbahn.⁹¹

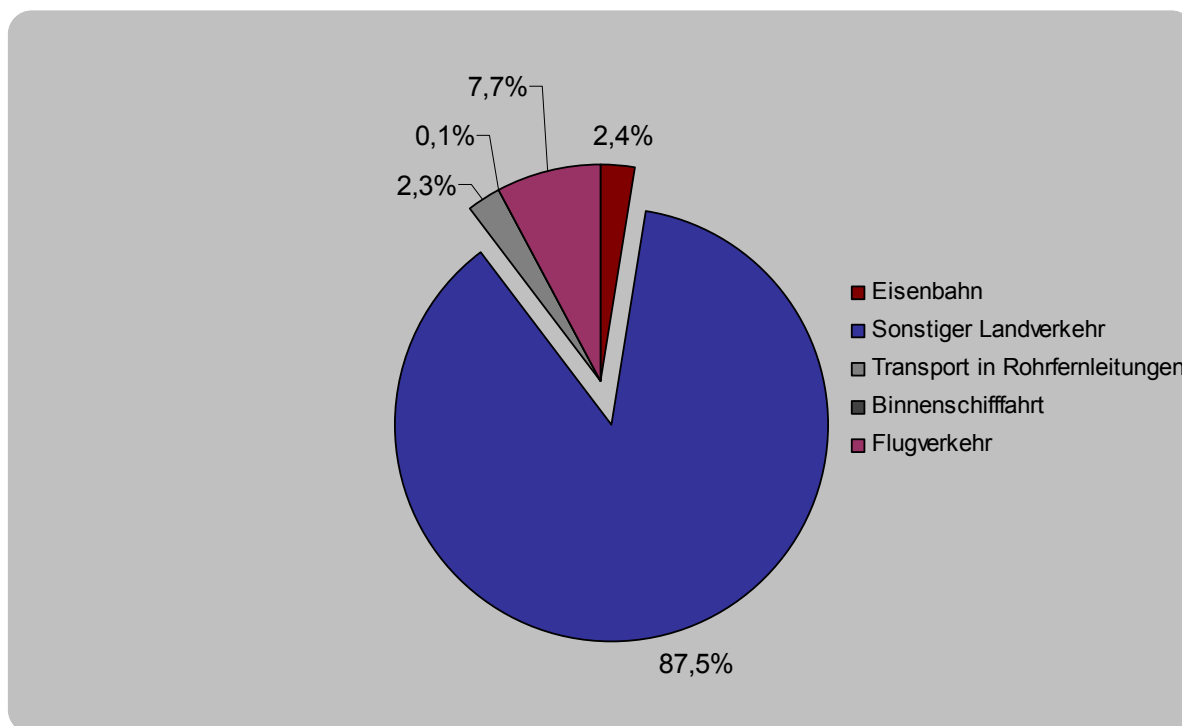
Der weitaus überwiegende Anteil der verbrauchten Energie im Bereich sonstiger Landverkehr weist auf die hohe Bedeutung des Straßenverkehrs hin. Ein deutlicher Rückgang von Verbrauch und Emissionen des Verkehrssektors bedingt einen Rückgang des Personen- und Gütertransportes auf der Straße (z.B. Raumordnung, kurze Wege), eine Teilverlagerung des Straßenverkehrs auf die Schiene, eine Stärkung der Rolle des öffentlichen Verkehrs, eine Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe und einen Umstieg auf neue Antriebskonzepte (beispielsweise Elektromobilität).

Eine rasche Verbreitung der Elektromobilität wird den Energieverbrauch und dessen Zusammensetzung maßgeblich verändern. Eine flächendeckende Verbreitung der Elektromobilität wird zu einem Anstieg des Stromverbrauches in den kommenden Jahrzehnten führen.

⁸⁹ IEA (2010b), S. 166ff

⁹⁰ IEA (2010b), S. 318

⁹¹ Statistik Austria (2010a)

Abbildung 28: Struktur des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr 2009

Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

Eine Studie des Umweltbundesamtes⁹² projiziert für das Jahr 2020 einen Bestand von 209.333 Elektrofahrzeugen (reine Elektrofahrzeuge und Plug-in Hybridfahrzeuge). Dieser Anteil entspräche knapp 4 % der österreichischen Gesamtflotte in 2020. Ein Szenario bis 2050 projiziert mit einem Bestand von über 5 Millionen Elektrofahrzeugen einen Anteil von 74 % an der Gesamtflotte.

Die österreichische Energieagentur prognostiziert in dem Steering Szenario im Jahr 2020 einen Flottenanteil reiner Elektro-Pkw von 116.473, im Jahr 2050 könnten es knapp 2,7 Millionen sein (Tabelle 9).

Tabelle 9: Anzahl der elektrobetriebenen Pkw in Österreich 2010-2050, Steering Szenario

	2010	2020	2030	2040	2050
Steering Szenario	310	116.473	886.703	1.740.253	2.685.443

Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a) S. 9, Eigene Darstellung

Für die Berechnung des Endenergieverbrauches des Sektors Verkehr wurden für das Steering Szenario der Österreichischen Energieagentur umfassende Annahmen getroffen, welche nachfolgend kurz erläutert werden.

⁹² Umweltbundesamt (2010a). *Elektromobilität in Österreich. Szenario 2020 und 2050*. Wien.

Annahmen zur Entwicklung des sozio-demographischen und räumlichen Systems

Im Steering Szenario sorgt eine vorausschauende Raumplanung dafür, dem Trend zur Suburbanisierung Einhalt zu gebieten. Dadurch soll eine Abwanderung von Wohn- und Arbeitsstandorten in den peripheren Bereich gestoppt bzw. möglicherweise umgekehrt werden.

Annahmen Energie- und Verkehrssystem

Im Steering Szenario soll eine vorausschauende Verkehrspolitik zu einer verstärkten Auslastung der Pkw führen. Die Tankstellenpreise erhöhen sich, der Bruttokaufpreis für Elektro-Pkw und Hybrid Fahrzeuge sinkt, jener für konventionelle Fahrzeuge steigt leicht an oder stagniert.

Maßnahmen Personenverkehrssystem

Die in Tabelle 10 angeführten Maßnahmen betreffen das Personenverkehrssystem im Steering Szenario.

Tabelle 10: Maßnahmenbeschreibung Personenverkehrssystem (jährliche Änderung in %), Steering Szenario

Bereich	Indikator	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
Infrastruktur Fußgeher und Radfahrer	Attraktivität	+0,1 %	+0,1 %	+0,2 %	+0,2 %
Investition in das TEN-Schiennetz	Reisegeschwindigkeit Fernverkehr	2,0 %	1,6 %	1,2 %	0,8 %
Investition in das regionale Schiennetz	Reisegeschwindigkeit Regionalverkehr	1,6 %	1,4 %	1,2 %	1,0 %
	Dichte Linien und Haltestellen	+0,2 %	+0,2 %	+0,2 %	+0,2 %
Investition in den ÖPNV	Reisegeschwindigkeit ÖPNV	1,1 %	1,0 %	0,9 %	0,8 %
	Dichte Linien und Haltestellen	+0,5 %	+0,5 %	+0,5 %	+0,5 %
Fahrpreis ÖV	Fahrpreis	-1,7 %	-1,7 %	-1,7 %	-1,7 %
Verkehrsberuhigung urbaner Raum	Reduktion Pkw-Geschwindigkeit	-1,0 %	-1,0 %	-1,0 %	-1,0 %
Klimaabgabe auf fossile Treibstoffe	Kosten je Fahrzeug-km	+6,0 %	+4,0 %	+2,0 %	+2,0 %

Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a) S. 127f, Eigene Darstellung

In diesem ambitionierten Szenario gewinnt die Infrastruktur für Fußgeher und Radfahrer an Attraktivität. Sowohl das regionale als auch das Transeuropäische Eisenbahnnetz (TEN) werden durch Investitionen gestärkt. Die Reisegeschwindigkeit erhöht sich, die Haltestellen und Linien werden verdichtet. Der Fahrpreis für den Öffentlichen Verkehr (ÖV) sinkt, wäh-

rend die Klimaabgabe auf fossile Treibstoffe vor allem in den ersten Jahrzehnten die Kosten je Fahrzeug-km erhöhen. Eine Reduktion der Pkw-Geschwindigkeit soll zur Verkehrsberuhigung im urbanen Raum führen.

Maßnahmen Energiesystem Verkehr

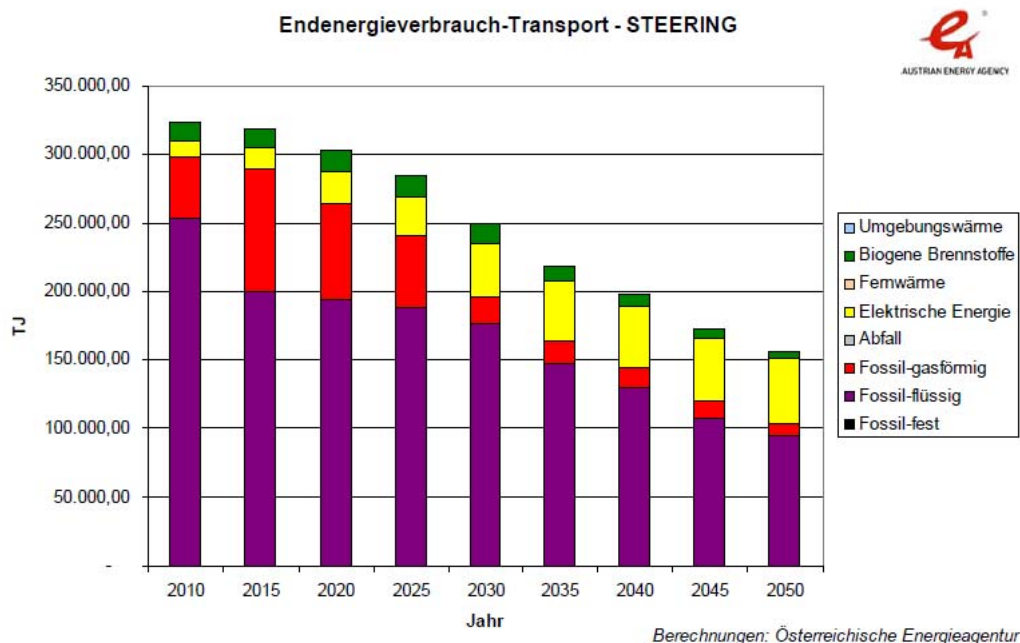
Im Steering Szenario kommt es auf der Straße, Schiene und der Schifffahrt in den kommenden Jahrzehnten zu Energieeffizienzsteigerungen. Dadurch sinkt der Verbrauch an Benzin und Diesel sowie der Verbrauch für Eisenbahn und Binnenschifffahrt.

Mit Hilfe eines Fahrzeugflotten- bzw. Verkehrsnachfragemodells wurden die Zusammensetzung der Pkw-Flotte bzw. die Entwicklung der Verkehrsleistung berechnet. Hohe Investitionen in den öffentlichen Verkehr führen im Steering Szenario zu einem deutlichen Rückgang der Fahrleistung. Dabei steigt der Anteil der rein elektrisch betriebenen Pkw auf 35 % an, während der Anteil konventioneller Fahrzeuge (VKM) auf 21 % sinkt.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor (Steering Szenario)

Ein kombinierter offensiver Ausbau der Infrastruktur für den öffentlichen Verkehr sowie für Elektrofahrzeuge führt bereits ab dem Jahr 2015 zu einem Rückgang des Endenergieverbrauches im Verkehrssektor. Ab dem Jahr 2030 sinkt die Verkehrsleistung für Pkw stark ab. 2050 beträgt der Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr ungefähr die Hälfte des Wertes aus dem Jahr 2010 (siehe Abbildung 29). Die Stromnachfrage steigt von knapp 12 PJ im Jahr 2010 auf knapp 47 PJ im Jahr 2050 an.

Abbildung 29: Endenergieverbrauch Sektor Verkehr (in TJ), Steering Szenario



Quelle: Österreichische Energieagentur (2010a), S. 134

Internationale Abschätzungen zur Entwicklung des Endverbrauchs des Sektors Verkehr

Deutschland: Die Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. errechnet für den Verkehrssektor im Innovationsszenario eine Reduktion des Energieverbrauchs um 40 % im Zeitraum 2005-2050. Legt man dieses Einsparpotenzial direkt auf Österreich um, ergäbe dies einen Verbrauch von 228 PJ im Jahr 2050 (im Jahr 2005 lag der Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr bei ca. 380 PJ⁹³). Das Einsparpotenzial von 40 % im Verkehrssektor setzt sich aus einer Reduktion des Endenergieverbrauchs im Straßenverkehr um 47 % sowie im Luftverkehr um 10 % bzw. einem Anstieg des Endenergieverbrauchs um 30 % im Schienenverkehr und plus 43 % in der Binnenschifffahrt zusammen. Im Jahr 2050 dominiert weiterhin mit einem Anteil von 73 % am gesamten Endenergieverbrauch der Straßenverkehr, gefolgt vom Luftverkehr (20 %). Betrachtet man gesondert den Bereich Personenverkehr, erreichen Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb einen Anteil von 20 % und beinahe zwei Drittel der Fahrzeuge sind Hybridfahrzeuge. Der motorisierte Individualverkehr wird im Jahr 2050 mit knapp 80 % weiterhin den Großteil der Personenverkehrsleistungen bewältigen. Die Personenverkehrsleistung beim Luftverkehr nimmt im Zeitraum von 2005-2050 um 19 % zu, dennoch kann der Treibstoffverbrauch durch eine verbesserte technische Effizienz (40 %) um 10 % gesenkt werden. Der Verbrauch von Flüssigkraftstoffen sinkt – im Jahr 2050 wird der verbleibende Bedarf an Flüssigkraftstoffen im Straßenverkehr ausschließlich mittels Biokraftstoffen der zweiten oder dritten Generation gedeckt.⁹⁴

IEA Szenarien: Die IEA entwickelte in den Energy Technology Perspectives 2010 für den Sektor Verkehr neben dem Baseline Szenario ein High Baseline Szenario sowie ein Blue Map, ein Blue Shifts und ein kombiniertes Blue Map/Shifts Szenario. Während sich die Gesamtfahrleistung im Baseline Szenario bis zum Jahr 2050 verdoppelt, verdreifacht sich diese im High Baseline Szenario. Das Blue Map Szenario fokussiert sich auf die rasche Aufnahme neuer Technologien und alternativer Treibstoffe. Im Blue Shifts Szenario verändern sich die Reisegewohnheiten, das Blue Map/Shifts Szenario kombiniert sowohl die technologischen Veränderungen als auch Änderungen in den Reisegewohnheiten.⁹⁵

In beiden Baseline Szenarien kommt es weltweit zu einem starken Anstieg des Energieverbrauches. Jegliche Effizienzverbesserungen werden durch gestiegene Verkehrsleistungen überkompensiert. Der Endenergieverbrauch im Blue Shift Szenario liegt etwas über jenem des Baseline Szenarios im Jahr 2030. Im Blue Map Szenario fällt der Energieverbrauch

⁹³ Statistik Austria (2010a)

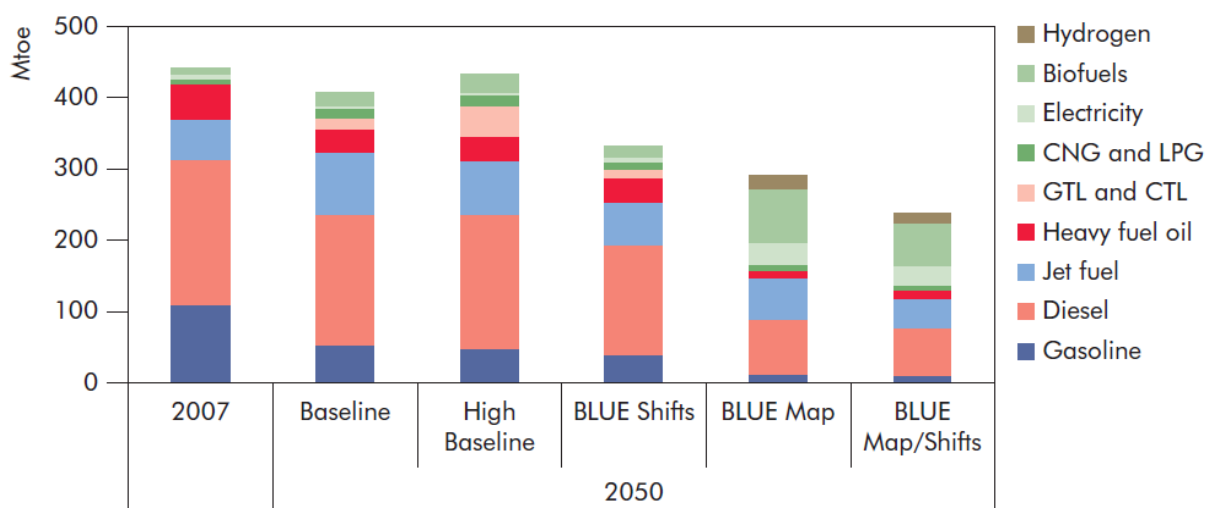
⁹⁴ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 212ff

⁹⁵ Für eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Szenarien siehe IEA (2010b), S. 263f

unter den Wert des Baseline Szenarios im Jahr 2030. Im Blue Map/Shifts Szenario erreicht der Energieverbrauch nahezu das Niveau von 2007.⁹⁶

Betrachtet man die Szenarioergebnisse für das Gebiet **OECD Europa** (Abbildung 30), so kommt es tendenziell zu einem Absinken des Energieverbrauches im Verkehrssektor. Die Blue Szenarien zeigen deutliche Veränderungen bei der Zusammensetzung des Verbrauchs verschiedener Treibstoffe. Im Blue Shifts Szenario steigt der Anteil des Schienen- und Busverkehrs im Jahr 2050 um 50 % bis 100 % verglichen mit dem Baseline Szenario. Diese Entwicklung reduziert, im Zusammenhang mit weiteren Verbesserungen wie beispielsweise Planung in der Landnutzung und Investitionen in die nicht motorisierte Verkehrsinfrastruktur, den Anstieg im Kraftfahrzeug- und Luftverkehr um 25 %.⁹⁷

Abbildung 30: Entwicklung des Energieverbrauchs der jeweiligen Szenarien, untergliedert nach Treibstoffart, OECD Europa



Quelle: IEA (2010b), S. 328

Insgesamt lässt sich aus nationalen und internationalen Studien ein Trend der Reduktion des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr erkennen. Effizienzsteigerungen, ein geändertes Verkehrsverhalten, alternative Antriebssysteme und Treibstoffe führen zu einer Reduktion des Energieverbrauches und zu einer Verringerung des Einsatzes fossiler Treibstoffe.

5.1.5 Landwirtschaft

Der Sektor Landwirtschaft trägt mit ca. 2 % einen sehr geringen Anteil zum gesamten Endenergieverbrauch bei (siehe Kapitel 4).

⁹⁶ IEA (2010b), S. 265

⁹⁷ IEA (2010b), S. 328f

Aktuelle Trends in der Landwirtschaft⁹⁸

- **Sinkender Produktionswert Land- und Forstwirtschaft:** Im Jahr 2009 sank der Produktionswert der Land- und Forstwirtschaft um 11,5 % auf rund 7,4 Mrd. Euro (Anteil der Landwirtschaft 6,1 Mrd. Euro).
- **Zunahme an Biobetrieben:** Die Anzahl der geförderten Biobetriebe ist von 2008 auf 2009 um 4,6 % auf insgesamt 20.870 Betriebe angestiegen. Die Bio-Flächen sind um 5,4 % angestiegen, womit der Anteil der Bio-Flächen an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche bei 18,5 % liegt.
- **Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Fläche:** Im Jahr 2009 betrug die landwirtschaftlich genutzte Fläche 2,80 Millionen Hektar (-0,8 % seit 2007).
- **Abnahme der Ackerbrachflächen:** Von 2005 bis 2007 nahmen die Ackerbrachflächen um ca. 20 % ab.
- **Zunahme der Energiepflanzenflächen:** Im Zeitraum 2007 bis 2009 kam es zu einem Anstieg der Flächen für Energiepflanzen von 17.473 Hektar auf 25.391 Hektar.
- **Betriebsgröße steigend:** Die durchschnittliche Betriebsgröße, gemessen an landwirtschaftlich genutzter Fläche, ist von 2005 auf 2007 leicht angestiegen.
- **Tendenz zu größeren Betriebseinheiten:** Betriebe mit einer höheren Anzahl an Tieren nehmen zu.
- **Absatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln steigend:** Der Absatz an Düngemitteln ist von rund 190.000 Tonnen im Jahr 2005 auf 229.000 Tonnen im Jahr 2008 gestiegen. Ebenso konnte ein Anstieg des Absatzes von Pflanzenschutzmitteln im selben Zeitraum beobachtet werden.
- **Rückgang der Treibhausgasemissionen:** Im Zeitraum 1990 bis 2008 reduzierte der Sektor Landwirtschaft die Treibhausgasemissionen um 11 %.

⁹⁸ Lebensministerium (2010), *Grüner Bericht 2010. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft*, Wien, S. 14ff; Umweltbundesamt (2010b), S. 76ff

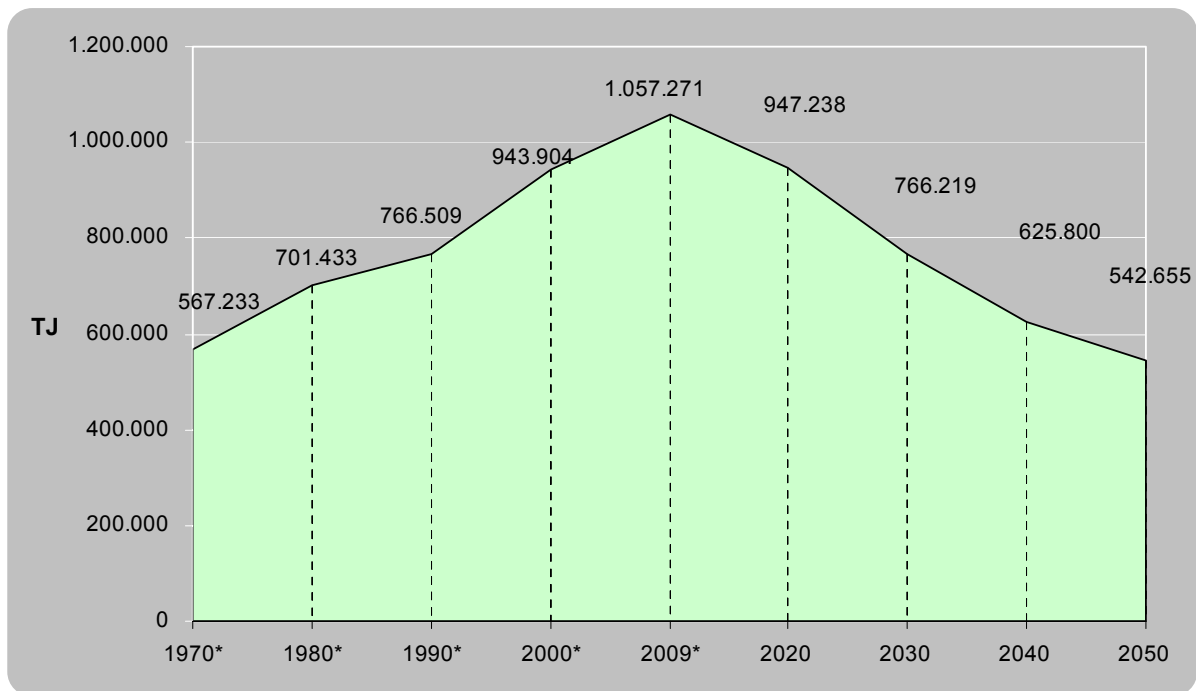
6 Entwicklung des Endenergieverbrauchs „Energie [R]evolution Österreich 2050“

Kapitel 6 beschäftigt sich mit einem Literaturüberblick zur Abschätzung des energetischen Endverbrauchs auf nationaler sowie internationaler Ebene. Für Österreich wurden einige Annahmen des Steerings Szenarios kurz dargestellt und anschließend mit internationalen Studien (Prognos und Öko-Institut e.V.; IEA) abgeglichen. Auf Basis der Erkenntnisse der umfassenden Literaturrecherche und in Abstimmung der zu erreichenden Ziele wie einer hauptsächlich auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Wirtschaft im Jahr 2050 sowie einer CO₂-Reduktion von ca. 90 % wurden Annahmen für eine *Energie [R]evolution Österreich 2050* getroffen.

6.1 Entwicklung des gesamten Endenergieverbrauchs

Für die Abschätzung des Endverbrauchs wie in Abbildung 31 wird von den Annahmen der *Energie [R]evolution Österreich 2050* (siehe Kapitel 6) ausgegangen. Für den Zeitraum nach 2020 wird in Anbetracht höherer Preise für fossile Energieträger bzw. verbesserter Energieeffizienzmaßnahmen von einer deutlichen Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch ausgegangen. Bis 2030 wird daher von einem Rückgang des Energieverbrauchs auf 766 PJ ausgegangen und bis 2050 auf ein Niveau von ca. 540 PJ.

Abbildung 31: Energetischer Endverbrauch Österreichs, 1970 bis 2009 und 2009 bis 2050 (in Terajoule)



* IST-Werte lt. Statistik Austria (2010a); Werte nach 2009 basieren auf eigenen Annahmen.

Quelle: Eigene Darstellung

Die sektoralen Annahmen, die in den Kapiteln 5.1.1 - 5.1.4 referiert wurden, bezogen sich im Wesentlichen auf die Studie der Österreichischen Energieagentur „Visionen 2050“. In dieser Studie wird detailliert der energetische Endverbrauch bis zum Jahr 2050 dargestellt. Für die *Energie [R]evolution Österreich 2050* werden teilweise die sektoralen Annahmen dieser Studie übernommen. Abschätzungen weiterer Studien wurden für jeden Sektor eingearbeitet, um „internationale Trends“ erkennen zu können. Wesentlich dabei war die Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. für Deutschland bzw. die Energy Technology Perspectives 2010 der IEA.

Kapitel 6.1.1-6.1.6 beschäftigen sich mit den Annahmen zum Endenergieverbrauch der *Energie [R]evolution Österreich 2050*.

6.1.1 Private Haushalte

Die Annahmen und Szenarioergebnisse der Österreichischen Energieagentur für das Steering Szenario“ werden übernommen. Dadurch sinkt der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte bis zum Jahr 2050 auf ca. 105 PJ (siehe Abbildung 21).

Für Deutschland prognostizierte die Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. im Innovationsszenario einen Rückgang der Endenergienachfrage der privaten Haushalte um 75 % (Basisjahr 2005). Für Österreich würde dies, bei einer direkten Umrechnung, einen Endenergieverbrauch von 71 PJ bedeuten. Um den Energiekonsum derartig zu senken, wird ein durchschnittlicher spezifischer Heizenergiebedarf von 5 kWh/m²a angenommen.⁹⁹ Diese Annahme scheint aus heutiger Sicht äußerst ambitioniert. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte entspricht daher in der *Energie [R]evolution Österreich 2050* jenem des Steering Szenarios der Österreichischen Energieagentur (siehe Abbildung 21).

6.1.2 Dienstleistungen

Ebenso wie für den Sektor private Haushalte werden die Annahmen bzw. Ergebnisse des Steering Szenarios für den Dienstleistungssektor übernommen. Für Deutschland wurde im Innovationsszenario der Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. ein Rückgang des Energieverbrauchs im Dienstleistungssektor von 67 % projiziert (umgelegt auf Österreich würde dies einen Endenergieverbrauch von 43 PJ bedeuten).¹⁰⁰ Einsparungen in dieser Größenordnung erscheinen als sehr ambitioniert; weiters muss darauf hingewiesen werden, dass

⁹⁹ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 288ff

¹⁰⁰ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 196

die Struktur des deutschen Dienstleistungssektors nicht mit dem österreichischen übereinstimmt.

Der Endenergieverbrauch des Dienstleistungssektors entspricht somit in der *Energie [R]evolution Österreich 2050* jenem des Steering Szenarios der Österreichischen Energieagentur (siehe Abbildung 22).

6.1.3 Produzierender Bereich

Im Steering Szenario der Österreichischen Energieagentur steigt der Energieverbrauch im produzierenden Bereich an. Grund dafür ist, dass die Produktionsausweitungen die Effizienzgewinne übersteigen.

Prognos und Öko-Institut e.V. errechnen im Rahmen des Innovationsszenarios einen Rückgang des Endenergieverbrauchs des Sektors Industrie von 53 % zwischen 2005 und 2050. Da der jeweilige spezifische Verbrauch stärker sinkt als die Produktionsausweitungen, kommt es insgesamt zu einem Absinken des Endenergieverbrauches. Energieintensive Branchen verzeichnen zukünftig einen Rückgang der Produktion, nicht energieintensive Branchen wachsen allerdings deutlich stärker. Insgesamt kommt es dadurch zu einem Anstieg der Industrieproduktion bis 2050 um 34 %.¹⁰¹

Eine weitere Studie von Prognos, EWI und GWS¹⁰² errechnet in den Zielszenarien eine Reduktion des Energieverbrauchs der Industrie von 37 % bis 38 %. Dabei wird die ansteigende Industrieproduktion durch eine verbesserte Energieeffizienz deutlich überkompensiert.¹⁰³

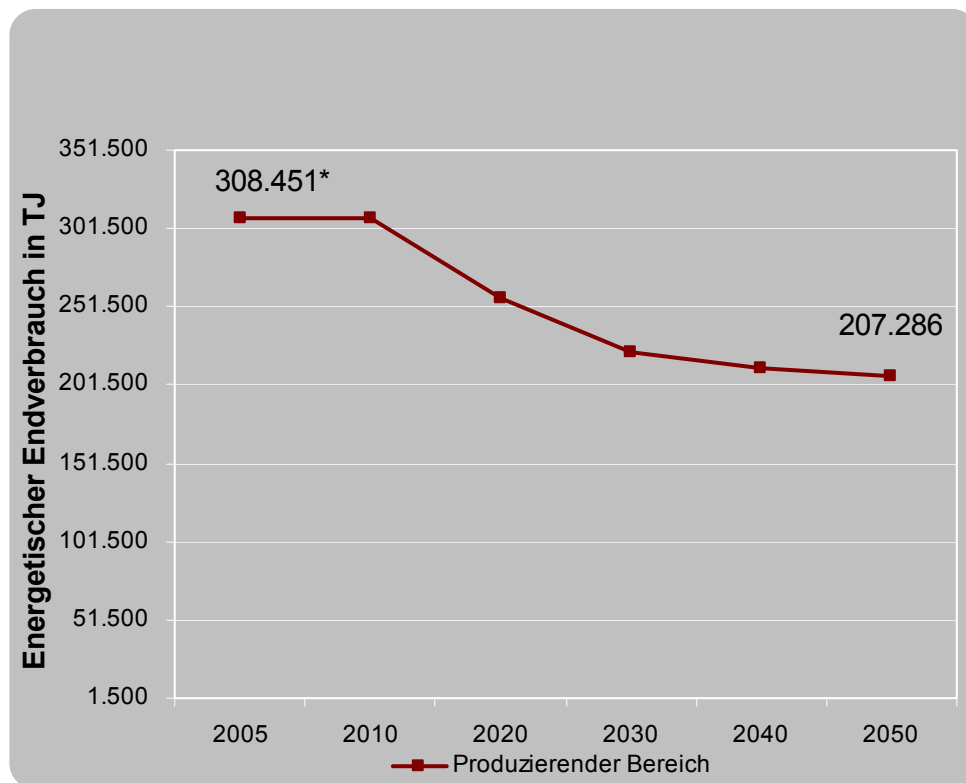
In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* wird für die kommenden Jahrzehnte eine Abnahme des Endenergieverbrauchs im produzierenden Bereich angenommen. Die Reduktion des Energieverbrauchs stützt sich auf die Studien von Prognos und Öko-Institut e.V. sowie von Prognos, EWI und GWS. In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* sinkt der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2050 um -33 % (Basisjahr 2005, Endenergieverbrauch 308.451 TJ¹⁰⁴) auf ca. 207 PJ (Abbildung 32).

¹⁰¹ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 200ff

¹⁰² Prognos, EWI und GWS (2010). *Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung*. Basel/Köln/Osnabrück.

¹⁰³ Prognos, EWI und GWS (2010), S. 51

¹⁰⁴ Statistik Austria (2010a)

Abbildung 32: Energetischer Endverbrauch Produzierender Bereich, Energie [R]evolution Österreich 2050

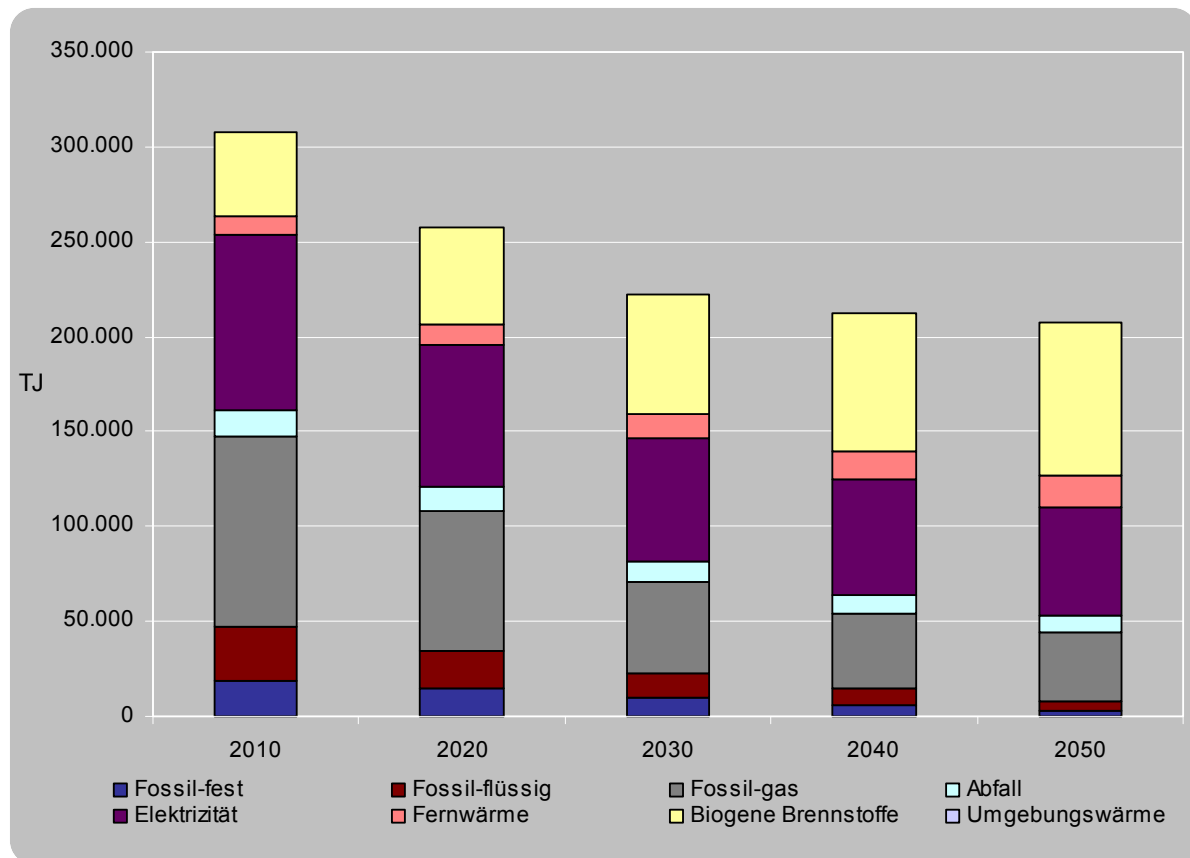
*Wert 2005 lt. Statistik Austria (2010a), für 2010 wurde der Wert von 2009 fortgeschrieben
 Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 33 gibt einen Überblick über die Entwicklung des Endenergieverbrauchs, unterteilt auf die verschiedenen Energieträger. Der Einsatz fossiler Energieträger sinkt bis 2050. Kohle (Koks) wird im Jahr 2050 insbesondere in der Stahlproduktion verwendet, die übrigen fossilen Energieträger finden Anwendung im Bereich der Zement-, Aluminium- und Papierindustrie, d.h. in jenen Branchen, in welchen fossile Energieträger besonders schwer zu substituieren sind. Insbesondere biogene Brennstoffe werden im produzierenden Bereich vermehrt eingesetzt um den Nieder- und Hochtemperaturbedarf zu decken. Diese Annahme korrespondiert mit jener der IEA: Biomasse wird verstärkt eingesetzt, gleichzeitig ist die vollständige Substitution fossiler Energieträger bis zum Jahr 2050 aus heutiger Sichtweise nicht vorhersehbar (siehe Kapitel 5.1.3). Der energetische Endverbrauch aus Abfällen ist in *der Energie [R]evolution Österreich* auf Grund eines verbesserten Recyclings rückläufig. Elektrische Energie wurde um 38 % verringert (2010-2050). Einsparpotenziale von Strom im Bereich der Industrie sind vielfältig. Eine Studie der Energy Economics Group, TU Wien¹⁰⁵ zeigt Einsparpotenziale für verschiedene Bereiche auf (z.B. Standmotoren, Druckluftsysteme, Pumpen etc.). Ein Einsparpotenzial von 38 % bis 2050 im Strombereich kann somit als realistisch angesehen werden. Die Entwicklung neuer Materialien und Prozesse mit Hilfe zukunftsweisen-

¹⁰⁵ Energy Economics Group (2008), S. 152ff

den Technologien wie beispielsweise der Nano- und Biotechnologie können den Energieverbrauch im Bereich der Industrie ebenso senken wie beispielsweise der Austausch energieintensiver Komponenten (z.B. Ersatz von Stahl anhand genau angepasster Keramik- und Kompositwerkstoffe für Fahrzeuge usw.)¹⁰⁶

Abbildung 33: Energetischer Endverbrauch Produzierender Bereich *Energie [R]evolution Österreich 2050*



Quelle: Eigene Darstellung

6.1.4 Verkehr

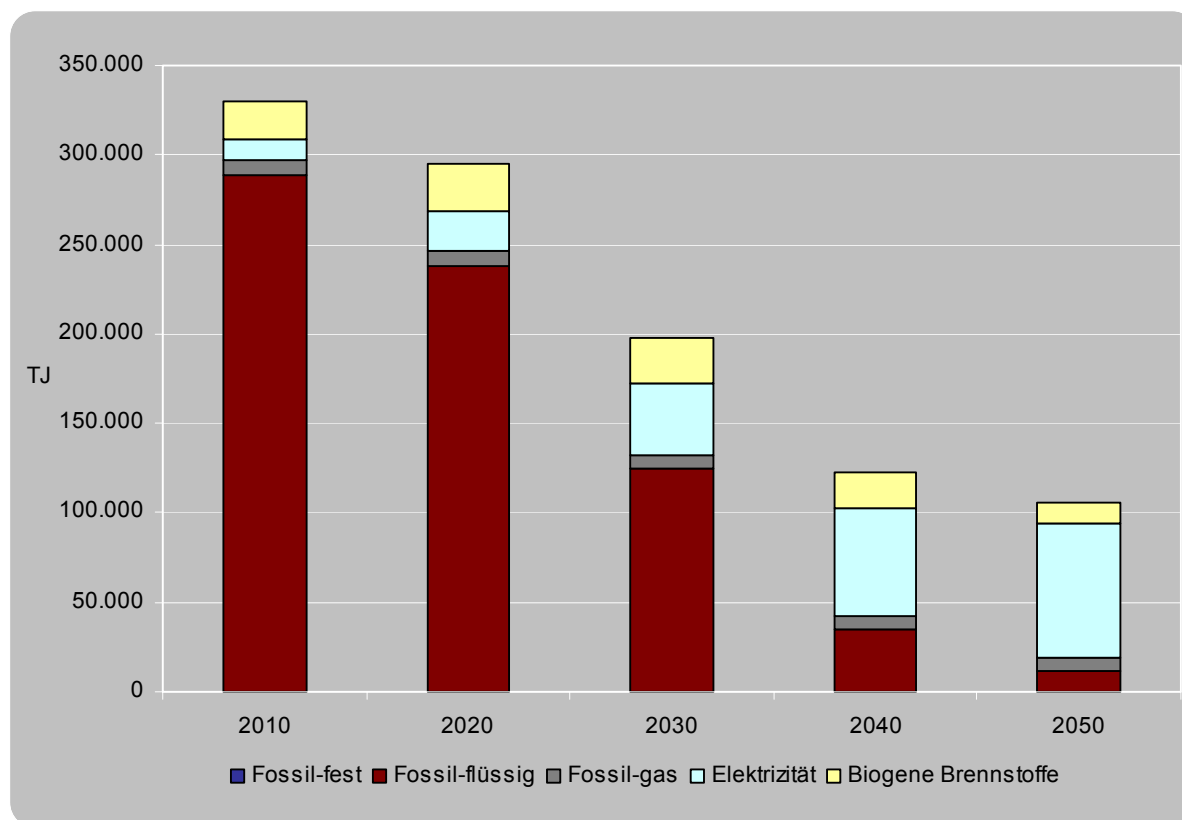
Der Entwicklung des Energieverbrauchs im Sektor Verkehr wird künftig vor allem durch den Umstieg auf alternative Antriebssysteme (z.B. Elektromobilität) bestimmt werden. Hinsichtlich der Entwicklung des Energieverbrauchs des Sektors Verkehr werden für das Jahr 2010 der *Energie [R]evolution Österreich 2050* die Daten laut Energiebilanz der Statistik Austria für das Jahr 2009 herangezogen und geringfügig abgeändert. Ab dem Jahr 2010 werden ein verstärkter Einsatz von Elektromobilität und eine stärkere Energieeffizienz angenommen. Die Annahmen des Steering Szenarios der Österreichischen Energieagentur wurden nicht übernommen.

¹⁰⁶ Prognos, EWI und GWS (2010), S. 58

Verkehr (exklusive Flugverkehr)

Für den Zeitraum 2010-2050 erfolgt die Annahme, dass fossile Energieträger rückläufig sind und im Jahr 2050 lediglich als „Restbestände“ auftreten (siehe Abbildung 34).

Abbildung 34: Energetischer Endverbrauch Verkehr (ohne Flugverkehr) Energie [R]evolution Österreich 2050



Quelle: Eigene Darstellung

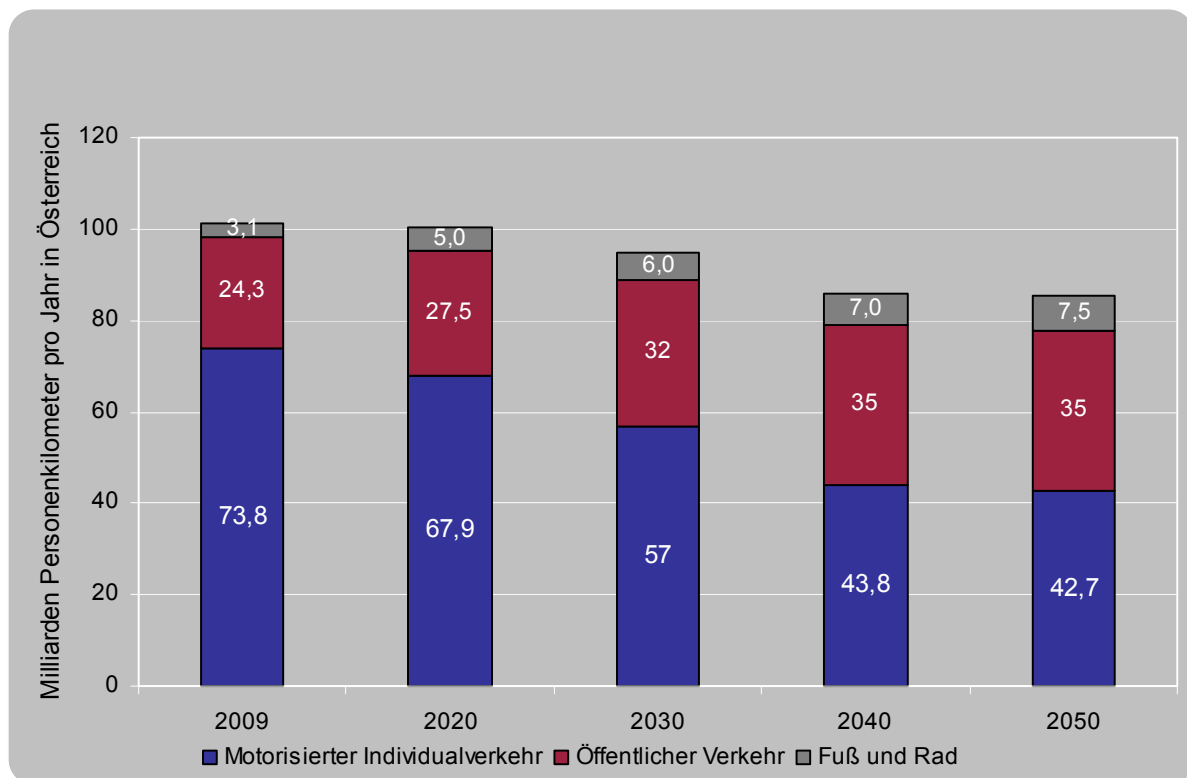
Diese Annahme korrespondiert mit der Studie von Prognos und Öko-Institut e.V.: im Innovationsszenario werden flüssige Kraftstoffe durch Biokraftstoffe ersetzt, bis 2050 ausschließlich Biokraftstoffe (anstelle fossiler Treibstoffe) im Straßenverkehr eingesetzt werden.¹⁰⁷ Der Einsatz fossil-flüssiger Energieträger in der *Energie [R]evolution Österreich 2050* sinkt wesentlich stärker als im Steering Szenario der Österreichischen Energieagentur, hingegen steigt der Bedarf an Elektrizität an. Biogene Brennstoffe werden vor allem bis 2020 vermehrt eingesetzt, anschließend ist der Einsatz im Verkehr (ausgenommen Flugverkehr) rückläufig. Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* legt damit deutlich den Fokus auf eine zunehmende Elektrifizierung der Mobilität. Biogene Brennstoffe werden vermehrt in der Übergangszeit eingesetzt, bis sie im Jahr 2050 nur in Bereichen eingesetzt werden, welche schwer auf Elektromobilität umzustellen sind (beispielsweise Schwerverkehr). Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* zeigt auf, dass der Energieverbrauch im Verkehrsbereich stark rückläufig sein muss und gleichzeitig der Trend zur Elektrifizierung unumgänglich sein wird. Biogene

¹⁰⁷ Vgl. Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 224

Brennstoffe können, abgesehen vom Flugverkehr, im Jahr 2050 nur eine untergeordnete Rolle spielen. Insgesamt ist der Energieverbrauch stark rückläufig. Der starke Rückgang des Endenergieverbrauchs lässt sich einerseits durch die Elektrifizierung des Verkehrs und andererseits durch eine wesentliche Steigerung der Energieeffizienz erklären.

Der sich daraus ergebende Modal-Split ist in Abbildung 35 sowie Abbildung 36 dargestellt. Dabei wird die Aufteilung des inländischen Personenverkehrs (exkl. Flugverkehr) auf die Transportmodi motorisierter Individualverkehr, öffentlicher Verkehr, Fuß und Rad dargestellt. Insgesamt verringert sich die Anzahl der zurückgelegten Personenkilometer. Eine derart starke Reduktion des Endenergieverbrauchs, dargestellt in Abbildung 34, erfordert einerseits eine Reduktion der Personen- und Tonnenkilometer (Pkm, Tkm), andererseits den Umstieg auf effiziente Verkehrsmittel. Abbildung 35 zeigt, dass sich der Modal Split im Personenverkehr (ausgenommen Flugverkehr) vom motorisierten Individualverkehr hin zu umweltfreundlichen Verkehrsformen, wie beispielsweise dem öffentlichen Verkehr, verschiebt.

Abbildung 35: Modal Split Personenverkehr (exkl. Flugverkehr), Energie [R]evolution Österreich 2050

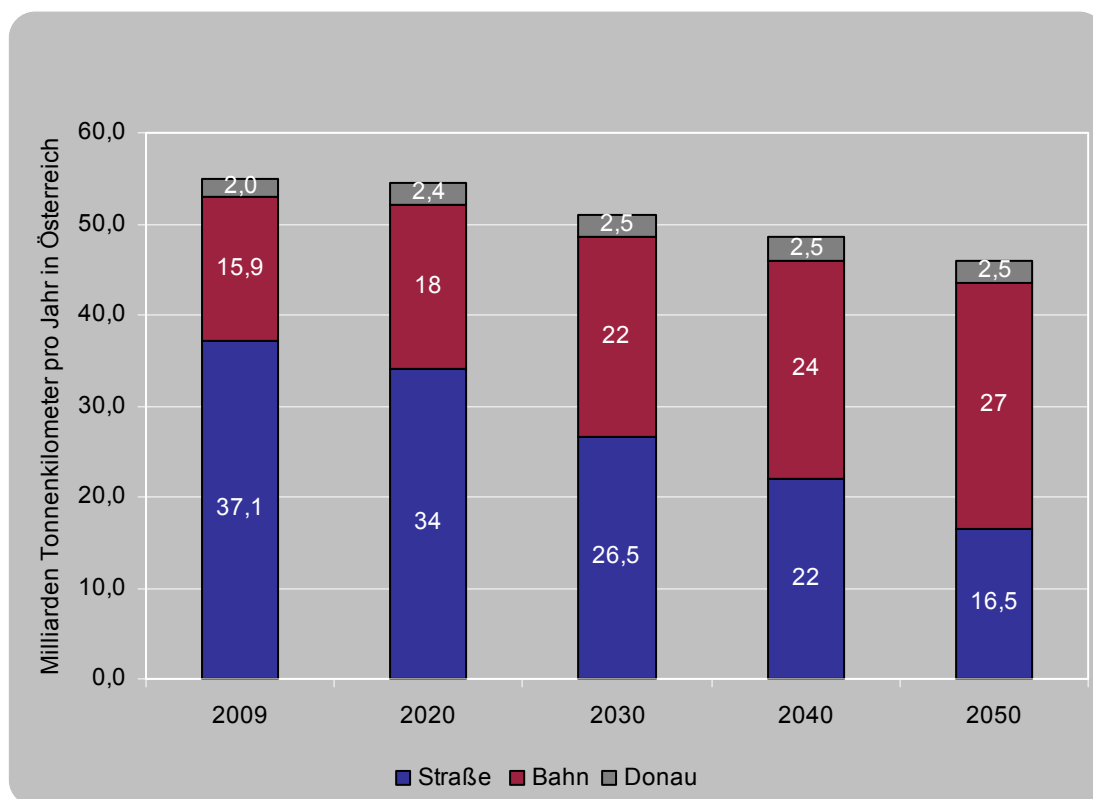


Quelle: Eigene Darstellung, Werte für 2009 laut Umweltbundesamt (2010)

Die Reduktion des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor bedingt auch einen Rückgang beim Gütertransport (Abbildung 36). Wurden im Jahr 2009 noch 37,1 Milliarden Tkm auf der Straße zurückgelegt, werden im Jahr 2050 nur 16,5 Milliarden Tkm mit Lkws zurückgelegt. Dies entspricht einer Reduktion von knapp 56 % des Straßengüterverkehrs. Im Gegensatz

dazu steigt die Transportleistung der Bahn von 15,9 auf 27 Milliarden Tkm an (+ 70 %). Die absolute Verkehrsleistung (Pkm, Tkm) sowie der Modal Split der *Energie [R]evolution Österreich 2050* hängen wesentlich von den getroffenen Annahmen zur Entwicklung der Energieeffizienz (kWh/Pkm, kWh/Tkm ab) im Verkehr ab.

Abbildung 36: Modal Split Güterverkehr (Inland exkl. Flugverkehr), *Energie [R]evolution Österreich 2050*



Quelle: Eigene Darstellung, Werte für 2009 laut Umweltbundesamt (2010)

Entwicklung des Flugverkehrs

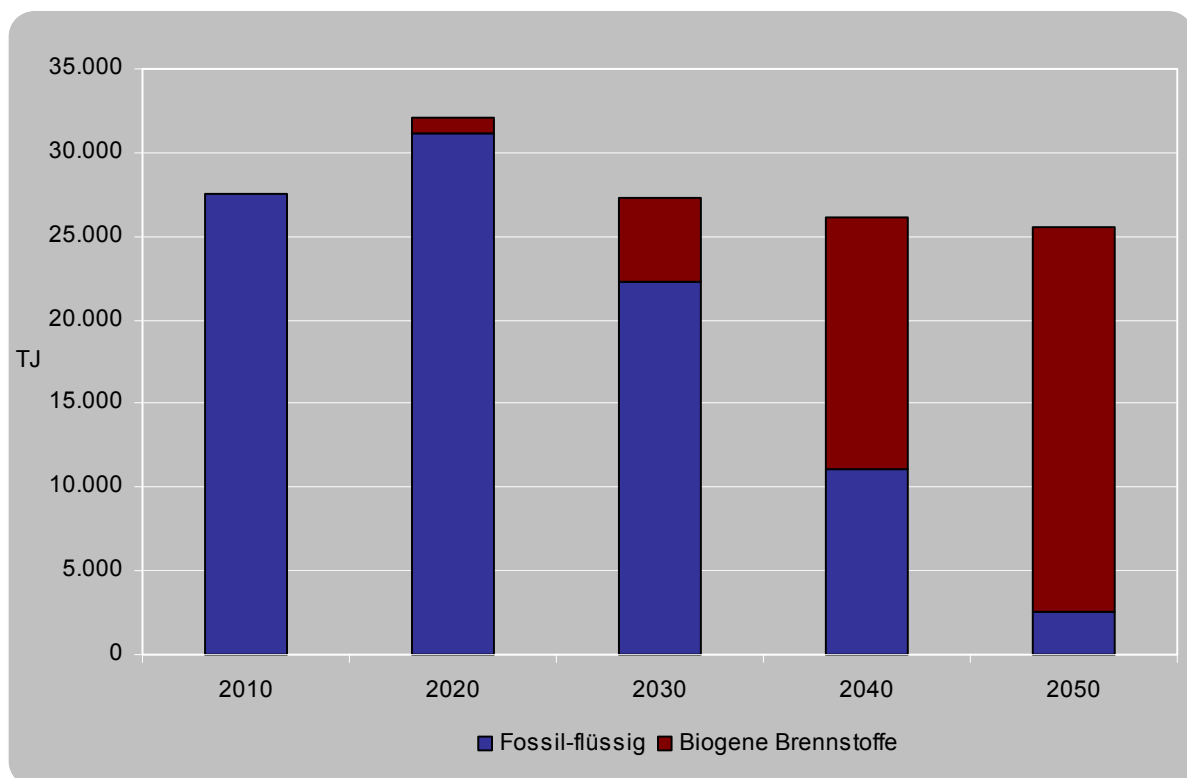
Der Anteil des Flugverkehrs am gesamten Endverbrauch lag im Jahr 2009 bei 7,7 % (siehe Kapitel 5.1.4). In den letzten elf Jahren (1999-2009) erreichte der Endenergieverbrauch des Flugverkehrs mit ca. 31,5 PJ in den Jahren 2007 und 2008 den Höhepunkt. Im Jahr 2009 sank der Endenergieverbrauch auf ungefähr 27,5 PJ.¹⁰⁸ Für die *Energie [R]evolution Österreich 2050* wird, ähnlich der Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. für Deutschland, eine Zunahme der Personenverkehrsleistung angenommen bei einem gleichzeitigen Rückgang des Energieverbrauchs. Die Reduktion des Energieverbrauchs ergibt sich aus einer gesteigerten Energieeffizienz in den kommenden Jahrzehnten.¹⁰⁹

¹⁰⁸ Statistik Austria (2010a)

¹⁰⁹ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 229

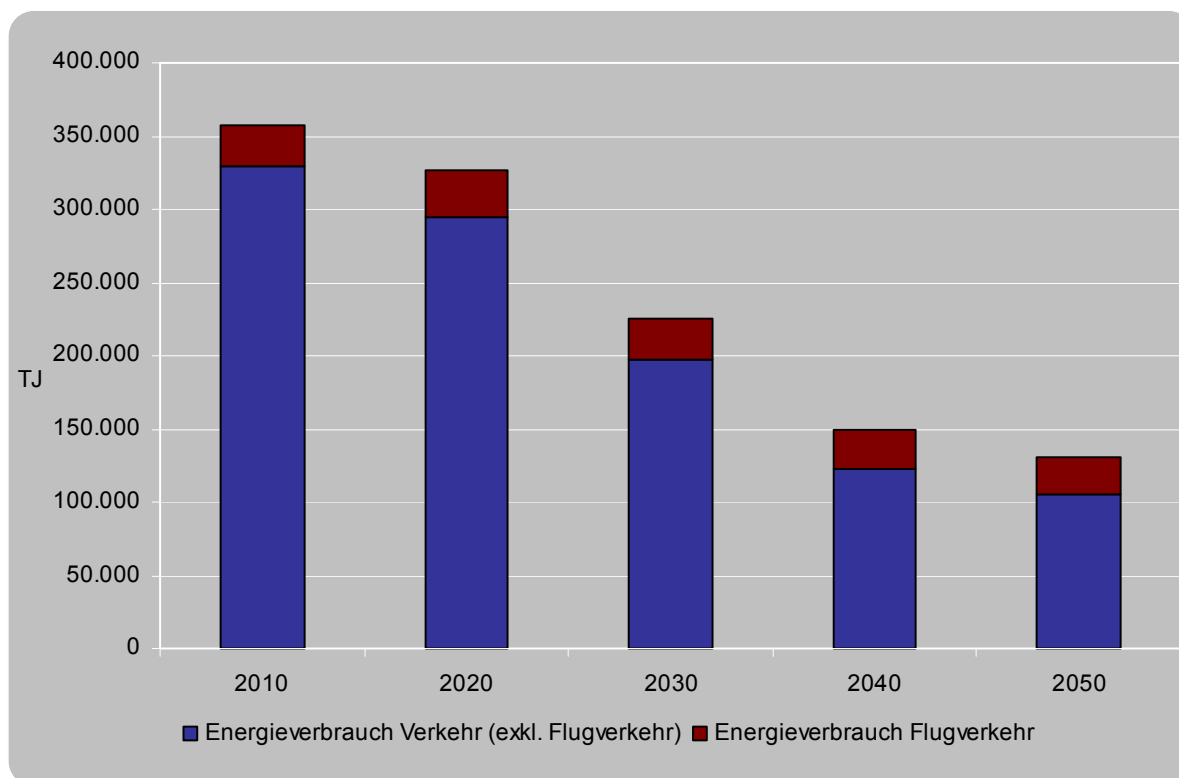
Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für den Flugverkehr der *Energie [R]evolution Österreich 2050* ist in Abbildung 37 dargestellt. Im Jahr 2050 liegt der Endenergieverbrauch der *Energie [R]evolution Österreich 2050* für den Bereich Flugverkehr um 10 % unter dem Wert von 2005 und erreicht damit ungefähr den Wert von 2004. Bis zum Jahr 2020 wird ein Anstieg des Endverbrauchs im Flugverkehr erwartet (zunehmende Personenverkehrsleistung, Effizienzsteigerungen können diesen Zuwachs noch nicht kompensieren). Ab 2020 wird angenommen, dass Effizienzsteigerungen im Flugverkehr den Energieverbrauch deutlich reduzieren können. Im Gegensatz zum Landverkehr spielen biogene Treibstoffe im Flugverkehr eine zunehmend stärkere Rolle. Bis zum Jahr 2020 erfolgt die Annahme, dass ein lediglich geringer Anteil an Treibstoffen über Biotreibstoffe abgedeckt werden kann, im Jahr 2050 allerdings wird angenommen, dass biogene Brennstoffe mit 23 PJ fast den gesamten Treibstoffbedarf abdecken werden (siehe Abbildung 37).

Abbildung 37: Endenergieverbrauch Flugverkehr, *Energie [R]evolution Österreich 2050*, unterteilt nach Energieträgern (TJ)



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 38 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr im Zeitraum 2010-2050 in der *Energie [R]evolution Österreich 2050*. Im Jahr 2050 beträgt der energetische Endverbrauch im Sektor Verkehr nur mehr knapp 131 PJ.

Abbildung 38: Energetischer Endverbrauch Sektor Verkehr, Energie [R]evolution Österreich 2050

Quelle: Eigene Darstellung

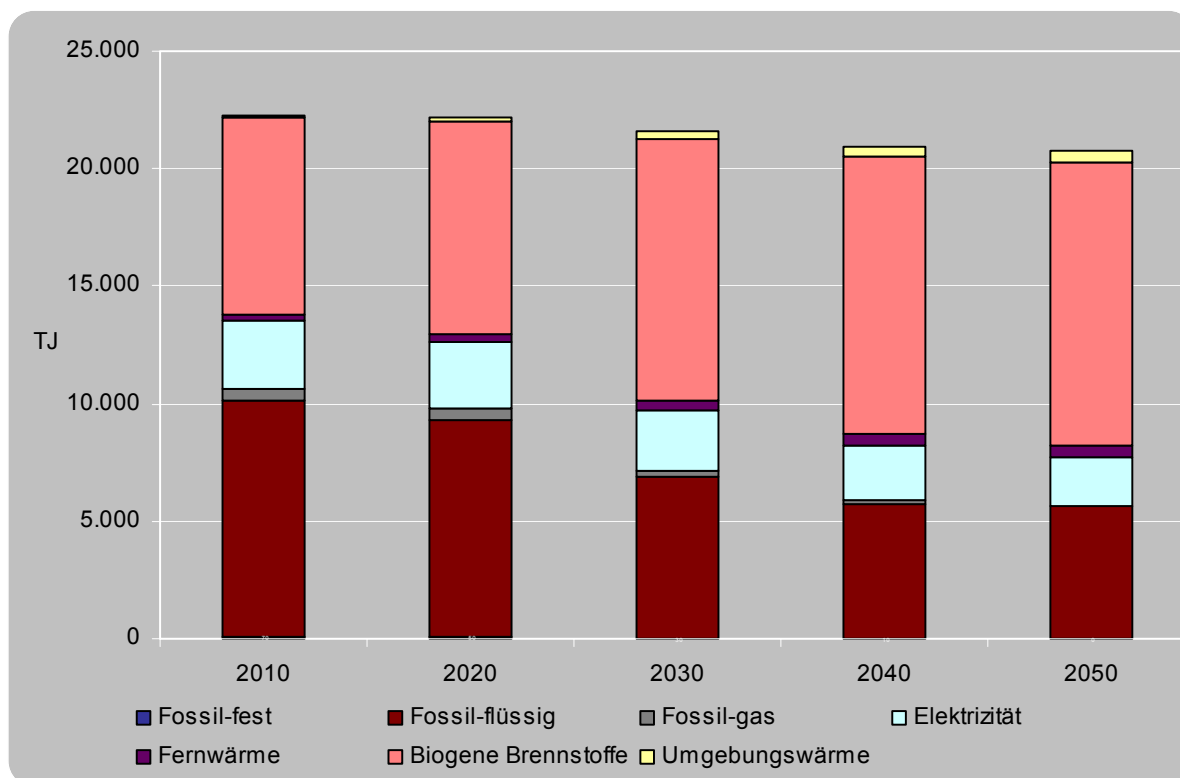
6.1.5 Landwirtschaft

Im Jahr 2005 belief sich der Endenergieverbrauch des Sektors Landwirtschaft auf ca. 23 PJ, im Jahr 2009 auf ca. 22 PJ¹¹⁰.

Zukunftsperspektiven der Landwirtschaft: Endenergieverbrauch

Für die zukünftige Entwicklung wird ein weiterer Anstieg der Zahl der Biobetriebe bzw. des Umfangs von Bio-Flächen erwartet. Insgesamt wird ein geringfügiger Produktionsrückgang erwartet. Die Energieeffizienz im Landwirtschaftssektor kann bis 2050 ansteigen. Im Zuge der Erhöhung des Anteils der Erneuerbaren Energieträger wird weiterhin ein steigender Anteil an Energiepflanzenflächen erwartet. Der erwartete Anstieg der Biobetriebe führt zu einem verringerten Einsatz an Düngemitteln sowie Pflanzenschutzmitteln. In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* verringert sich der Energieverbrauch des Sektors von ca. 22.200 TJ im Jahr 2010 auf ca. 20.750 TJ im Jahr 2050 (Abbildung 39).

¹¹⁰ Statistik Austria (2010a)

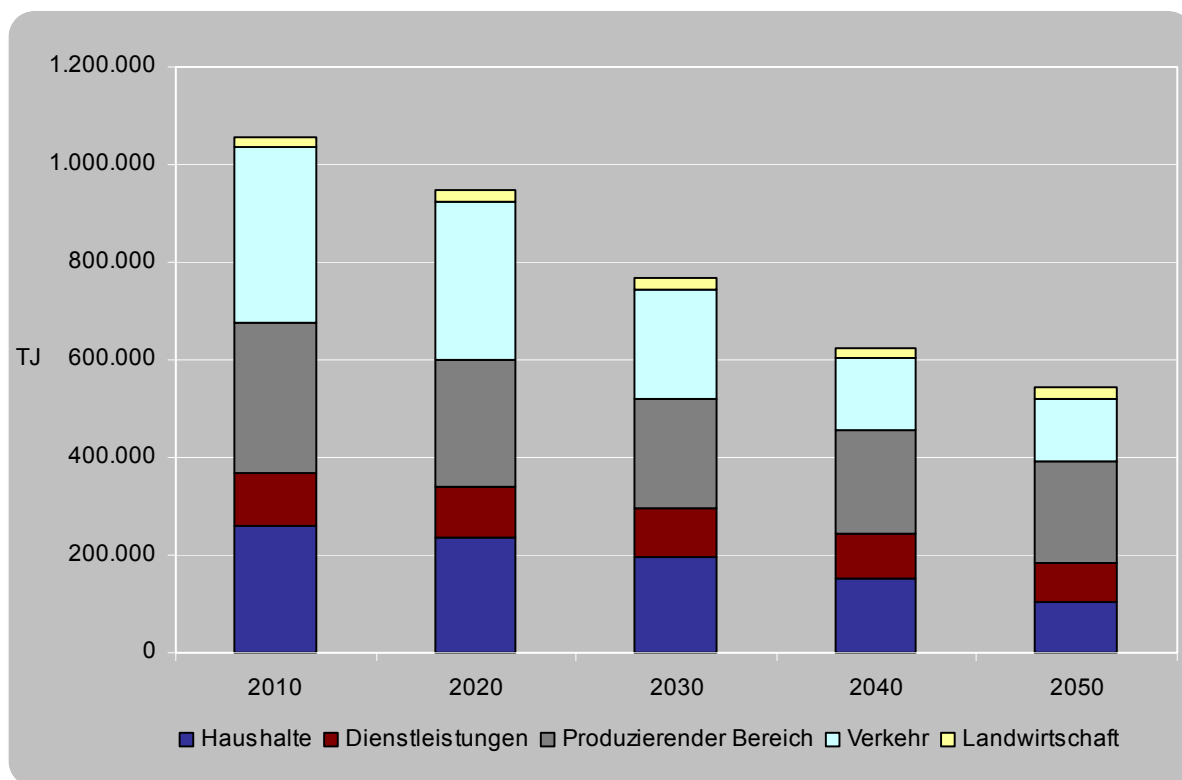
Abbildung 39: Energetischer Endverbrauch Sektor Landwirtschaft *Energie [R]evolution Österreich 2050*

Quelle: Eigene Darstellung

6.1.6 Energetischer Endverbrauch *Energie [R]evolution Österreich 2050*

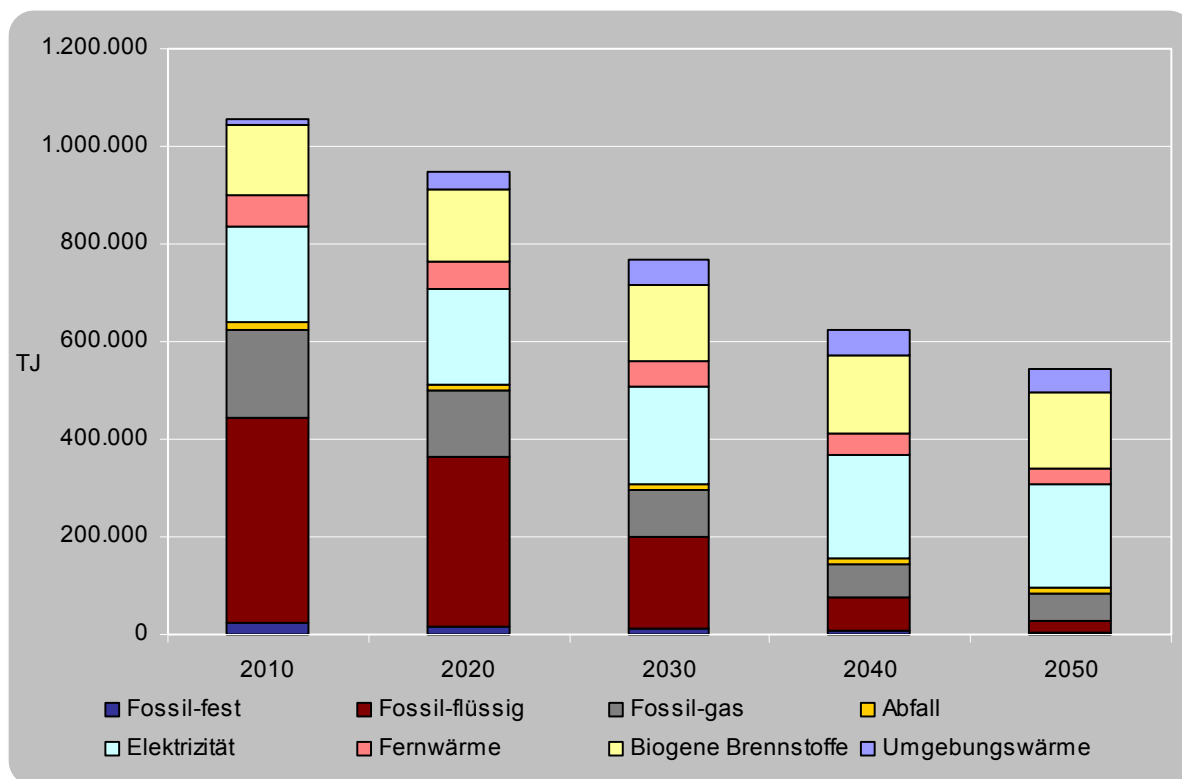
Abbildung 40 gibt eine Übersicht zum Endenergieverbrauch der *Energie [R]evolution Österreich 2050* entsprechend den getroffenen Annahmen für die Kapitel 6.1.1-6.1.5. Der Endenergieverbrauch in der *Energie [R]evolution Österreich 2050* sinkt von ca. 1.060 PJ im Jahr 2010 auf ca. 540 PJ im Jahr 2050. Der Anteil an fossilen Energieträgern reduziert sich bis zum Jahr 2050 auf 15,5 % (siehe Abbildung 41). Strom und Fernwärme werden 2050 vollständig mittels erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Fossile Energieträger werden vor allem noch in der Produktion (Stahl-, Zement-, Aluminiumindustrie) und dem Sektor Verkehr (überwiegend Schwerverkehr) eingesetzt.

Abbildung 40: Endenergieverbrauch *Energie [R]evolution Österreich 2050*, nach Sektoren (TJ)



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 41: Endenergieverbrauch *Energie [R]evolution Österreich 2050*, nach Energieträgern (TJ)



Quelle: Eigene Darstellung

7 Potenzialabschätzung für erneuerbare Energieträger in Österreich

Allgemein bekannt ist, dass fossile Energieträger nicht nur die Umwelt belasten sondern auch eine erschöpfbare Ressource darstellen. Weniger geläufig ist der Umstand, dass die Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger begrenzt ist bzw. Erneuerbare in Abhängigkeit lokaler Gegebenheiten (beispielsweise Geothermie) nur begrenzt nutzbar sind. Im folgenden Abschnitt wird eine Potenzialabschätzung verfügbarer erneuerbarer Energieträger bis zum Jahr 2050 dargestellt. Aufbauend darauf wird gezeigt, dass die in Österreich verfügbaren erneuerbaren Energiere Ressourcen unter bestimmten Voraussetzungen ausreichen, den ermittelten Endenergieverbrauch der *Energie [R]evolution Österreich 2050* weitestgehend mit Erneuerbaren abzudecken. Abschließend lässt sich das CO₂-Einsparpotenzial errechnen.

7.1 Wasserkraft

Im Jahr 2009 betrug der Verbrauch von Energie aus Wasserkraft 145.057 TJ, was einem Anteil von 10,71 % am gesamten Bruttoinlandsverbrauch Österreichs entspricht. Insgesamt wurden im Jahr 2009 laut Daten der Statistik Austria 40,3 TWh (145 PJ) an Wasserkraft erzeugt.¹¹¹ Hinsichtlich des noch verfügbaren Potenzials an Wasserkraft gibt es seit Jahren intensive Diskussionen. Die im Jahr 2008 veröffentlichte Wasserkraftpotenzialstudie von Pöyry Energy¹¹² ermittelte für Österreich ein theoretisch noch verfügbares Potenzial von 75.000 GWh (Abbildung 42).

Ausgehend davon wurde ein Technisch-Wirtschaftliches Restpotenzial von 56.100 GWh berechnet. Ein Großteil (38.200 GWh) davon wurde bereits erschlossen, womit sich ein verbleibendes Restpotenzial von 17.900 GWh ergibt. Unter Berücksichtigung sensibler Gebiete mit höchster Priorität (Nationalparks sowie Welterbestätten Wachau) reduziert sich das Restpotenzial um weitere 5.000 bis 5.200 GWh, wodurch sich das Technisch-Wirtschaftliche Restpotenzial auf weniger als 13.000 GWh beläuft.

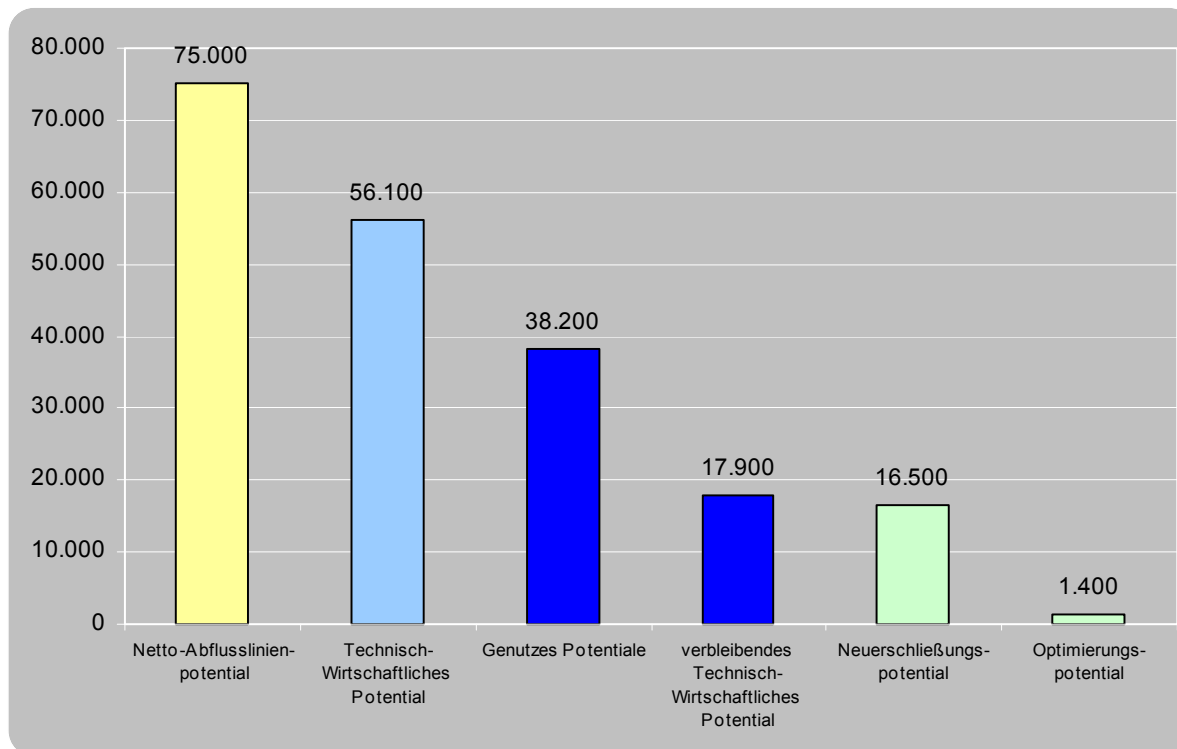
Nicht berücksichtigt wurden in dieser Potenzialabschätzung mögliche Auswirkungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL): mögliche Ausbauziele stehen in einem unmittelbaren Konflikt mit den Zielen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (z.B. verbietet die Richtlinie grundsätzlich eine Verschlechterung des Zustandes der Oberflächengewässer und erfordert die Gewährleistung eines ökologischen Mindeststandards), wodurch das heimische Potenzial an Wasserkraft nicht voll ausgeschöpft werden kann. Eine höhere Restwasserdotation hat nicht nur

¹¹¹ Statistik Austria (2010a)

¹¹² Pöyry Energy GmbH (2008). *VEÖ Wasserkraftpotentialstudie Österreich*, Endbericht. Studie erstellt von Pöyry Energy GmbH im Auftrag des VEÖ. Wien.

Auswirkung auf noch zu errichtende Kraftwerke, sondern reduziert auch das Stromerzeugungspotenzial bestehender Anlagen. Das verbleibende Restpotenzial an Wasserkraft muss damit nochmals deutlich reduziert werden.

Abbildung 42: Wasserkraft Ausbaupotenzial in Österreich (in GWh)



Quelle: Pöyry Energy GmbH (2008), Eigene Darstellung

Im Masterplan des Verbands der Elektrizitätsunternehmen Österreichs zum Ausbau des Wasserkraftpotenzials wird bis 2020 ein Zubau von 7 TWh gefordert.¹¹³ Die Energiestrategie Österreich sieht bis zum Jahr 2015 einen Ausbau um 3,5 TWh vor, wobei 0,7 TWh durch mehr Effizienz erreicht werden sollen. Als „ambitioniert-realistisch“ wird das Potenzial von 4 TWh bis 2020 in einer Publikation des Lebensministeriums bezeichnet.¹¹⁴ Dabei geht man davon aus, dass drei Viertel (3 TWh/11 PJ) des zusätzlichen Potenzials aus Großkraftwerken und ein Viertel (1 TWh, 4 PJ) aus Kleinkraftwerken zu erwarten sei. Für die weitere Analyse wird angenommen, dass ein weiterer Ausbau um 4 TWh bis 2020 – unter Berücksichtigung der ökologischen Schutzbedürfnisse – machbar ist. Für den Zeitraum nach 2020 wird nur mehr ein sehr eingeschränktes Potenzial von 1 TWh erwartet, welches sich größtenteils aus Erneuerungs- und Verbesserungsinvestitionen ergibt.

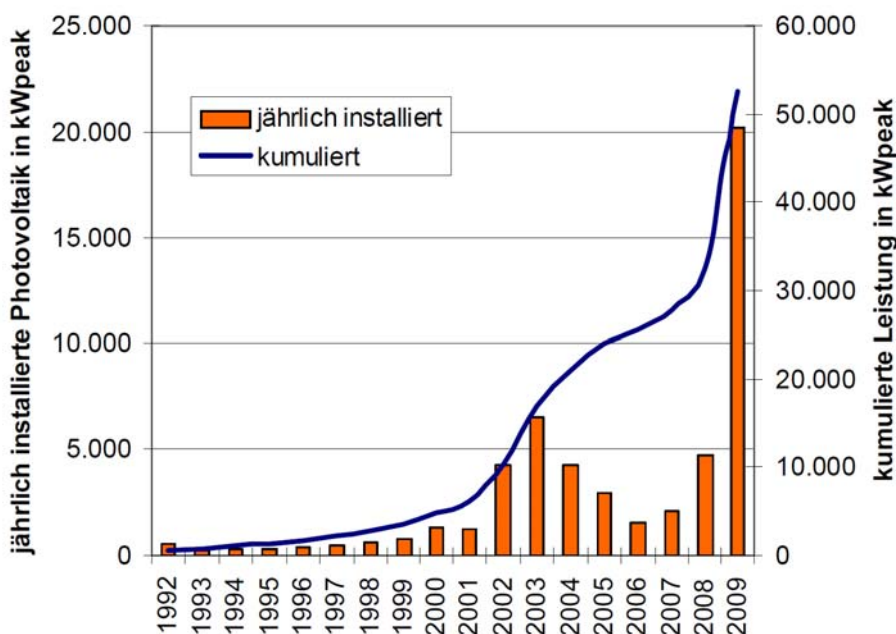
¹¹³ Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ) (2008). *Initiative Wasserkraft – Masterplan zum Ausbau des Wasserkraftpotentials*. Wien.

¹¹⁴ Lebensministerium (2009). *Erneuerbare Energie 2020 – Potential und Verwendung in Österreich*. Wien. S. 17.

7.2 Photovoltaik

Im Jahr 2009 waren in Österreich rund 52.6 MW(peak) Photovoltaikleistung installiert. Im Jahr 2009 erreichte der Photovoltaikausbau in Österreich - aufgrund verschiedener Fördermaßnahmen der Länder und des Bundes (Investitionszuschuss) - mit einem Zuwachs von 19.961 kW(peak) netzgekoppelte Photovoltaikanlagen sowie 248 kWpeak autarker Anlagen einen vorläufigen Höhepunkt. Gegenüber dem Vorjahr hat sich der jährliche Zubau somit fast vervierfacht, über die letzten 10 Jahre betrachtet beträgt die jährliche Veränderungsrate plus 32%. Die in Österreich in Betrieb befindlichen Photovoltaikanlagen führten 2009 zu einer erneuerbaren Stromproduktion von 48,9 GWh, mehr als 90 % davon in netzgekoppelten Anlagen.¹¹⁵

Abbildung 43: Entwicklung der installierten Leistung aus PV (in kW)



Quelle: Biermayr, P. et al. (2010), S. 13

Der Photovoltaik wird für Österreich das größte noch erschließbare Potenzial zugeschrieben. Die Entwicklung der Photovoltaik hängt im Wesentlichen von der Degression der Kosten von PV-Anlagen je installierter Leistung ab. Die Kosten pro installierter kWp sind in den letzten drei Jahren deutlich gefallen und liegen derzeit teilweise bei € 4.500. Zahlreiche Prognosen gehen davon aus, dass der PV-Strom bis spätestens 2020 die sog. Netzparität erreichen wird und somit die Nutzung der Photovoltaik auch ohne Subventionen wirtschaftlich wird.¹¹⁶

Die IEA prognostiziert bis 2050 eine Reduktion der Investitionskosten für Photovoltaikanlagen auf 1.000-1.600 \$/kWp sowie eine Verminderung der Betriebskosten auf 13 \$/kW/Jahr (Tabelle 11).

¹¹⁵ Biermayr, P. et al. (2010). *Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2009*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung.15/2010. Wien.

¹¹⁶ Fechner H. et al. (2007). *Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung.28/2007. Wien. S. 32.

Tabelle 11: Kostenannahmen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Investitionskosten (\$/kWp)		Kosten für Betrieb und Instandhaltung (\$/kW/Jahr)	
	2010	2050	2010	2050
Biomasseverstromung	2.500	1.950	111	90
Geothermie	2.400-5.500	2.150-3.600	220	136
Wasserkraft groß	2.000	2.000	40	40
Wasserkraft klein	3.000	3.000	60	60
Photovoltaik	3.500-5.600	1.000-1.600	50	13
solarthermisches Kraftwerk (CSP)	4.500-7.000	1.950-3.000	30	15
Meeresenergienutzung	3.000-5.000	2.000-2.450	120	66
Windkraft	1.450-2.200	1.200-1.600	51	39
Windkraft (offshore)	3.000-3.700	2.100-2.600	96	68

Quelle: IEA (2010b), S. 134

Die „Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich“ schätzt für 2020 ein PV-Potenzial von 2,7 TWh (9,72 PJ) ab. Das BMLFUW schließt sich in einer aktuellen Publikation dieser Prognose an und bewertet das Potenzial für 2020 mit 7,2-10,8 PJ (2-3 TWh).¹¹⁷ In der „Technologie-Roadmap“ wird auch in einem Szenario untersucht, welche Voraussetzungen notwendig sind, um bis zum Jahr 2050 zumindest 20 % des heimischen Strombedarfs mittels gebäudeintegrierter PV (GIPV) abdecken zu können. Unter der Annahme, dass im Jahr 2050 der Gesamtstrombedarf in Österreich bei 100 TWh liegt, müssten 22,5 GW GIPV installiert werden. Dem gegenüber steht ein technisches Potenzial auf gut geeigneten südorientierten Flächen in Österreich von ca. 140 km² Dachfläche und ca. 50 km² Fassadenfläche. Rund 60 % davon würden für die Erzeugung von 20 TWh (72 PJ) pro Jahr ausreichen.¹¹⁸

Das im Jahr 2009 abgeschlossene Forschungsprojekt REGIO Energy¹¹⁹ beschäftigte sich ebenfalls mit dem technischen Potenzial verschiedener erneuerbarer Energieträger in Österreich. Erstmals wurden detaillierte Analysen und Potenzialerhebungen für alle Regionen Österreichs durchgeführt. Für die PV wurde ein gesamtes (reduziertes) technisches Potenzial von 57.408 GWh (206,6 PJ) pro Jahr erhoben. Dabei berücksichtigt sind Gebäudeflächen und jeweils geringe Anteile von öffentlichen Flächen, landwirtschaftlichen Flächen und Flächen des Ödlandes ebenso wie die Flächenkonkurrenz mit der Solarthermie bei der Nutzung von Gebäudeflächen. Für den Ausbau bis zum Jahr 2020 wurden drei verschiedene Szenarien¹²⁰ gebildet, wobei das Szenario maxi von einem jährlichen Zubau von 10 % (64.720 kWpeak p.a.) ausgeht. Unter dieser Annahme könnte man bis zum Jahr 2020 eine installierte

¹¹⁷ Lebensministerium (2009). S. 30.

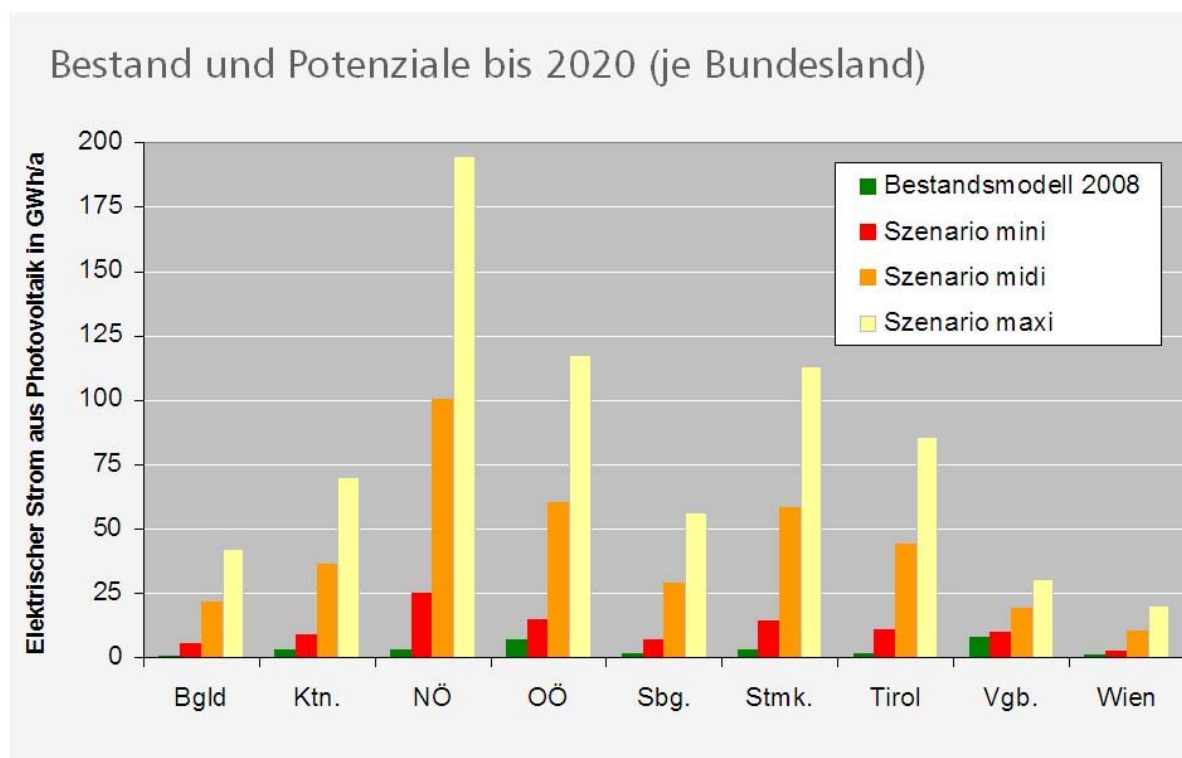
¹¹⁸ Fechner H. et al. (2007). S. 37ff.

¹¹⁹ <http://www.regioenergy.at/>

¹²⁰ Es wurden drei Zukunftsszenarien „mini“, „midi“ und „maxi“ für die Jahre 2012 und 2020 gebildet, welche unterschiedlich ambitionierte Entwicklungspfade und Strategien zur Forcierung erneuerbarer Energie abbilden.

Leistung von 730,2 GWh/a (rund 2,62 PJ) erreichen. Das mit Abstand größte Potenzial findet sich dabei in Niederösterreich (Abbildung 44).

Abbildung 44: Bestand und Potenzial für PV bis 2020



Quelle: REGIO Energy

Entwicklungsszenarien für erneuerbare Energien in Österreich bis 2020 wurden auch von Hinterberger et al. modelliert.¹²¹ In drei verschiedenen Szenarien wurden Ausbaupfade bis 2020 beschrieben, wobei der Einsatz von PV szenarienspezifisch mit einer Leistung zwischen 22,67 PJ und 82,21 PJ berechnet wurde.

7.3 Windenergie

Im 1. Halbjahr 2010 standen in Österreich 132 Windparks mit einer Engpassleistung von 973,5 MW in einem Vertragsverhältnis mit der Ökostromabwicklungsstelle (OeMAG) bzw. den Öko-Bilanzgruppenverantwortlichen (Öko-BGVs). Diese Anlagen erzeugten im Jahr 2009 1.915 GWh, was einer Gesamtabgabemenge in das öffentliche Netz von 3,6 % beträgt.¹²² Durch die Windkraftnutzung können somit rund 570.000 Haushalte mit Strom versorgt werden.

Trotz des starken Ausbaus der Windkraft in den letzten zehn Jahren attestieren zahlreiche Studien der Windkraft weiteres Ausbaupotenzial in Österreich. Das BMLFUW rechnet einer-

¹²¹ Hinterberger F. et al. (2009). *Erneuerbare Energie in Österreich: Modellierung möglicher Entwicklungsszenarien bis 2020*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung.21/2009. Wien.

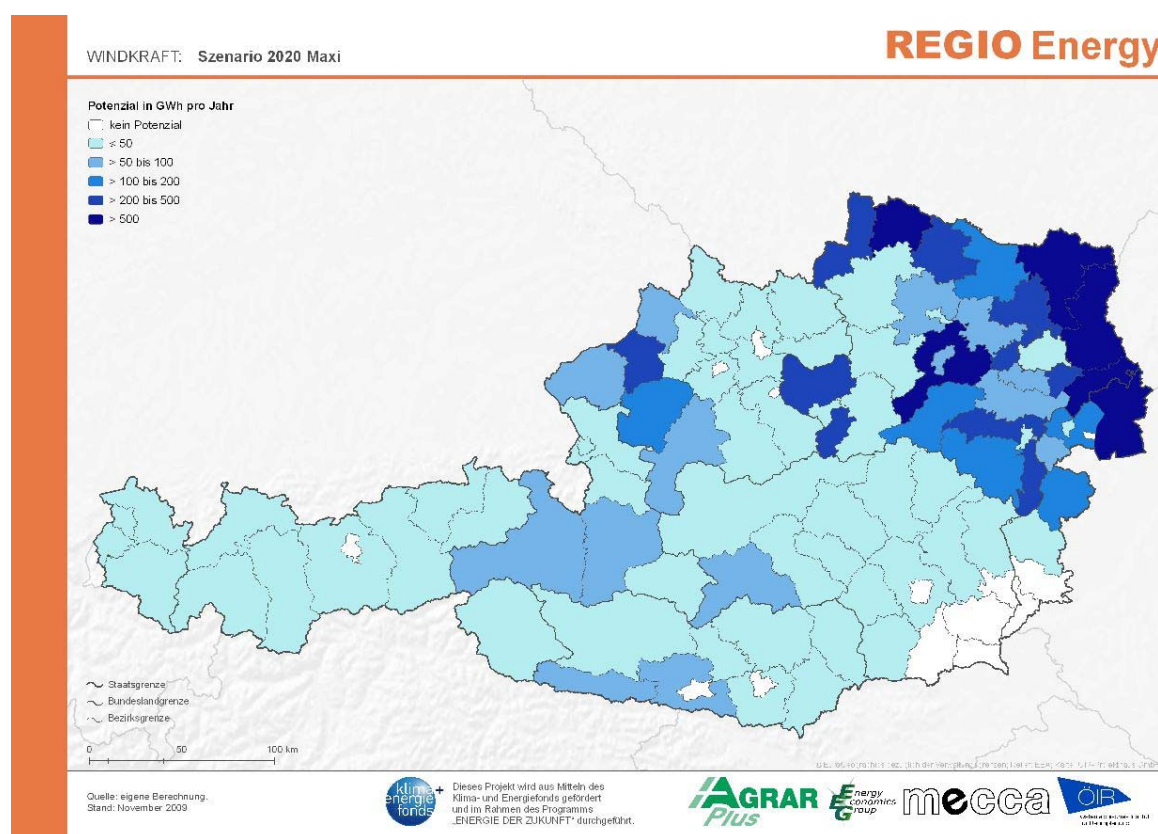
¹²² E-Control GmbH. (2010). *Ökostrombericht 2010*. Wien

seits durch Zubau neuer Anlagen, andererseits durch den Einsatz größerer Anlagen an bestehenden Standorten bis 2020 mit einem Zuwachs auf 26-26,5 PJ (7,2-7,3 TWh).¹²³

Im Forschungsprojekt REGIO Energy wurde für Österreich eine Potenzialfläche (unter Berücksichtigung von Ausschlusszonen) von 2.800 km² erhoben.

Wie aus der Abbildung 45 ersichtlich ist, finden sich diese Flächen vorwiegend in der Ostregion (Niederösterreich, Burgenland).¹²⁴ Unter Berücksichtigung der ausgewiesenen Potenzialfläche von 2.800 km² ergibt sich ein reduziertes technisches Potenzial von ca. 42.000 GWh/Jahr. Unter optimalen Voraussetzungen (Szenario maxi) lässt sich davon bis 2020 ein Potenzial von rund 10.000 GWh (36 PJ) erschließen. Im mittleren Szenario (midi) reduziert sich das Potenzial bis 2020 auf weniger als 8.000 GWh.

Abbildung 45: Verteilung des Windkraftpotenzials in Österreich



Quelle: REGIO Energy

Hinterberger et al. rechnen im BAU-Szenario mit einem Anstieg der Windkraftnutzung auf rund 12,3 PJ bis 2020. In den alternativen Ausbauszenarien steigt die Windkraft auf 22,23 PJ bzw. 6,175 TWh an.¹²⁵ Hantsch und Moidl verglichen in ihrer Arbeit bestehende Studien zum Windkraftpotenzial in Österreich. Die Bandbreite der Schätzungen liegt dabei zwischen 3.500

¹²³ Lebensministerium (2009), S. 31

¹²⁴ Aus technischen Gründen wurden windreiche Lagen im Hochgebirge ausgeschlossen.

¹²⁵ Hinterberger F. et al. (2009), S. 13

und 10.500 GWh.¹²⁶ In dieser Studie kommt die IG Windkraft zum Schluss, dass bis zum Jahr 2020 etwa 1.100 Anlagen mit 3.500 MW realisierbar sind. Bei 2.100 Volllaststunden haben diese Anlagen ein Regelarbeitsvermögen von 7.3 TWh.

Auch im Bereich der Windkraftnutzung ist noch mit einem beträchtlichen Kostensenkungspotenzial zu rechnen, wenngleich dieses deutlich geringer als bei der PV ausfällt (vgl. Tabelle 11). Die Kostenreduktionspotenziale ergeben sich einerseits durch Skaleneffekte (1/3) und andererseits durch Lerneffekte (2/3). Es ist davon auszugehen, dass das Tempo des Windkraftausbaus in den nächsten Jahren wesentlich von den Kostenreduktionspotenzialen einerseits sowie der Höhe der Energie- und CO₂-Preise andererseits abhängen wird.¹²⁷ Die Energy Economics Group der TU Wien geht davon aus, dass bis 2050 die jährlich erzeugte Strommenge aus Windkraft ein Niveau von 8.000 GWh (28,8 PJ) erreichen kann.¹²⁸

7.4 Solarthermie

Der österreichische Solarmarkt hat sich in den letzten fünf Jahren sehr dynamisch entwickelt. Dies gilt sowohl für die in Österreich installierte Kollektorfläche, als auch für die wirtschaftliche Entwicklung der im Solarbereich tätigen Unternehmen. Im Jahr 2009 wurden in Österreich insgesamt rund 1,4 Mio. m² Kollektorfläche produziert. Damit hat sich die Produktion seit dem Jahr 2002 (328.400 m²) vervierfacht (Abbildung 46).

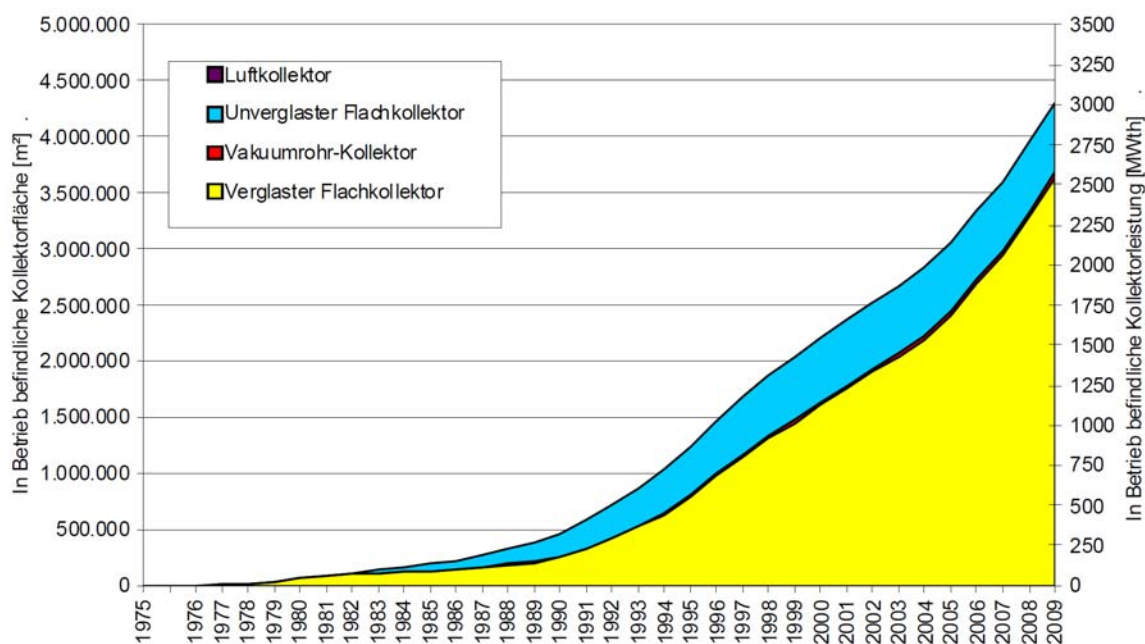
Rund 95,6 % der Solarkollektorproduktion entfällt auf verglaste Flach-Kollektoren. Vakuumrohr-Kollektoren (2,1 %) und unverglaste Flachkollektoren (2,3 %) spielen - gemessen an der Gesamtjahresproduktion 2009 - eine untergeordnete Rolle.¹²⁹ Betrachtet man die Entwicklung der in Österreich jährlich neu installierten Kollektorfläche, zeigt sich ein kontinuierlicher Aufwärtstrend seit den 1990er Jahren. Im Jahr 2009 wurden in Österreich 364.887 m² Kollektorfläche neu installiert, womit die insgesamt installierte Fläche auf rund 4,3 Mio. m² angewachsen ist. Bezieht man die verglaste Kollektorfläche auf die Einwohnerzahl Österreichs, dann liegt Österreich weltweit an dritter Stelle (nach Zypern und Israel). Triebfeder dieser Entwicklung sind neben der zunehmenden technischen Reife der angebotenen Produkte, auch steigende Energiepreise fossiler Energieträger, erhöhtes Umweltbewusstsein der Konsumenten sowie zahlreiche Förderinitiativen der österreichischen Bundesländer.

¹²⁶ Hantsch S., Moidl St. (2007). *Das realisierbare Windkraftpotenzial in Österreich bis 2020*. IG Windkraft. St. Pölten. S. 9

¹²⁷ Energy Economics Group (2008)

¹²⁸ Energy Economics Group (2008). S. 52

¹²⁹ Biermayr, P. et al. (2010), S. 79

Abbildung 46: Entwicklung der installierten Kollektorfläche in Österreich (2000 bis 2006)

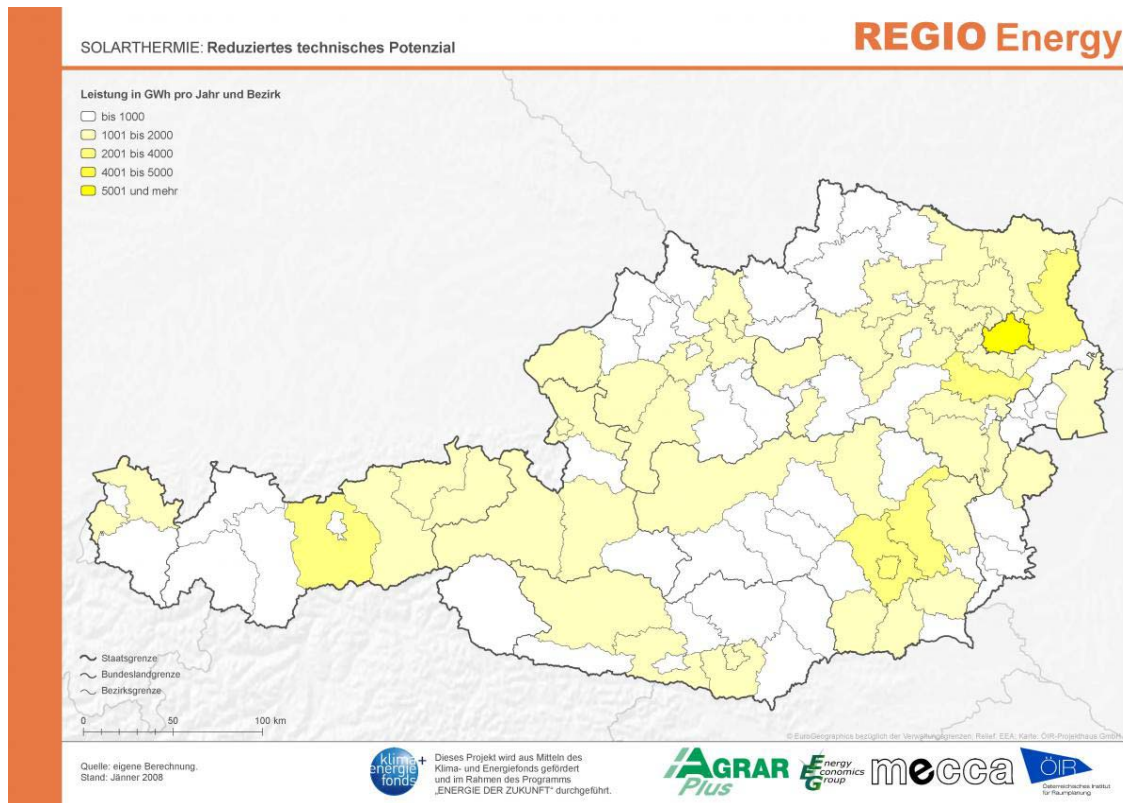
Quelle: Biermayr, P. et al. (2010), S. 81

Zahlreiche aktuelle Studien gehen von einem beträchtlichen Potenzial solarthermischer Anlagen zur Deckung des Niedertemperatur-Wärmebedarfs aus. In einer für mehrere europäische Staaten erfolgten Erhebung wird das Wachstumspotenzial für Österreich bis 2020 mit einer installierten Leistung von 17,3 GWth (24,7 Mio. m² Kollektorfläche) beziffert. Dies entspricht einem Potenzial von rund 35,5 PJ. Unter optimalen Voraussetzungen könnten bis 2050 – bei gleichzeitiger Reduktion des Wärmebedarfs um 31 % - rund 40 % des österreichischen Niedertemperatur-Wärmebedarfs durch Solaranlagen gedeckt werden. Dies entspricht einer installierten solarthermischen Leistung von 46 GWth (66 Mio. m² Kollektorfläche) bzw. einem jährlichen Energieertrag von knapp 95 PJ.¹³⁰

Folgt man den Berechnungen von REGIO Energy, dann beträgt das gesamte reduzierte technische Solarthermiepotenzial Österreichs 117.699 GWh pro Jahr. Wie aus Abbildung 47 ersichtlich weist die Potenzialerhebung aufgrund des korrespondierenden Wärmebedarfs eine starke Konzentration auf die Ballungsräume auf.

Im Projekt REGIO Energy wurde für das höchste Ausbauszenario (maxi) mit einem Wachstum von installierten Solaranlagen mit einer konstanten Wachstumsrate von 10 % p.a. gerechnet. Unter dieser Annahme könnte bis 2020 ein Nutzwärmeertrag von 3.857 GWh/a (rund 13,9 PJ) erreicht werden.

¹³⁰ Weiss W., Biermayr P. (2009). *Potential of Solar Thermal in Europe*. ESTIF. Brussels. S. 60ff

Abbildung 47: Verteilung des technischen Potenzials der Solarthermie in Österreich

Quelle: REGIO Energy

Nach der Studie von Hinterberger et al. kann die solarthermische Nutzung bis 2020 einen Beitrag von 6,86 PJ (im BAU-Szenario) leisten. In den alternativen Ausbauszenarien steigt der Beitrag der Solarthermie am energetischen Endverbrauch auf 9,32 PJ an.¹³¹

Auch wenn Solaranlagen schon längst eine große Marktdurchdringung aufweisen, besteht noch ein beträchtliches Potenzial zur Steigerung des Energieoutputs (+15 % bis 2030) sowie zur Reduktion der Investitionskosten (-30 % bis 2030). Die Wärmegestehungskosten reduzieren sich damit bei konstantem Deckungsgrad um 60 %.¹³² Berechnungen der Energy Economics Group zeigen, dass wärmenetzgebundene Solaranlagen, die in Kleinstwärmenetze einspeisen, bereits heute nahe an der Wirtschaftlichkeitsgrenze liegen. Auch im Bereich der Brauchwasseraufbereitung bzw. der teilsolaren Raumheizung werden Solaranlagen, abhängig von den erwarteten Kostenreduktionen in Kombination mit steigenden Energie- und CO₂-Preisen, zwischen 2020 und 2030 wirtschaftlich. In diversen Szenarien wurde der Ausbau der Solarthermie bis 2050 simuliert. Bis zum Jahr 2050 lässt sich nach Ansicht der Energy Economics Group (im mittleren Szenario) ein jährliches energetisches Potenzial von 14.500 GWh (52,2 PJ) erreichen.¹³³

¹³¹ Hinterberger F. et al. (2009). S. 13

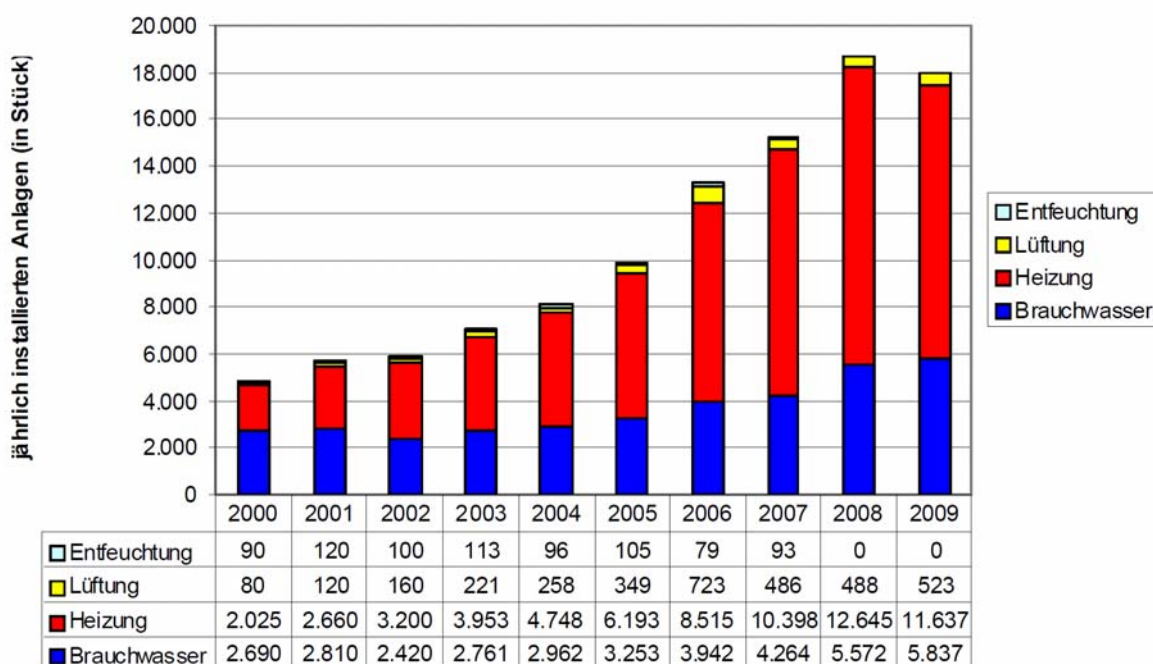
¹³² Energy Economics Group (2008), S. 127

¹³³ Energy Economics Group (2008), S. 132

7.5 Wärmepumpe

Die Marktentwicklung bei Wärmepumpen in Österreich ist durch ein starkes Wachstum ab dem Jahr 2000 gekennzeichnet. Durch eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Technologie sowie günstige energetische bzw. thermodynamische Rahmenbedingungen (geringerer Heizwärmebedarf in modernen energieeffizienten Gebäuden) hat sich die Zahl der jährlich neu installierten Anlagen in Österreich von 2000 bis 2009 mehr als verdreifacht. Im Jahr 2009 wurden 17.997 Anlagen installiert. Damit gab es nach mehreren Jahren ununterbrochenen Wachstums ein kleines Minus gegenüber dem Vorjahr, welches aus dem Rückgang des Heizungswärmepumpenmarktes resultiert (Abbildung 48).

Abbildung 48: Jährlich in Österreich installierte Wärmepumpen



Quelle: Biermayr, P. et al. (2010), S. 98

Von den im Jahr 2009 installierten Anlagen entfielen knapp zwei Drittel (64,7 %) auf den Einsatzbereich Heizung. Der Bereich Brauchwasser stellt mit 32,4 % aller installierten Anlagen den zweitwichtigsten Einsatzbereich von Wärmepumpen dar. Nur 2,9 % der installierten Anlagen entfallen auf die Wohnraumlüftung (mit Wärmerückgewinnung). Die Schwimmbad-Entfeuchtung spielt am österreichischen Wärmepumpenmarkt nur eine untergeordnete Rolle. Nach den Ergebnissen des zitierten Marktberichtes gab es im Jahr 2009 in Österreich insgesamt einen Anlagenbestand von 166.894 Wärmepumpen (81.600 Brauchwasseraufbereitung, 79.851 Heizungswärmepumpen, 3.408 Lüftungswärmepumpen und 2.035 Wärmepumpen für die Schwimmbadentfeuchtung).¹³⁴

¹³⁴ Biermayr, P. et al. (2010), S. 101

91,1 % aller im Jahr 2009 in Österreich verkauften Heizungswärmepumpen hatten einen Leistungsbereich bis 20 kW. Der vorrangige Einsatzbereich dieser Kleinanlagen liegt in Ein- und Zweifamilienwohnhäusern. 9,2 % der installierten Anlagen im Heizungssegment weisen einen Leistungsbereich von 20 – 80 kW auf (Einsatzbereich: Mehrfamilien-Wohngebäude und Bürogebäude) und nur 0,01 % entfielen auf Großanlagen über 80 kW (Einsatzbereich: Gewerbe und Industrie). Insgesamt hatten die im Jahr 2009 in Österreich in Betrieb befindlichen Anlagen eine installierte Gesamtwärmeleistung von 1.096 MW_{th}. Die thermische Jahresarbeit (Nutzenergie) lässt sich mit 1.687 GWh_{th} beziffern.¹³⁵ Davon entfallen 1.181 GWh_{th} auf die Umweltwärme und 506 GWh_{th} auf elektrische Energie.

Die in den letzten zehn Jahren zu beobachtende zunehmende Marktdiffusion der Heizwärmepumpen ist auch für die nächsten Jahre zu erwarten. Der Einsatz von Wärmepumpen wird insbesondere in den Niedrigenergie- und Passivhäusern, kombiniert mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung und Wärmerückgewinnung, breite Anwendung finden. Ein weiterer Zukunftsmarkt für Wärmepumpen stellt die steigende Nachfrage nach Kühlung und Klimatisierung dar.

Im REGIO Energy Projekt wurde für Österreich ein reduziertes technisches Potenzial (Wärmepumpe) von 43.077 GWh pro Jahr erhoben. Dabei wurde unterstellt, dass die Jahresarbeitszahl im Bereich der Raumwärme größer als 3 ist, wodurch bestimmte Wärmequellsysteme nicht mehr eingesetzt werden. Die Szenarienanalyse (maxi Szenario) ergibt für Österreich bis 2020 ein Ausbaupotenzial von 5.481 GWh/a (19,44 PJ).

Ein ähnlich großes Potenzial wurde von der Energy Economics Group für die Umweltwärme erhoben. Bis 2030 wird das Potenzial mit 25,9-30,7 PJ bewertet, was einer Anlagenzahl von bis zu 450.000 im Jahr 2030 entspricht.¹³⁶ Einen deutlich geringeren Beitrag der Wärmepumpen zur Deckung des energetischen Endverbrauches erwarten Hinterberger et al. Abhängig vom unterstellten Szenario liegt dieser bis 2020 zwischen 6,89 PJ im BAU-Szenario und 9,32 PJ im DAM-Szenario.¹³⁷

¹³⁵ Biermayr, P. et al. (2010), S. 111

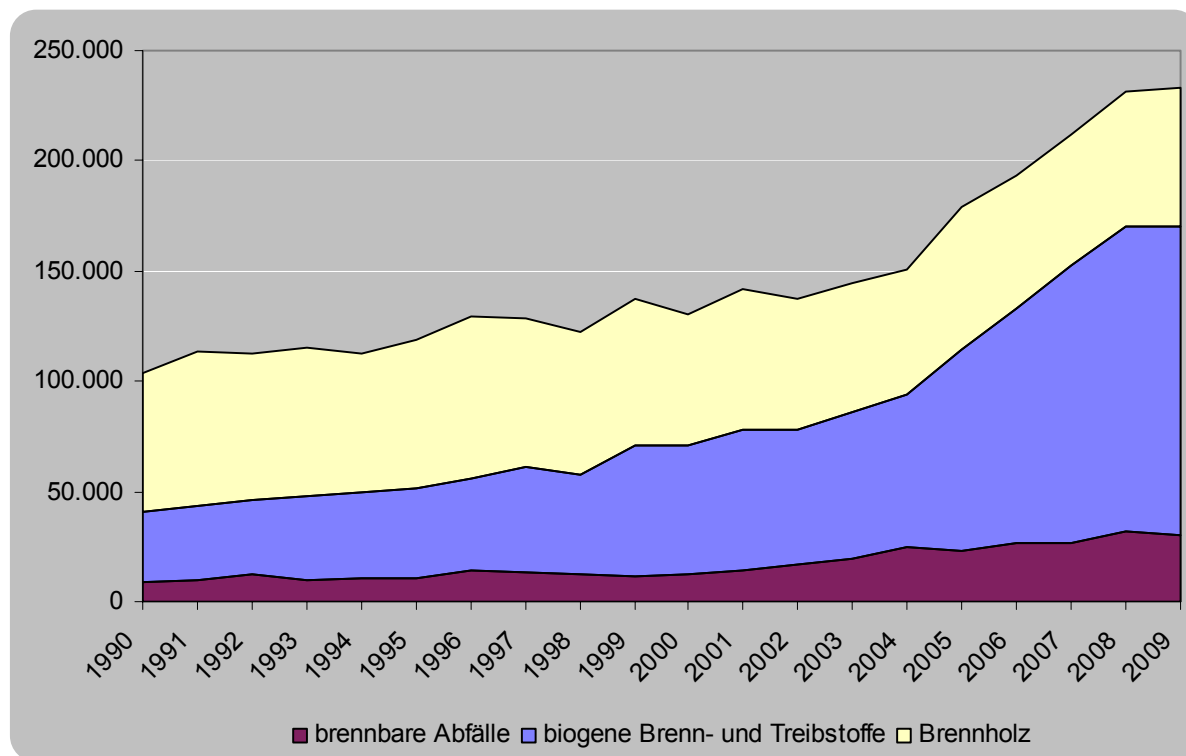
¹³⁶ Haas R. et al. (2007). *Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030*. Studie für den Dachverband Energie-Klima. Wien. S. 57.

¹³⁷ Hinterberger F. et al. (2009). S. 13

7.6 Biomasse

Seit dem Jahr 1990 hat sich der Bruttoinlandsverbrauch (BIV) an Biomasse deutlich gesteigert. Im Jahr 2009 lag der BIV bei rund 233 PJ, wobei insbesondere die biogenen Brenn- und Treibstoffe¹³⁸ in den letzten Jahren eine sehr dynamische Entwicklung zeigten.

Abbildung 49: Entwicklung des BIV an Bioenergie 1990 bis 2009 (in TJ)



Quelle: Statistik Austria (2010a), Eigene Darstellung

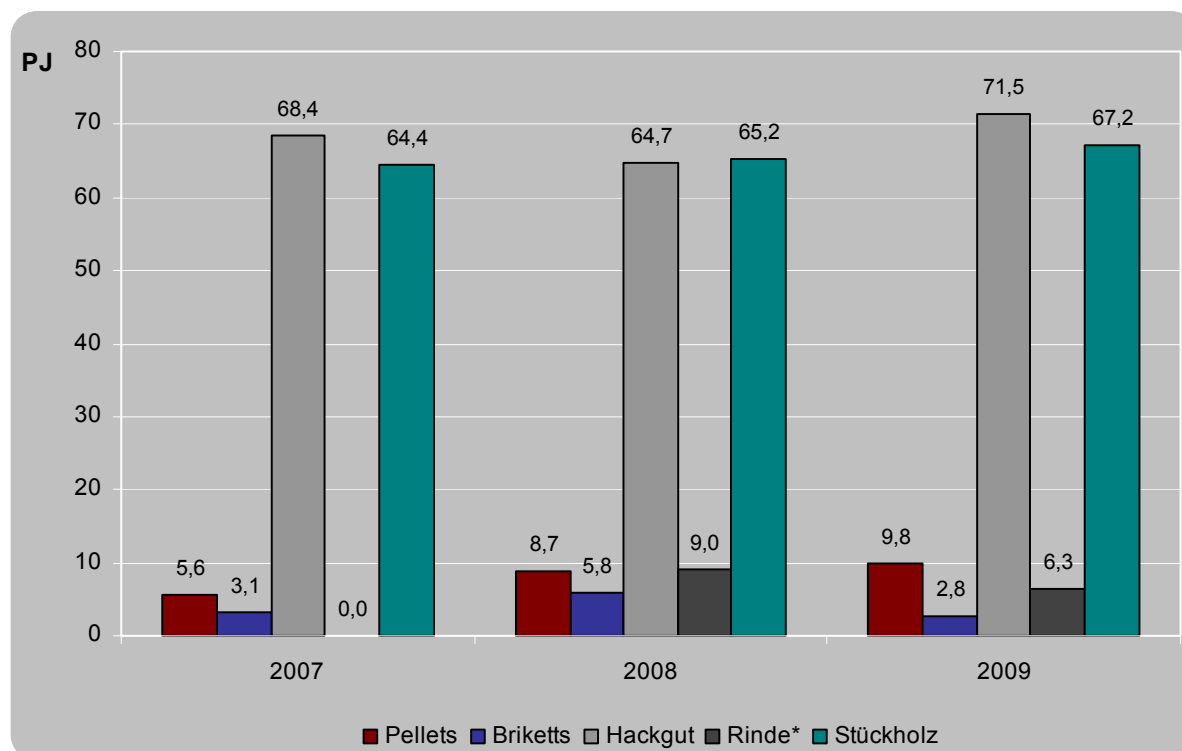
Der heimische Markt für Biomasse lässt sich nur schwer abgrenzen, da die Biomassenutzung sehr unterschiedliche Formen aufweist und neben der Wärme- und Stromgewinnung auch zunehmend Biokraftstoffe an Bedeutung gewinnen. Wie in Abschnitt 1 dargestellt, ist die direkte Verwertung von Biomasse als Energieträger mit einem Anteil von 15,7 % (165.772 TJ) am energetischen Endverbrauch von großer Bedeutung. Den mengenmäßig bedeutendsten Beitrag leistet die feste Biomasse, also die energetische Nutzung von Holz (Scheitholz, Wald- und Sägehackgut oder Pellets).

Der Österreichische Biomasseverband hat aufgrund der Basiskennzahlen der Statistik Austria und der jährlichen Holzeinschlagmengen für die Jahre 2007 bis 2009 den BIV von verschiedenen festen Brennstoffen ermittelt.¹³⁹ Der Bruttoinlandsverbrauch an festen Biobrennstoffen wird für 2009 mit 157,6 PJ angegeben. Der mengenmäßig größte Anteil entfällt dabei auf das Waldhackgut bzw. das Stückholz (Abbildung 50).

¹³⁸ Dazu zählen: Hackschnitzel, Sägenebenprodukte, Waldhackgut, Rinde, Stroh, Ablauge der Papierindustrie, Biogas, Klärgas, Deponiegas, Klärschlamm, Rapsmethylester sowie Tiermehl und -fett.

¹³⁹ Biermayr, P. et al. (2010), S. 34

Abbildung 50: BIV fester Biobrennstoffe 2007 bis 2009 (in PJ)



* Rinde für das Jahr 2007 beim Hackgut inkludiert

Quelle: Biermayr, P. et al. (2010), Eigene Darstellung

Der mit Abstand wichtigste Einsatzbereich der Biomasse ist die Wärmeerzeugung (Einzelöfen, Zentralheizungen, Biomasseheizwerke und Ökostrom-Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung). Die von der Landwirtschaftskammer Niederösterreich jährlich publizierte Biomasse-Heizungserhebung¹⁴⁰ gibt einen guten Überblick über den heimischen Markt. Seit Bestehen der Markterhebung, erstmals im Jahr 1980, zeigt sich ein starker Anstieg der Verkaufszahlen in Österreich. Im Jahr 2009 wurden 21.304 Biomasse-Heizungsanlagen (bis 100 kW) neu installiert, mit einer gesamten Heizleistung von 597.748 kW. Rund 95 % der verkauften Anlagen entfallen auf Kleinanlagen mit bis zu 100 kW. Im Jahr 2009 wurden lediglich 52 Großanlagen (über 1.000 kW) und 652 mittlere Anlagen (101 bis 1.000 kW) installiert, jedoch entfällt rund ein Drittel der neu installierten Heizleistung auf diesen Anlagentyp.¹⁴¹

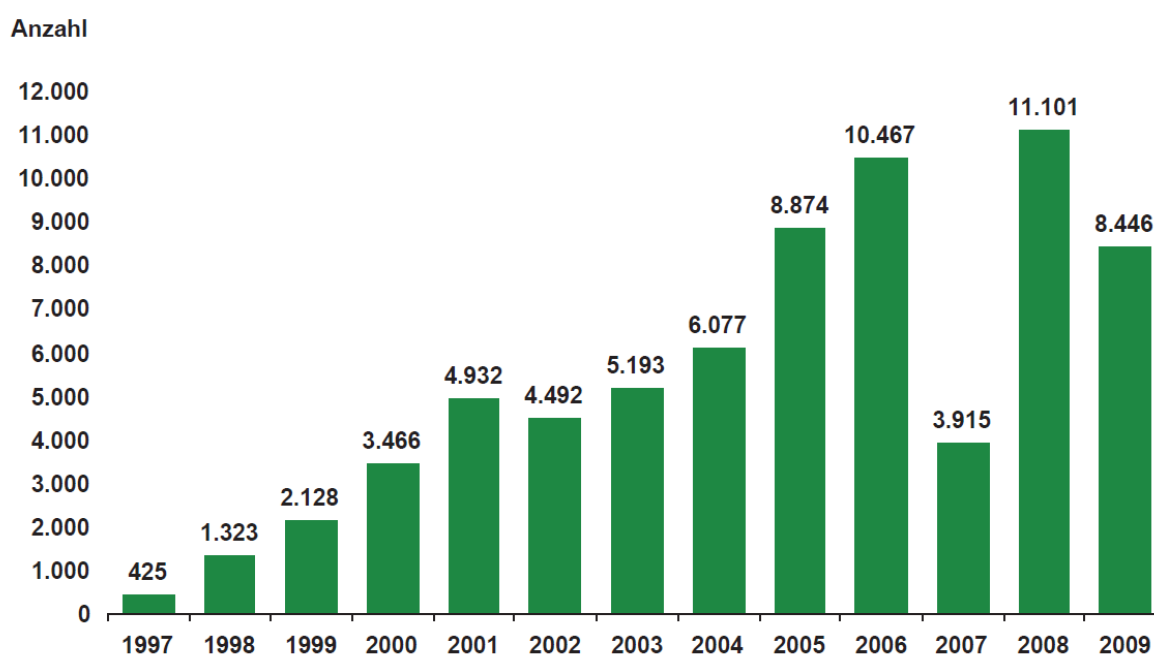
Insgesamt wurden in Österreich von 1980 bis 2009 rund 52.074 Stückholzkessel, 70.839 Pelletsfeuerungen (bis 100 kW) sowie 55.468 Hackgutfeuerungen (bis 100 kW) installiert. Eine sehr dynamische Entwicklung zeigt seit den 1990er Jahren der Pelletsmarkt, welcher bis zum Jahr 2006 jährlich um 30-40 % zulegen.

¹⁴⁰ Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2010). *Biomasse - Heizungserhebung 2009*. St. Pölten.

¹⁴¹ Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2010), S. 9

Nur rund 6 % der eingesetzten Biomasse werden derzeit für die Verstromung bzw. für die Produktion von Biotreibstoffen verwendet. Die gesetzlich geregelte Beimischung von biogenen Kraftstoffen (Biodiesel und Bioethanol) hat in den letzten Jahren zu einer starken Erhöhung der Produktionskapazitäten geführt. Im Jahr 2009 waren in Österreich 14 Biodieselanlagen mit einer Produktionskapazität von rund 650.500 Tonnen in Betrieb. Insgesamt wurden im Jahr 2009 laut Auskunft der ARGE Biokraft 323.147 Tonnen Biodiesel hergestellt und 291.657 Tonnen im Inland abgesetzt. Zudem gibt es in Österreich eine Bioethanol-Produktionsanlage mit einer jährlichen Erzeugung bis zu 240.000 m³, was einem Volumen von ca. 190.000 Tonnen Biomasse entspricht.¹⁴²

Abbildung 51: Jährlich errichtete Pelletsfeuerungen in Österreich



Quelle: Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2010), S. 6

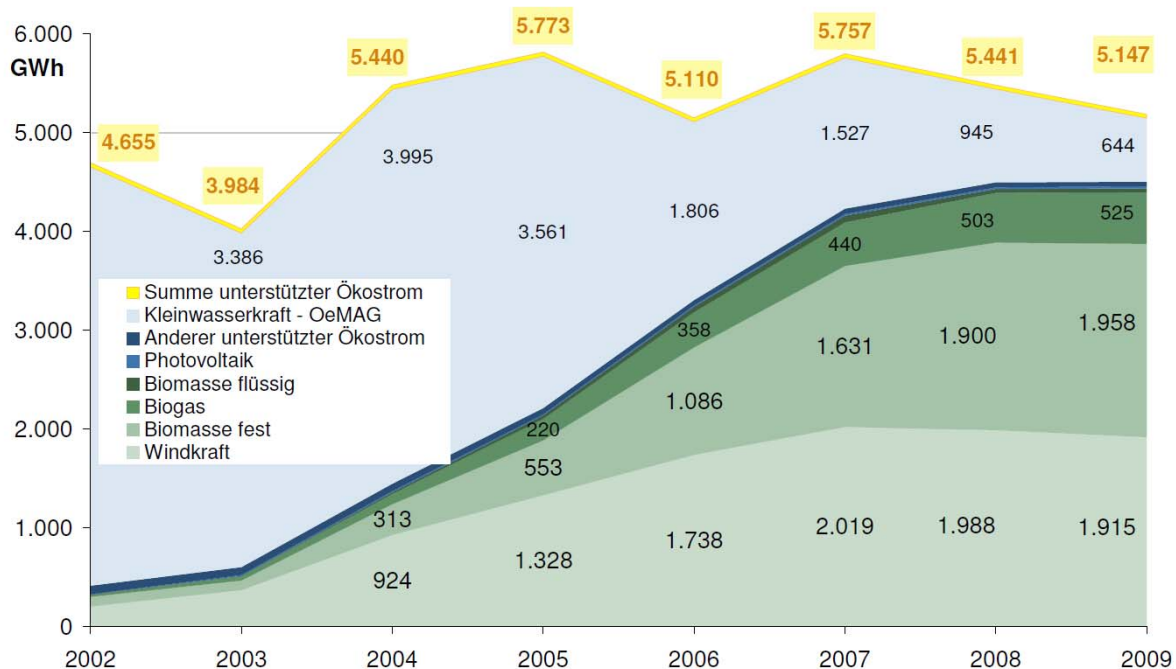
Die Verstromung von Biomasse hat in den letzten Jahren - nicht zuletzt durch die Ökostromförderung - sprunghaft zugenommen. Von 2003 bis 2009 stieg die unterstützte Ökostrommenge aus Biomasse bzw. Biogas von 143 GWh auf rund 2,5 TWh.

Laut dem aktuellen Ökostrombericht der E-Control waren mit Ende 2009 insgesamt 121 Biomasse-Fest-Anlagen mit einer Engpassleistung von rund 320 MW bzw. 289 Biogas-Anlagen mit einer Engpassleistung von rund 78 MW in einem Vertragsverhältnis mit der Abwicklungsstelle für geförderte Ökostromanlagen (OeMAG). Die energetische Nutzung der flüssigen Biomasse spielt eine relativ geringe Rolle. In Summe waren Ende 2009 46 Anlagen mit einer Engpassleistung von knapp 10 MW in einem Vertragsverhältnis. Da nicht alle in Österreich in Betrieb befindlichen Biomasseanlagen zu den geförderten Ökostromanlagen zählen, ist die

¹⁴² Umweltbundesamt (2010e). *Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2010*. Wien. S. 11

Anzahl der anerkannten Ökostromanlagen deutlich höher als die Zahl der geförderten Anlagen.¹⁴³

Abbildung 52: Geförderte Ökostromanlagen (OeMAG- bzw. Öko-BGV-Vertragsverhältnis) in Österreich



Quelle: E-Control GmbH (2010)

Für die Abschätzung des künftigen Biomassepotenzials lassen sich ebenfalls mehrere Quellen finden. Aufgrund des breiten Einsatzbereiches der Biomasse (Wärmeerzeugung, Verstromung und Biotreibstoffe) beziehen sich die Potenzialabschätzungen auf einzelne Bereiche. Ein zu beachtender Aspekt bei der Abschätzung des Biomassepotenzials ist die konkurrierende Nutzung von Holz in der Zellstoff-, Papier- und Faserplattenindustrie sowie von Landflächen für die Energieproduktion bzw. die Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln. Das BMLFUW schätzt das Energiepotenzial der Landwirtschaft bis 2020 mit einer Fläche von 210.000 bis 235.000 ha ab. Auf dieser Fläche könnten Rohstoffe für rund 21 PJ Bioenergie erzeugt werden. Je nach Eignung des Bodens für den Anbau verschiedener Nutzpflanzen können Biodiesel, Ethanol, Biogas sowie Brennmaterial gewonnen werden. Unter Berücksichtigung einer besseren Nutzung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten kann das Energiepotenzial um weitere 5 PJ gesteigert werden (Tabelle 12).

Das Projekt REGIO Energy hat auch das Biomassepotenzial erhoben, wobei gesonderte Potenzialabschätzungen für das Ackerland, die Grünflächen, die Waldflächen sowie die Viehwirtschaft vorgenommen wurden. Als Grundlage für die Berechnung des theoretischen Pflanzenpotenzials wurde eine Fläche von 20 % der verfügbaren Ackerfläche (1,38 Mio. ha) an-

¹⁴³ E-Control GmbH. (2010). S 51

genommen. Daraus ergibt sich für Österreich eine Trockenmasse von rund 2,63 Mio. Tonnen. Verwendet man die Feldfrüchte zur Produktion von Pflanzenöl, Ethanol, Biogas oder sonstigen Brennstoffen, so ergibt sich eine reduzierte technische Energiemenge von 7.990 GWh (rund 28,7 PJ).

Tabelle 12: Energiepotenzial der Landwirtschaft bis 2020

Verwendung	In Österreich realisierbare Fläche (in ha)	Energie (in PJ)
Biodiesel	50.000	1,8
Bioethanol	70.000-95.000	5,1
Biogas	60.000	10,8
Thermisch	30.000	2,9
Summe	210.000 – 235.000	20,6
Stärkere Forcierung der Nebenprodukte (z.B. Stroh)	100.000	5,0
In Österreich realisierbares Potenzial	210.000-335.000	20,6-25,6

Quelle: Lebensministerium (2009). S. 23

Für die Ermittlung des Energiepotenzials aus der Grünlandwirtschaft wurde von einer Dauergrünfläche von 1,4 Mio. ha in Österreich ausgegangen; davon wurden wiederum 20 % für die Energieproduktion angesetzt. Die auf Grünland gewonnene Biomasse (Heu, Grasschnitt) eignet sich für die Produktion von Biogas. Das reduzierte technische Potenzial wird mit 2.070 GWh (7,45 PJ) beziffert. Ebenfalls für die Biogasproduktion können die landwirtschaftlichen Nebenprodukte Gülle und Jauche aus der Viehzucht verwendet werden. Das reduzierte technische Potenzial dafür wird mit 4.710 GWh (16,9 PJ) abgeschätzt.

Ausgehend von der Waldinventur 2000/2002 wurde das technische Potenzial für Holz als Energieträger ermittelt. Dieses beträgt, unter Berücksichtigung eines Heizwertes pro kg, rund 70.700 GWh. Berücksichtigt man nur jene Brennholzanteile sowie Sägenebenprodukte, die pro Jahr unter einer nachhaltigen Nutzung anfallen können, dann ergibt sich ein reduziertes technisches Potenzial von rund 36.000 GWh (129,6 PJ).¹⁴⁴

Ein erhebliches Steigerungspotenzial für die energetische Holznutzung von 1,3 bis 5,1 Mio. Festmeter oder 9,2 bis 39 PJ ermittelt eine Studie des Lebensministeriums. Für das Jahr 2020 wird mit einem Aufkommen von 16,2 bis 20,0 Mio. Festmeter Holz für energetische Zwecke gerechnet, was einer Primärenergie von 127,1 bis 156,9 PJ entspricht.¹⁴⁵

Ein Potenzial von bis zu 109,9 PJ sehen Haas R. et al.¹⁴⁶ für Biomasse (Stückholz, Hackgut und Pellets) im Wärmebereich bis zum Jahr 2030. Die Energy Economics Group hat das

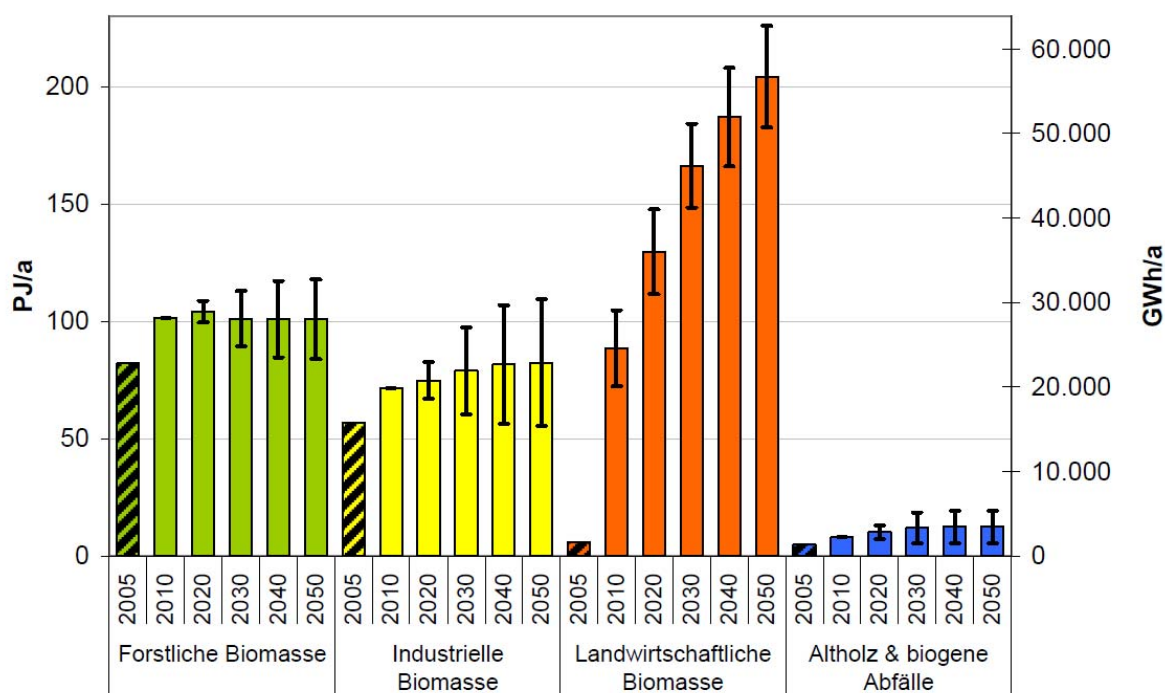
¹⁴⁴ Regio Energy: <http://www.regioenergy.at/>, Datum des Zugriffs 13.12.2010.

¹⁴⁵ Lebensministerium (2009). S. 27

¹⁴⁶ Haas R. et al. (2007). S. 57

primärenergetische Potenzial für die Biomassenutzung nach der Herkunft der Ressource und mit Projektionen bis 2050 abgeschätzt.¹⁴⁷ Das größte Potenzial wird für landwirtschaftliche Biomasse mit über 200 PJ p.a. angegeben. Dabei würde unterstellt, dass es im Zeitraum 2010 bis 2050 zu einer zunehmenden Verdrängung von „konventionellen“ Ackerfrüchten durch Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus kommt.

Abbildung 53: Primärenergetisches Potenzial für die Biomassenutzung in Österreich



Quelle: *Energy Economics Group (2008), S. 71*

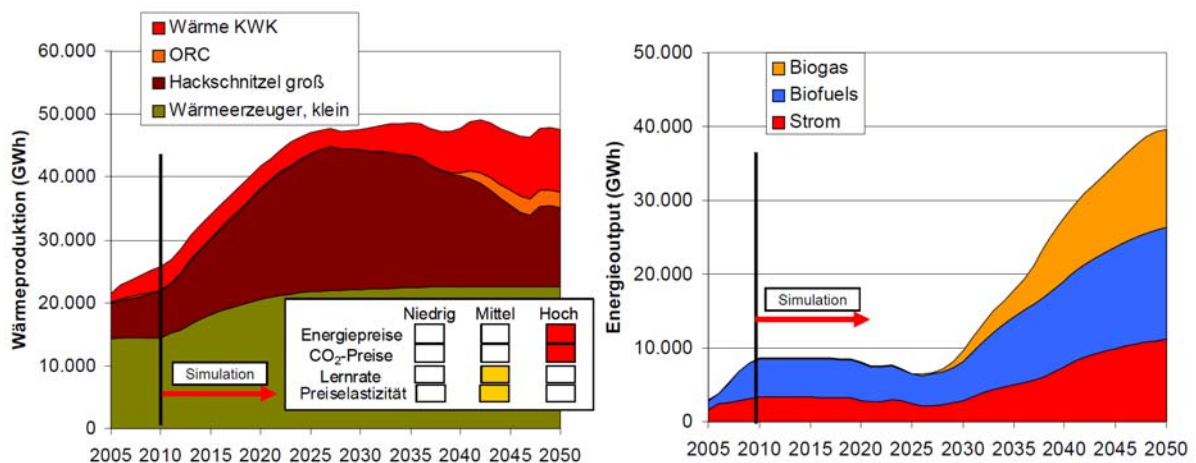
Einen steigenden Anteil von Biomasse am energetischen Endverbrauch unterstellen auch Hinterberger et al. in der Szenarienanalyse. Bis 2020 wird von einem Biomasseeinsatz (Brennholz, brennbare Abfälle, biogene Brenn- und Treibstoffe sowie Pellets und Holzabfälle) von bis zu 147,2 PJ ausgegangen. Davon entfallen alleine auf den Bereich Brennholz 72,4 PJ sowie 40,3 PJ auf Pellets und Holzabfälle.

Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energien weist die Biomasse noch ein großes Potenzial auf und es existiert eine große Vielfalt an Nutzungsmöglichkeiten bzw. technologischen Optionen. Das Ausmaß des zukünftigen Einsatzes von Biomasse für die Gewinnung von sekundären Energieträgern (Wärme, Strom) bzw. chemischer Sekundärträger (Biotreibstoffe, Biogas) hängt allerdings von zahlreichen Unsicherheiten ab. Wie auch im Bereich der Photovoltaik oder Windkraft bestehen Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Lerneffekte bzw. der damit zusammenhängenden Investitionskosten. Im Bereich der Biomasse muss zusätzlich noch deren Verfügbarkeit sowie die Entwicklung der Biomassepreise berücksichtigt

¹⁴⁷ *Energy Economics Group (2008), S. 71*

werden. Da die Biomasse als Substitut für fossile Brennstoffe zur Verfügung steht und fossile Energieträger einen Kostenfaktor bei der Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen darstellen, besteht eine enge Korrelation zwischen der Biomassepreisentwicklung und der Preisentwicklung von fossilen Energieträgern. Zudem können für den zukünftigen Einsatz der Biomasse politische Maßnahmen, wie die Internalisierung von CO₂-Kosten eine wesentliche Rolle spielen. Das Selbe gibt für Förderungen, welche auch heute eine große Rolle bei der Stromerzeugung aus Biomasse spielen. Die Energy Economics Group hat mehrere Simulationen für die Entwicklung der Biomasse-Technologien bis zum Jahr 2050 durchgeführt.¹⁴⁸ Dabei wurden die Höhe der Energie- und CO₂-Preise sowie die Förderintensität variiert.

Abbildung 54: Biomassenutzung bei mittlerer Lernrate u. Biomasse-Ölpreis-Elastizität von 20%

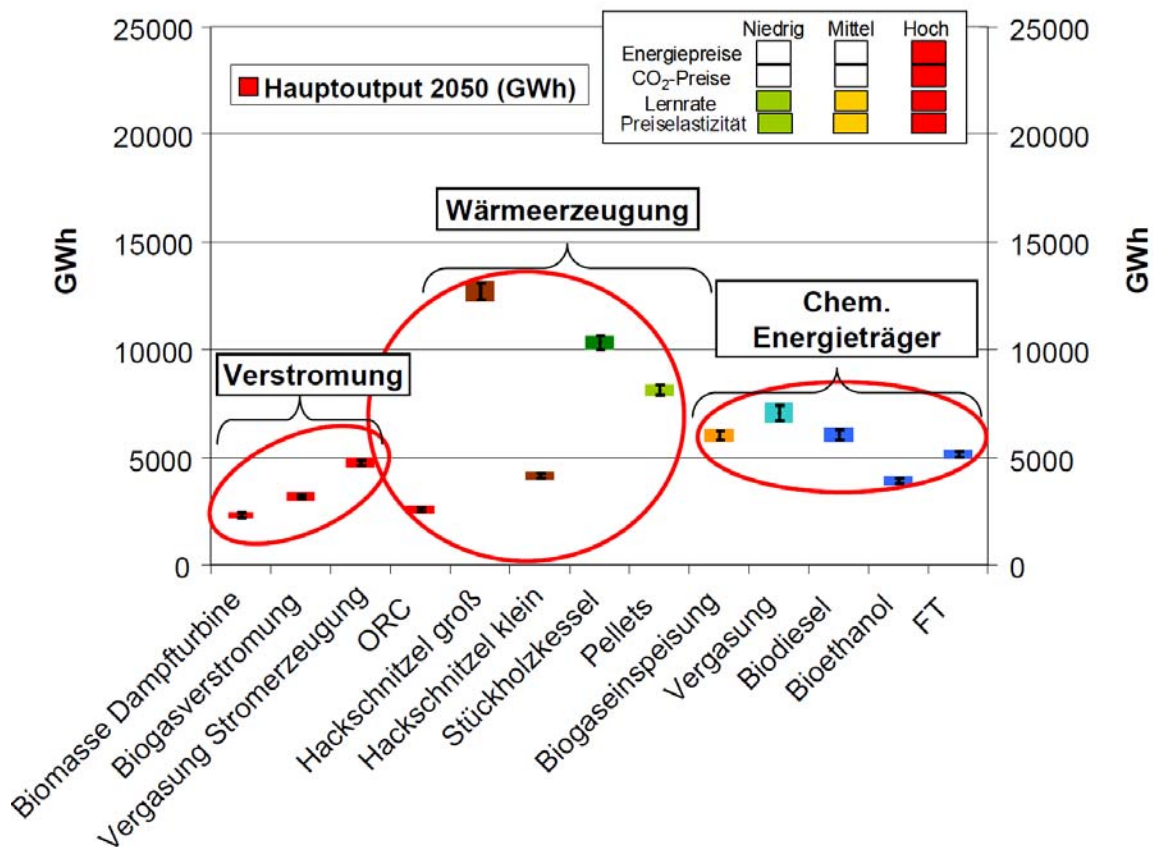


Quelle: Energy Economics Group (2008), S. 104

Die Entwicklung der Biomasse für das Szenario mit hohen Energie- und CO₂-Preisen und niedriger Förderung ist in Abbildung 56 dargestellt. Wesentliches Ergebnis ist, dass unter den getroffenen Annahmen alle Biomasse-Technologien zur Energieumwandlung innerhalb von 20 Jahren wirtschaftlich werden. Da die Wärmeerzeugung aus Biomasse bereits heute wettbewerbsfähig ist, profitieren speziell die Stromerzeugungstechnologien von hohen CO₂-Preisen. Die zunehmende Konkurrenzfähigkeit setzt sich auch bei Technologien zur Produktion der chemischen Sekundärenergieträger fort. Wie aus der rechten Abbildungshälfte ersichtlich ist, werden diese ab 2035 wirtschaftlich.

¹⁴⁸ Energy Economics Group (2008), S. 91ff

Abbildung 55: Bandbreite energetischer Ausstoß nach Technologien im Jahr 2050



Quelle: Energy Economics Group (2008), S. 104

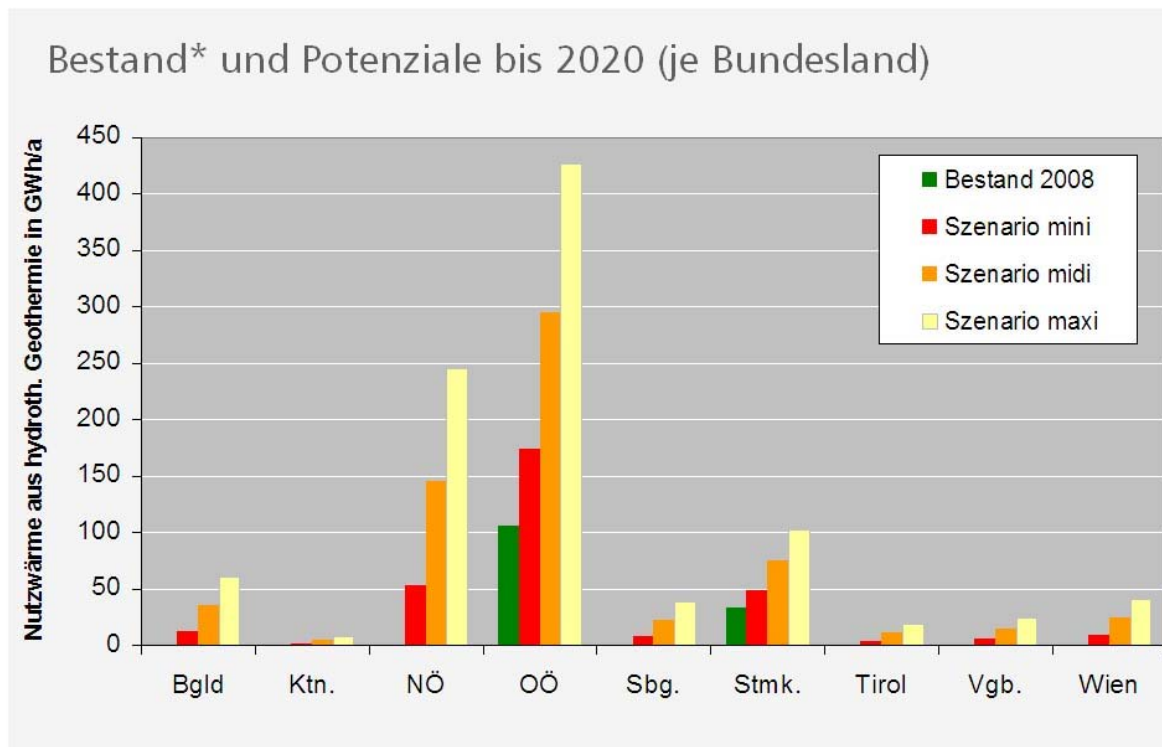
7.7 Geothermie

Die geothermale Energie wird in Österreich vorwiegend für die direkte Warmwassernutzung aber auch für die Fern- und Nahwärmeversorgung herangezogen. Die installierte Wärme-Gesamtleistung beträgt derzeit rund 93 MW (193 GWh). Die Geothermie spielt für die Stromerzeugung eine vernachlässigbare Rolle.¹⁴⁹

Für die Zukunft gibt es noch beträchtliches Ausbaupotenzial. Das reduzierte technische Potenzial kann mit 6.608 GWh (23,76 PJ) beziffert werden. Dabei ist aber anzumerken, dass sich die Nutzungsmöglichkeiten regional sehr unterschiedlich verteilen. Ein großes Potenzial besteht vor allem für Oberösterreich und Niederösterreich (Abbildung 56).

¹⁴⁹ Laut Ökostrombericht existieren in Österreich derzeit zwei Anlagen mit einer Gesamtleistung von 0,9 MW (E-Control GmbH (2010), S. 51).

Abbildung 56: Verteilung des realisierbaren Geothermie-Potenzials bis 2020



* aktive Nutzwärme Arbeit 2008

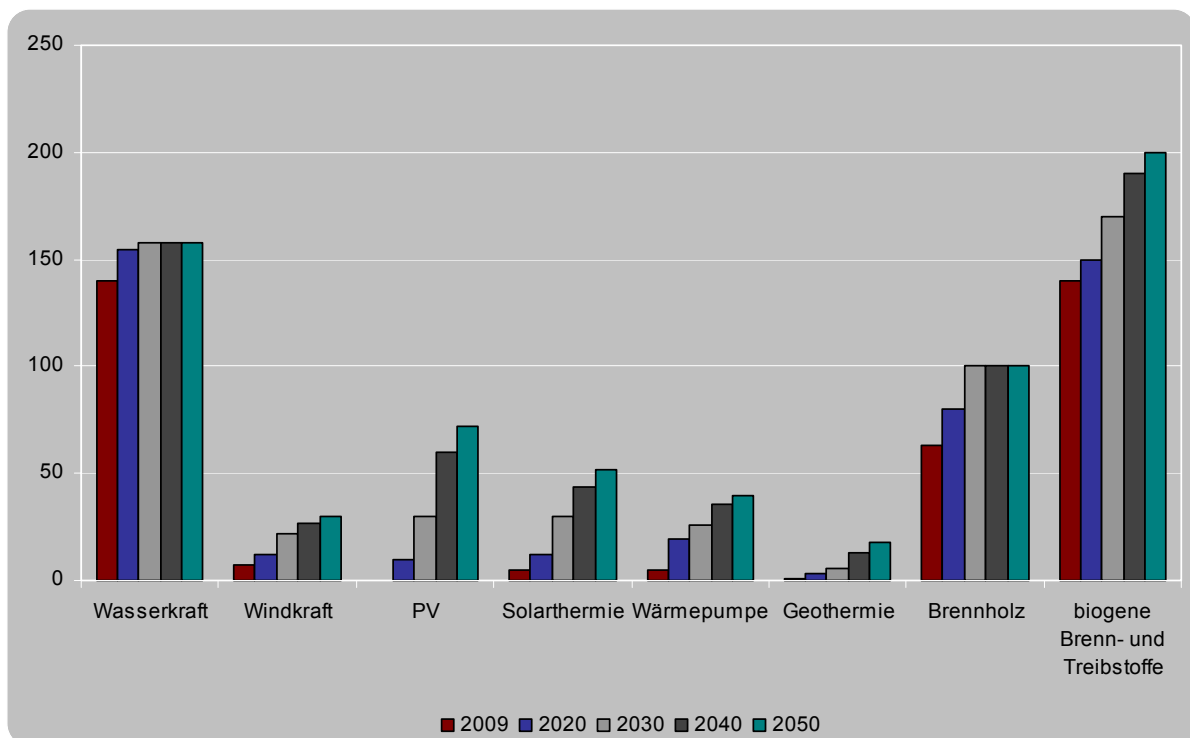
Quelle: REGIO Energy

Laut Berechnung von REGIO Energy könnten beispielsweise im Bezirk Braunau am Inn 429 GWh genutzt werden, was für die Wärmeversorgung von 28.605 Haushalten ausreichen würde.

7.8 Zusammenfassung der Potenzialanalyse

Die in den vorstehenden Abschnitten durchgeführte Potenzialanalyse für die einzelnen erneuerbaren Energieträger hat gezeigt, dass noch beträchtliches Nutzungspotenzial in allen Anwendungsbereichen besteht. In Abbildung 57 sind die jeweiligen Nutzungspotenziale bis zum Jahr 2050 zusammen gefasst. Die Abschätzung erfolgte auf Basis der in den vorstehenden Abschnitten zitierten Literaturquellen. Die Darstellung zeigt, dass die Biomasse neben der Wasserkraft die wesentliche Säule der Nutzung erneuerbarer Energie in Österreich sein wird.

Abbildung 57: Abschätzung des Potenzials erneuerbarer Energie bis zum Jahr 2050 (in PJ)

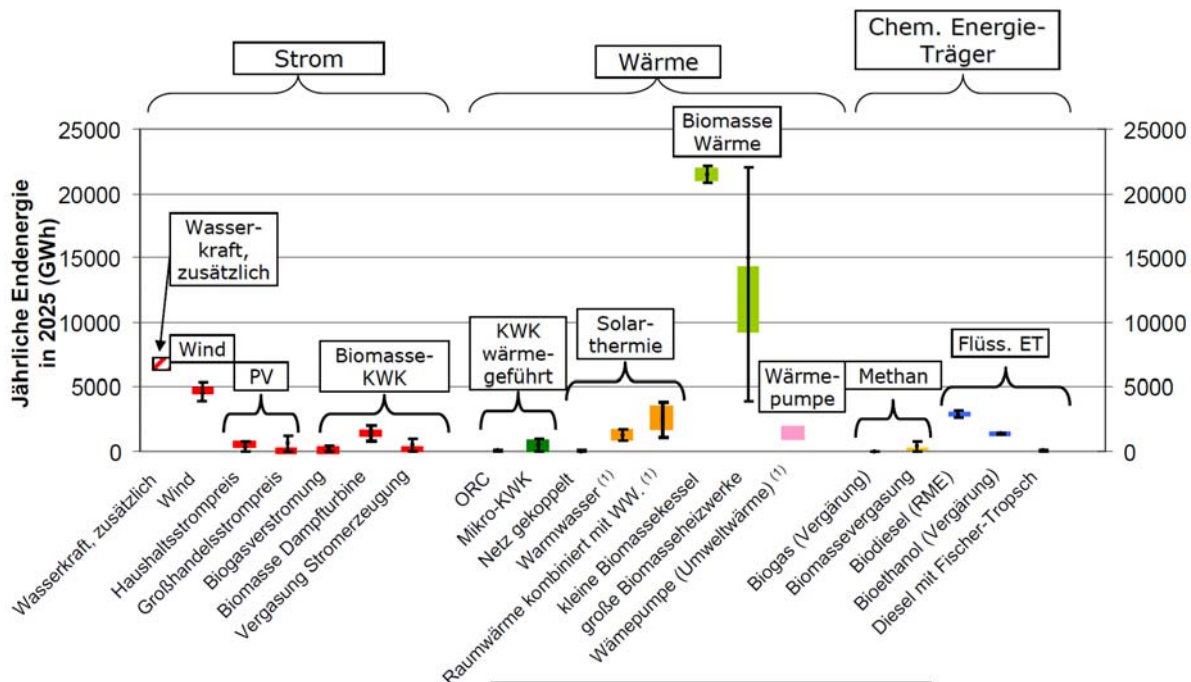


Quelle: Eigene Darstellung

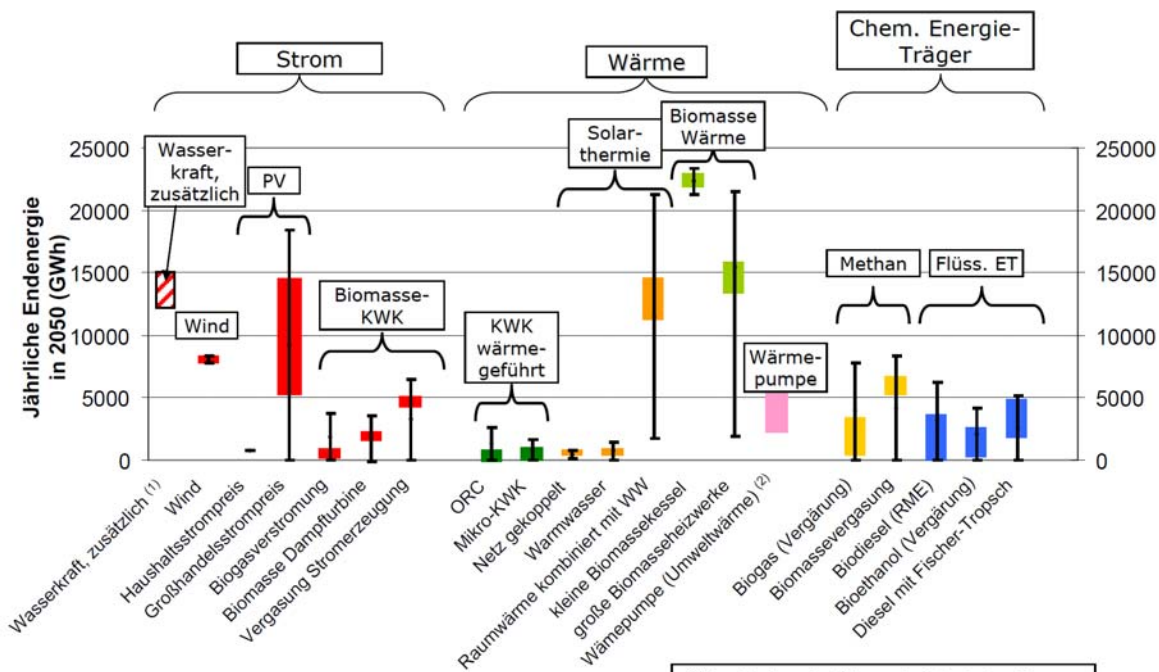
Unter der Voraussetzung, dass die erwarteten Lerneffekte und Kostenreduktionspotenziale wirksam werden, werden auch die PV und die Windkraft in der Lage sein, einen beträchtlichen Beitrag zur Stromerzeugung zu leisten. Technische Voraussetzungen, wie die Weiterentwicklung der Netze in Richtung „Smart Grids“ sowie die Bereitstellung ausreichender Speicherleistung müssen mit dem Ausbau dieser Erzeugungskapazitäten einhergehen.

Ein ebenfalls nicht zu vernachlässigendes Potenzial steckt in der Solarthermie sowie in der Geothermie, wenngleich letztere auf wenige Bezirke in Österreich beschränkt verfügbar ist. Der Beitrag der einzelnen erneuerbaren Energieträger und Energietechnologien zur Deckung des energetischen Endverbrauchs im Jahr 2025 bzw. 2050 wird von der Energy Economics Group, wie in Abbildung 58 dargestellt, eingeschätzt.

Abbildung 58: Energetische Endenergie nach Technologiegruppen im Jahr 2025 und 2050



(1) Ergebnisse aus dem Gebäudemodell ERNSTL



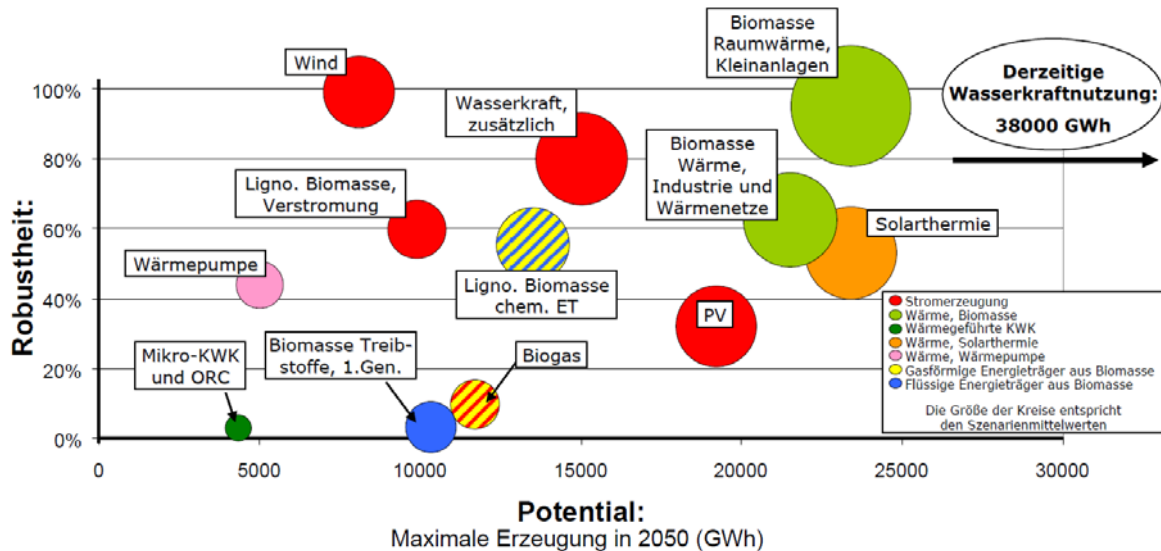
(1) Der Ausbau der Wasserkraft basiert auf Potentialen und wurde nicht im Modell berechnet
 (2) Ergebnisse aus dem Gebäudemodell ERNSTL

Quelle: Energy Economics Group (2008), S. 167 und 168

Dabei ist auffällig, dass der Einsatz der PV erst nach 2025 beträchtlich an Dynamik gewinnt und bis 2050 ein Niveau von bis zu 79 PJ erreicht. Der Ausbau der Windenergie erreicht bis 2025 ein Potenzial von 18 PJ, das sich bis 2050 auf über 25 PJ steigert. Die Wärmebereitstellung erfolgt primär auf Basis biogener Energieträger, wobei ab 2025 auch die Solarthermie zunehmend eine Rolle spielt. Der Einsatz der Wärmepumpe hängt stark von der Ent-

wicklung der Strom- bzw. CO₂-Preise ab, weshalb sich in Szenarien mit höheren CO₂-Preisen auch ein geringerer Ausbau ergibt.¹⁵⁰

Abbildung 59: Gegenüberstellung von Potenzial und Robustheit der verschiedenen Technologiegruppen

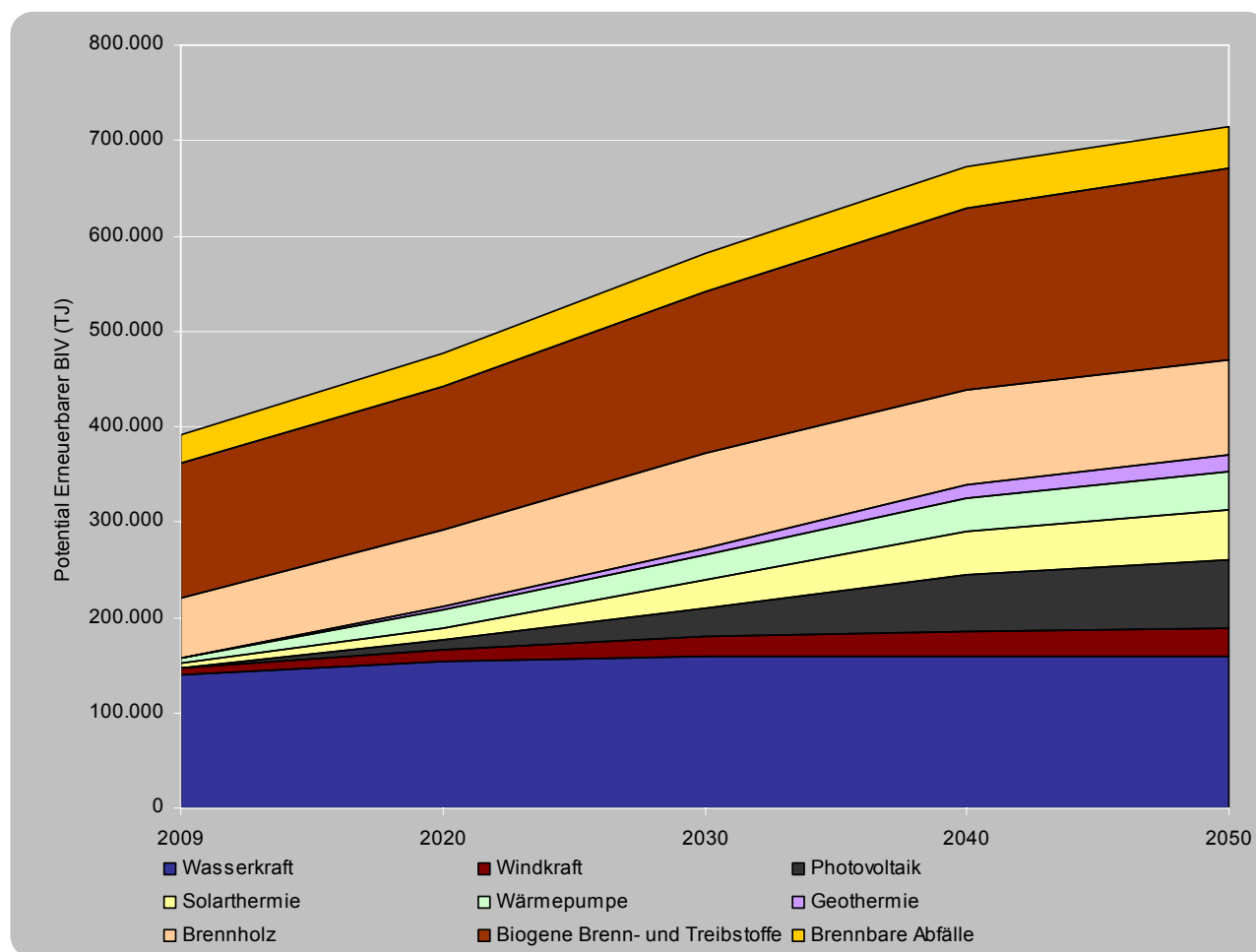


Quelle: Energy Economics Group (2008), S. 191

Die Potenzialanalyse zeigt, dass es in Österreich grundsätzlich ausreichend erneuerbare Energiequellen für die emissionsfreie Versorgung des Landes mit Strom und Wärme gibt. Die tatsächliche Nutzung des Potenzials erneuerbarer Energieträger hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren und Unsicherheiten ab. Eine seriöse Abschätzung und Beurteilung dieser Einflussfaktoren ist für einen Zeitraum von 40 Jahren nicht machbar. Ein Technologie-Vergleich hinsichtlich Robustheit und Potenzial bis zum Jahr 2050 ist in Abbildung 59 dargestellt. Dabei zeigt sich, dass beispielsweise die Wärmeerzeugung aus Biomasse hohe Potenziale hat und dass der entsprechende Ausbau in den berechneten Szenarien sehr robust ist. Ein ähnlich hohes Potenzial wird auch der Solarthermie oder der PV zugeschrieben, wobei jedoch die Robustheit hinsichtlich der tatsächlichen Nutzung dieses Potenzials weitaus geringer, d.h. von erheblichen Unsicherheitsfaktoren belastet ist. Hinsichtlich der Robustheit ihrer Entwicklung zählen auch die Wasserkraft und die Windkraft zu den vielversprechenden Technologien, allerdings verbunden mit einem relativ beschränkten Potenzial für die nächsten Jahrzehnte.¹⁵¹

¹⁵⁰ Energy Economics Group (2008). *Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Marktchancen verschiedener Technologielinien im Energiebereich*. 2. Ausschreibung der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft. Wien. S. 168

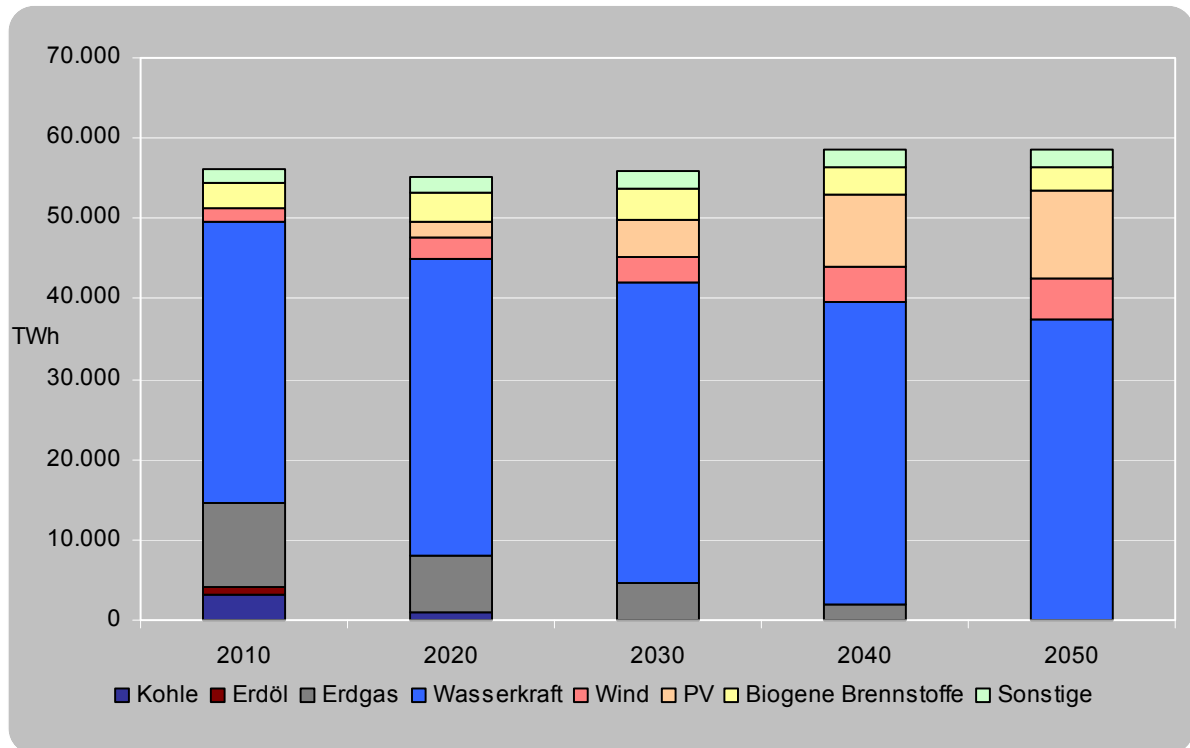
¹⁵¹ Energy Economics Group (2008), S. 191

Abbildung 60: Potenzial erneuerbarer Energieträger bis 2050

Quelle: Eigene Darstellung

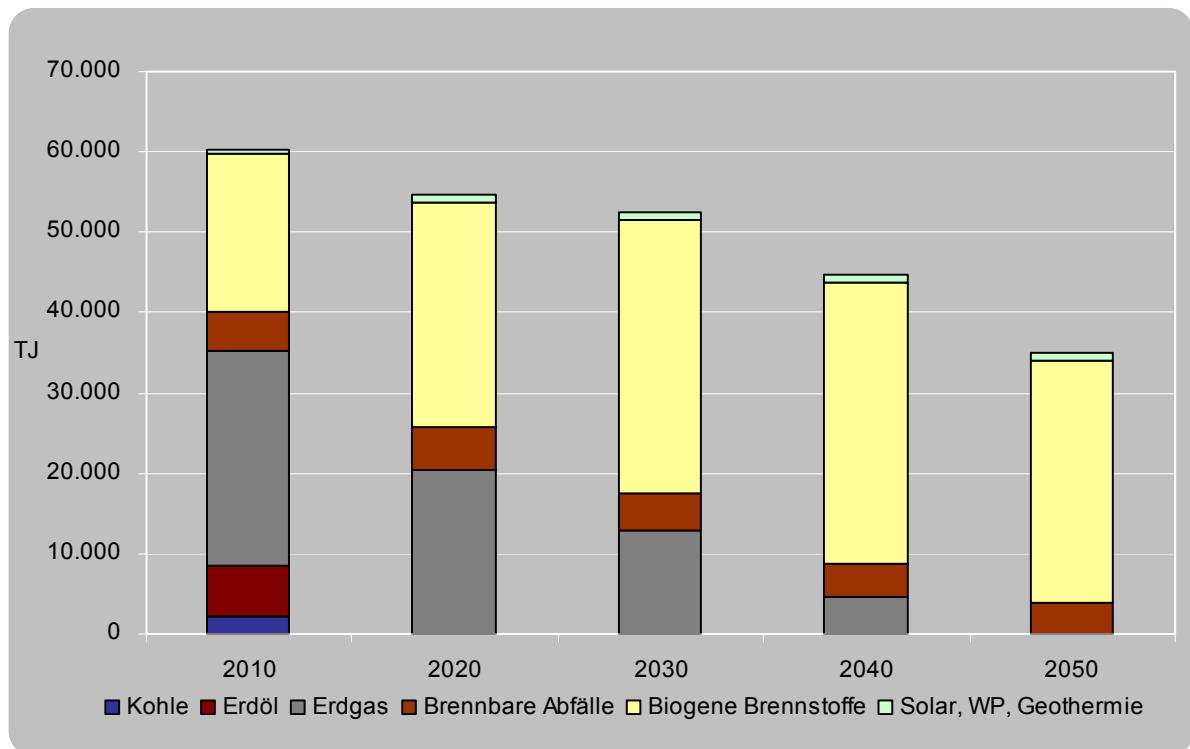
Abbildung 60 zeigt die Veränderung des Potenzials der verschiedenen erneuerbaren Energieträger. Während sich die Wasserkraft von 2009 bis 2050 relativ konstant entwickelt, ist das Potenzial an Biomasse noch ausbaufähig. Ein großes Potenzial bieten auch die Photovoltaik und die Solarthermie. Im Jahr 2050 kann der gesamte Bedarf an Elektrizität und Fernwärme aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden (Abbildung 61 und Abbildung 62). Strom aus Wasserkraft spielt im Bereich der Elektrizität im Jahr 2050 nach wie vor die größte Rolle. Relativ gesehen steigt die Elektrizitätserzeugung aus Photovoltaik bis 2050 am stärksten an, gefolgt von Strom aus Windenergie. Insgesamt steigt der Strombedarf von 2010 auf 2050 leicht an (insbesondere durch die zunehmende Elektrifizierung des Verkehrs nach 2020). Biogene Brennstoffe und Sonstige (z.B. Geothermie) spielen in der Stromproduktion auch 2050 eine vergleichsweise geringe Rolle. Dominieren im Jahr 2010 noch fossile Energieträger in der Fernwärmeerzeugung, kann Fernwärme im Jahr 2050 vollständig mittels Erneuerbarer erzeugt werden (insbesondere durch Biomasse). Insgesamt verringert sich die Fernwärmeerzeugung (die Steigerung der Sanierungsrate und -qualität verringert deutlich den Wärmebedarf).

Abbildung 61: Zusammensetzung und Verlauf der Stromproduktion 2010 bis 2050, Energie [R]evolution Österreich 2050



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 62: Zusammensetzung und Verlauf der Fernwärmeerzeugung 2010 bis 2050, Energie [R]evolution Österreich 2050

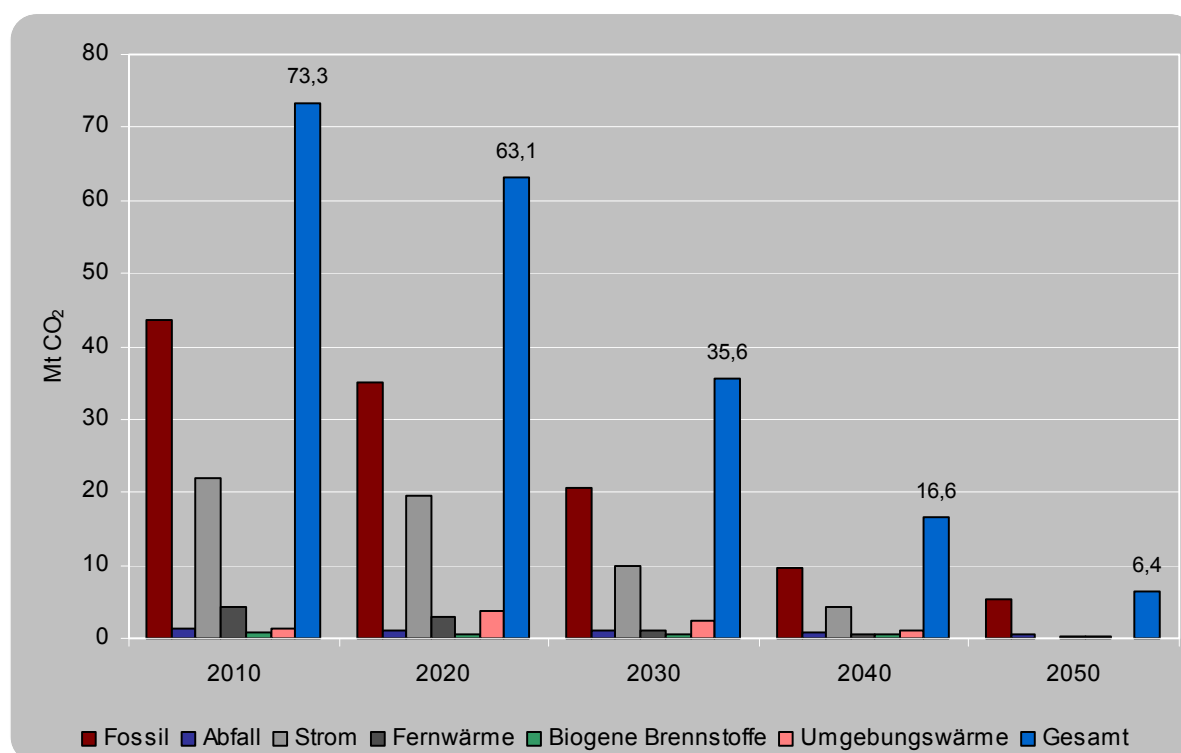


Quelle: Eigene Darstellung

7.9 Entwicklung der CO₂-Emissionen 2010 bis 2050

Laut dem aktuellen Klimaschutzbericht¹⁵² wurden im Jahr 2008 in Österreich 86,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente Treibhausgase (THG) emittiert, womit die Emissionen noch weit über dem Kyoto-Zielwert von 68,77 Mio. für 2012 liegen. In diesem Abschnitt wird die bis 2050 erzielbare Reduktion der CO₂-Emissionen dargestellt, die über die Umsetzung der *Energie [R]evolution Österreich 2050* erzielbar wäre. Berücksichtigt werden dabei nicht Methan (CH₄)- und Lachgasemissionen (N₂O) sowie Fluorierte Gase (F-Gase). 2008 entfielen 85 % der THG-Emissionen auf CO₂, 6,6 % auf Methan, 6,5 % auf N₂O und 1,9 % auf F-Gase.¹⁵³

Abbildung 63: Entwicklung der CO₂-Emissionen bis 2050, *Energie [R]evolution Österreich 2050*



Quelle: Eigene Darstellung

Grundsätzlich führt der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energieträger, gepaart mit deutlichen Energieeffizienzsteigerungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, zu einem kontinuierlichen Rückgang der CO₂-Emissionen in dem betrachteten Zeitraum¹⁵⁴. Wie aus Abbildung 63 ersichtlich ist, können die CO₂-Emissionen bis 2050 auf ein Niveau von rund 6,4 Mio. Tonnen CO₂ reduziert werden (keine Berücksichtigung von CH₄, N₂O und F-Gasen). Fossile Energieträger haben in der *Energie [R]evolution Österreich 2050*, mit Ausnahme des produzierenden Bereiches, nur mehr eine minimale Bedeutung. Aufgrund der hohen spezifi-

¹⁵² Umweltbundesamt (2010c). *Klimaschutzbericht 2010*. Wien.

¹⁵³ Umweltbundesamt (2010c), S. 46

¹⁵⁴ Die Ermittlung der CO₂-Emissionen erfolgt auf Basis spezifischer Emissionsfaktoren für Primärenergieträger bzw. durchschnittlicher Emissionsfaktoren für die Nutzenergien.

schen CO₂-Emissionen bei der Stromerzeugung ergeben sich durch den Ausbau der erneuerbaren Energieträger für die Stromerzeugung besonders hohe CO₂-Einsparungen.

Eine Analyse der eingesparten CO₂-Emissionen nach Technologien zeigt, dass die Biomassenutzung das größte Potenzial hat. Durch die Substitution fossiler Energieträger durch biogene Brenn- und Treibstoffe im Verkehrsbereich (insbesondere Flugverkehr) sowie im Wärmesektor lassen sich viele Millionen Tonnen CO₂ einsparen.

Mehr als 80 % des gesamten Energieverbrauchs können in der *Energie [R]evolution Österreich 2050* mit erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden. Demzufolge können im Jahr 2050 mehr als 90 % der CO₂-Emissionen (verglichen mit 2008)¹⁵⁵ eingespart werden. Da Kohlendioxid mengenmäßig weitaus das wichtigste Treibhausgas ist, könnte diese Einsparung maßgeblich dafür verantwortlich sein, dass Österreich seiner Verpflichtung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Jahr 2050 erfüllen könnte.¹⁵⁶ Eine weitere Reduktion der CO₂-Emissionen könnte durch die Abscheidung und Speicherung von CO₂ (CCS) im Bereich der industriellen Produktion erreicht werden, wenngleich die breite technologische Umsetzung noch in den Kinderschuhen steckt. Kritik an dieser Option zur Vermeidung von CO₂-Emissionen richtet sich insbesondere auf technische Risiken (plötzliches Entweichen großer Mengen von CO₂, langsames Ausgasen etc.) sowie wirtschaftliche Rahmenbedingungen (kostenintensiv, Reduktion des Wirkungsgrades von Anlagen, Nutzungskonkurrenz zu Druckluftspeicher etc.). Unabhängig davon sieht die IEA als wichtigste Optionen für die Vermeidung von THG einerseits die Steigerung der Energieeffizienz sowie andererseits die breite Implementierung von CCS-Technologien (vgl. Abbildung 7).

¹⁵⁵ Lt. Umweltbundesamt (2010c) betragen die THG-Emissionen im Jahr 2008 86,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. Der Anteil an CO₂ betrug 85 %.

¹⁵⁶ Um das 2-Grad-Ziel zu erreichen sollen insbesondere die Industriestaaten ihre Treibhausgasemissionen um 80-95 % reduzieren. Europäische Kommission (2010), S. 2

8 Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Kapitel 6 beschreibt eine mögliche Energiezukunft für Österreich im Jahr 2050. Ein starker Rückgang des Energieverbrauches bei einem gleichzeitigen Anstieg des Einsatzes der erneuerbaren Energieträger erfordert umfassende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sowie unterstützenden und begleitende Maßnahmen auf politischer Ebene zur Umgestaltung des Energiesystems und der Energienutzung. Kapitel 8 befasst sich mit den Maßnahmen, die zwingend notwendig erscheinen, um die Wirtschaft zu einer „low-carbon-economy“ umzustrukturieren. Dabei werden einerseits übergreifende, übergeordnete Maßnahmen von Nöten sein, andererseits aber auch sektorspezifische Maßnahmen und Vorgaben.

8.1 Übergeordnete Maßnahmen

Übergeordnete Maßnahmen wirken auf das gesamte Wirtschafts- und Energiesystem und koordinieren die sektoralen Maßnahmen. Nachfolgend werden sechs übergeordnete Maßnahmen erläutert.

8.1.1 Festlegung verbindlicher Ziele

Langfristige Zielvereinbarungen werden wesentlich von Bedeutung sein, um Strukturänderungen hin zu einer emissionsarmen Wirtschaft zeitgerecht umzusetzen. Längerfristige Ziele geben insbesondere Unternehmen und Industrie Planungssicherheit und Anreize in neue Technologien zu investieren bzw. Produktionsprozesse umzustellen. Es wird vorgeschlagen, sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene verbindliche Ziele¹⁵⁷ in den Bereichen Reduktion der Treibhausgase, erneuerbare Energien und Energieeffizienz festzulegen.

Reduktion der THG-Emissionen

Die Europäische Union vereinbarte bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 % zu reduzieren (siehe Kapitel 3.1). Österreich verpflichtete sich im Rahmen des europäischen Energie- und Klimapakets die Treibhausgase jener Sektoren, die nicht dem Emissionshandel unterliegen, bis 2020 um 16 % zu reduzieren (siehe Kapitel 3.2). Für den Zeitraum nach 2020 gibt es derzeit noch keine verbindlichen Ziele für eine weitere Emissionsreduktion. Entsprechend dem Ziel, den Temperaturanstieg auf 2° Celsius zu begrenzen, müssen die Industriestaaten ihre THG-Emissionen bis 2050 um 80-95 % reduzieren.¹⁵⁸ Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* zeigt, dass Österreich es schaffen könnte, die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 um mehr als 90 % zu reduzieren. Um dieses Reduktionspotenzial aus-

¹⁵⁷ Umweltbundesamt Deutschland (2010). *Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen*. Vorabdruck für die Bundespressekonferenz am 7. Juli 2010. Dessau-Roßlau, S. 169

¹⁵⁸ Europäische Kommission (2010), S. 2

schöpfen zu können wird vorgeschlagen, verbindliche Ziele zur Emissionsreduktion nach dem Jahr 2020 festzulegen. Dabei wird es insbesondere von Bedeutung sein, Zwischenziele für den Zeitraum zwischen 2020 und 2050 zu vereinbaren.

Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien

Im Energie- und Klimapaket verpflichtete sich die Europäische Union weiters, den Anteil der erneuerbaren Energieträger auf 20 % bis zum Jahr 2020 zu erhöhen. Österreich hingegen verpflichtete sich zu einem Anstieg der Nutzung erneuerbarer Energieträger auf 34 % am Bruttoendenergieverbrauch (siehe Kapitel 3.2). Weitere Zielvereinbarungen für den Zeitraum nach 2020 kamen bis jetzt noch nicht zu Stande. Die *Energie [R]evolution Österreich 2050* beschreibt einen möglichen Weg zu einer emissionsarmen Wirtschaft. Im Jahr 2050 könnte dabei der Anteil der erneuerbaren Energieträger am energetischen Endverbrauch auf mehr als 80 % ansteigen. Die verbindliche Vereinbarung von Zwischenzielen zum Ausbau der erneuerbaren Energien kann helfen sicherzustellen, dass der Großteil des energetischen Endverbrauchs im Jahr 2050 mit Hilfe von Erneuerbaren abgedeckt wird.

Kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz

In *Energie [R]evolution Österreich 2050* kommt es zu einem starken Rückgang des Endenergieverbrauchs im Zeitraum 2010-2050 auf ca. 540 PJ. Eine drastische Reduktion des Energieverbrauchs erscheint notwendig, um einerseits den Bedarf an fossilen Energieträgern deutlich zu reduzieren und andererseits den Anteil erneuerbarer Energieträger sukzessive anheben zu können. Eine zunehmend auf erneuerbaren Energieträgern basierende Wirtschaft muss somit möglichst effizient sein. Für eine deutliche Reduktion des derzeitigen Energieverbrauchs sind intensive Verbesserungen der Energieeffizienz unverzichtbar (siehe auch Abbildung 14). Im Rahmen der 20-20-20-Ziele der Europäischen Union (siehe Kapitel 3.1) soll der Energieverbrauch durch eine gesteigerte Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 um 20 % gesenkt werden können.

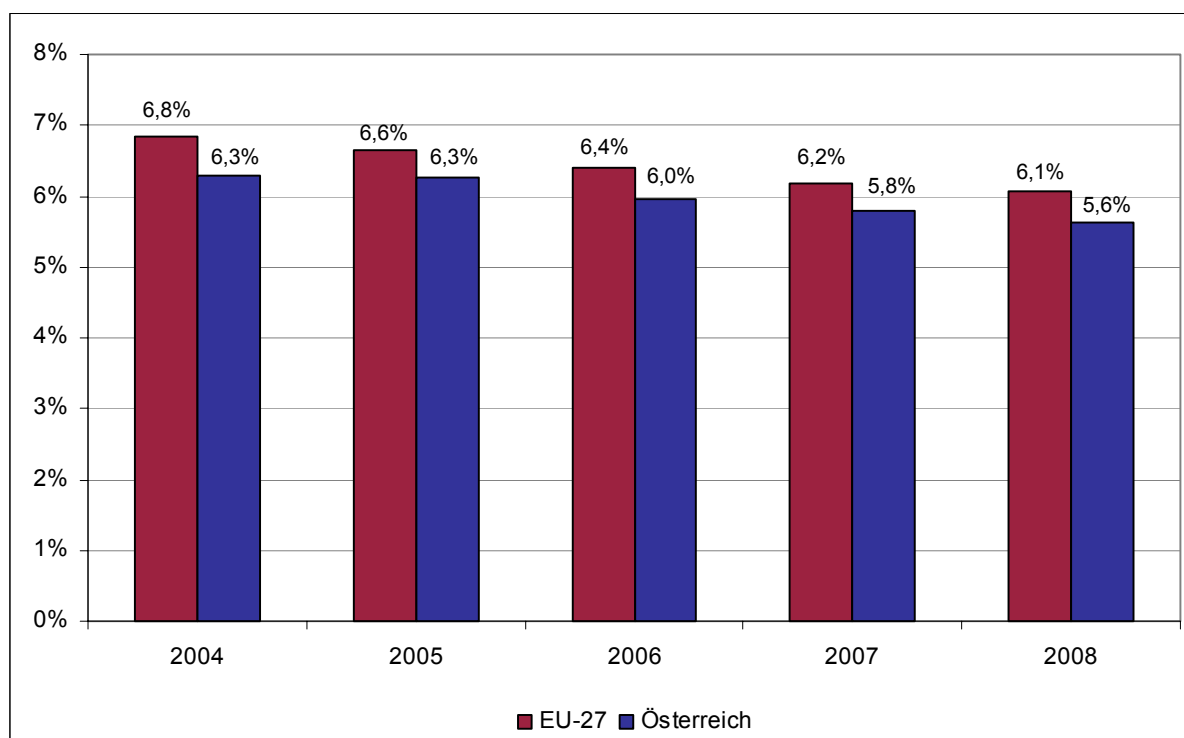
Die einzelnen Sektoren (Industrie, Dienstleistungen etc.) erhalten durch langfristige Zielvereinbarungen Planungssicherheit und gleichzeitig Anreize, in neue Technologien zu investieren. Andererseits bieten aber auch Instrumente, wie beispielsweise die Einführung von Mindeststandards oder Mindestanforderungen an Produkte und Prozesse, Anreize auf effizientere Produkte und Methoden umzurüsten. Klar definierte Effizienzvorgaben, verbunden mit steuerlichen Anreizen und Sanktionsmaßnahmen bei Nichteinhaltung, motivieren die Wirtschaftsakteure Effizienzmaßnahmen zeitgerecht umzusetzen.

8.1.2 Ökologisierung des Steuersystems

Durch die Einführung einer Ökosteuer soll umweltschädliches Verhalten verteuert werden mit dem Ziel, die externen Kosten zu internalisieren und letztendlich eine Verhaltensänderung zu bewirken. Auch die „Energierstrategie Österreich“ nennt die ökologische Steuerreform als ein wesentliches Instrument zur Erreichung der Ziele im Bereich des Energie- und Klimaschutzes.¹⁵⁹

Die Ökologisierung des Steuersystems wird in Österreich seit vielen Jahren diskutiert und wurde in Ansätzen bereits umgesetzt, wenngleich bei der Erhöhung von Steuern bzw. der Einführung neuer Steuern meist nicht der Lenkungs-, sondern der Einnahmeneffekt im Vordergrund stand. Im Jahr 2008 wurden in Österreich rund € 7,4 Mrd. aus Ökosteuern eingenommen. Wie aus der Abbildung 64 ersichtlich ist, lag der Anteil der Ökosteuern an den Gesamtsteuereinnahmen in Österreich im Jahr 2008 (bei abnehmender Tendenz) bei rund 5,6 %. In den EU-27 Ländern liegt dieser Anteil höher und aktuell (2008) bei 6,1 %, bei ebenfalls abnehmender Tendenz. Das im Jahr 2010 beschlossene Budgetkonsolidierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung hat u.a. zu einer Erhöhung der Mineralölsteuer (CO₂-Zuschlag), einer Verteuerung von Flugtickets (Flugticketabgabe) und zu einer Erhöhung des CO₂-Zuschlags bei der Anschaffung neuer Fahrzeuge geführt. Dadurch ist eine Angleichung des Ökosteuer-Anteils an den europäischen Durchschnitt zu erwarten.

Abbildung 64: Anteil der Öko-Steuern an den Gesamtsteuereinnahmen (2004 bis 2008)



Quelle: Eurostat (2010a), Eigene Darstellung

¹⁵⁹ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010)

International setzten bereits viele Länder Schritte zu einer Ökologisierung des Steuersystems, insbesondere zur Erreichung der Energie- und Klimaziele sowie zur Förderung der Beschäftigung durch reduzierte Kosten des Faktors Arbeit. Diese Beispiele zeigen, dass eine gut umgesetzte ökologische Steuerreform nicht nur einen positiven Umwelteffekt hat (Reduktion der THG-Emissionen), sondern sich auch positiv auf Beschäftigung und Wirtschaftswachstum auswirken kann. Im Rahmen eines EU-Forschungsprojektes konnte die Existenz dieser „doppelten Dividende“ belegt werden. Dabei wurden die Auswirkungen von in den letzten beiden Jahrzehnten umgesetzten ökologischen Steuerstrukturreformen auf Umwelt (CO₂-Emissionen) und Wirtschaft (Bruttoinlandsprodukt und Arbeitsmarkt) in Dänemark, Deutschland, Finnland, den Niederlanden, Schweden sowie dem Vereinigten Königreich untersucht.¹⁶⁰ Die Analyse zeigt einen positiven Effekt der Ökologisierung auf das BIP-Wachstum (bis 1 %) und die Arbeitsmarktsituation (bis 0,5 %) sowie eine gleichzeitige Reduktion der CO₂-Emissionen um bis zu 7 %.¹⁶¹

In Österreich wurden bis dato nur beschränkt Schritte in Richtung einer umfassenden Ökologisierung des Steuersystems gesetzt. Dadurch sind die steuerlichen Anreize zu gering, um einen effizienteren Einsatz von Energie und natürlichen Ressourcen nachhaltig zu forcieren. Umweltsteuern müssen eine zentrale Komponente bei der Gestaltung einer energieeffizienten und umweltschonenden Wirtschaftsentwicklung sein. Denkbar sind hier u.a. steuerliche Anreize für die thermische Sanierung von Gebäuden (energieabhängige Grundsteuer), für den produzierenden Sektor (verkürzte AfA für Energieeffizienzmaßnahmen) oder im Verkehrsbereich (Ökologisierung der MöSt., Orientierung der Kfz-Steuer an den Abgasnormen etc.). Grundsätzlich müssen die nicht vom Emissionshandel erfassten Sektoren und Anlagen einer weitreichenden THG-Steuer unterzogen werden, soweit sie nicht in das EU-Emissionshandelssystem einbezogen werden können.

8.1.3 EU-Emissionshandel

Aus ökonomischer Sicht ist der Emissionshandel ein sehr effizientes Instrument zur Vermeidung von THG-Emissionen. Durch den Emissionshandel wird nicht nur ein Preissignal für den Ausstoß von THG-Emissionen geschaffen; der große Vorteil gegenüber Auflagen oder CO₂-Steuern besteht in der direkten Planbarkeit und Festlegung von insgesamt Emissionseinsparungszielen. Die Einführung des EU-Emissionshandelssystems im Jahr 2005 stellte einen Meilenstein in der europäischen Umweltpolitik dar. Durch die im Jahr 2009 beschlossene 3. Handelsperiode wurde eine EU-weite Gesamtbergrenze für CO₂-Emissionen

¹⁶⁰ Die Auswirkungen werden dabei als Differenz zwischen einem Baseline-Szenario ohne Ökosteuerreform und den Referenzszenarien dargestellt.

¹⁶¹ National Environmental Research Institute (2007). *Competitiveness Effects of Environmental Tax Reforms* (COMETR). Publishable Final Report to the European Commission, DG Research and DG TAXUD (Summary Report).

bis zum Jahr 2020 verbindlich gemacht. Auch für den Zeitraum nach 2020 muss der Emissionshandel eine wesentliche Rolle für die Umsetzung von Reduktionszielen bei großen Punktquellen darstellen. Die wesentlichen Erweiterungsmaßnahmen müssen sich dabei

- auf die weitere Reduktion von Emissionsobergrenzen,
- eine vollständige Abschaffung der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten
- sowie die Aufnahme zusätzlicher Sektoren und Emittenten in das Handelssystem richten.

Zudem sollte das Emissionshandelssystem im Hinblick auf mögliche Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten der Energie- und Umweltpolitik (Förderung erneuerbarer Energieträger) weiterentwickelt und regelmäßig überprüft werden.

8.1.4 Nachhaltige Raumordnung und –entwicklung

Die nachhaltige Raumentwicklung stellt eine langfristige Schlüsselgröße zur Reduktion des Energieverbrauchs dar. Die Entwicklungen im Siedlungswesen in Österreich haben einen maßgeblichen Einfluss auf den steigenden Energiebedarf; die Siedlungsentwicklung ist durch eine hohe Flächeninanspruchnahme, eine hohe Energieintensität, hohe Schadstoffemissionen und einen hohen Materialeinsatz gekennzeichnet. So hat sich die Wohnungsentwicklung weitgehend von der Bevölkerungsentwicklung abgekoppelt; d.h. die Zahl der Wohnungen wuchs in den letzten Jahren weitaus stärker an als die Bevölkerung. Ein großer Anteil der österreichischen Treibhausgasemissionen wird durch den Energieeinsatz für Raumwärme und Warmwasser (rund 40 % des gesamten österreichischen Energieeinsatzes) verursacht. Die verstärkte Wohnraumschaffung – insbesondere im Stadtumland - führte zu einer Ausweitung der Pendlerströme, die verkehrspolitische Implikationen sowie energie- und umweltrelevante Folgen mit sich bringen. Folgende Effizienzaspekte hängen wesentlich von der Raumordnung ab:

- *Ressourcenintensität:* Etwa 70 % bis 80 % des Energie- und Materialeinsatzes werden durch die Bereiche Siedlungswesen und Verkehr - also durch räumliche Bedingungen - in Anspruch genommen. Potenziale zur Reduktion des Energiekonsums sind dementsprechend im Zusammenhang mit der Raumentwicklung zu analysieren.
- *Finanzmittelintensität:* Die Bereitstellung von technischer und sozialer Infrastruktur in einer Region ist mit hohen Kosten verbunden. Durch eine effiziente Raumorganisation, welche der Zersiedelung entgegenwirkt, können erhebliche Einsparungen im Infrastrukturbereich erzielt werden.
- *Flächenintensität:* Der Flächenverbrauch für Gebäude aller Art und Straßen nimmt kontinuierlich zu. Trotz eingeschränktem Dauersiedlungsraum auf Grund des hohen Gebirgs- und Waldanteils in Österreich, ist der Trend zur Zersiedelung sowie flächen-

intensiven Ein- und Zweifamilienhäusern ungebrochen. Die für Siedlungsraum verbrauchten Flächen stehen nicht für den Anbau von Energiepflanzen bzw. die Speicherung von CO₂ in Form von Biomasse zu Verfügung.

- *Verkehrsintensität*: Durch Trends wie die wachsende Suburbanisierung, ein verändertes Freizeitverhalten und die Zunahme der interregionalen und internationalen Arbeitsteilung u.a.m. wird ein erhöhtes Verkehrsaufkommen bzw. ein wachsender Energieverbrauch mit den bekannten negativen Folgen für Mensch und Umwelt verursacht.

Haushalte in Gebieten mit geringerer Siedlungsdichte verursachen vermehrt CO₂-Emissionen, weil diese durchschnittlich mit mehr Pkw ausgestattet sind und längere Wege (z.B. zum Arbeitsplatz oder zum Einkaufen) zurücklegen müssen. Innovative Gebäudekonzepte (z.B. Passivhaus) ermöglichen am Einzelgebäude zwar einen niedrigeren Energieverbrauch, können jedoch nicht den steigenden Energieverbrauch des Verkehrs auf Grund zunehmender Zersiedelung verhindern. Daher werden langfristige und zukunftsorientierte Raumordnungsstrategien benötigt, deren primäres Ziel eine Verhinderung energieintensiver Raumstrukturen sein muss.

8.1.5 Nationales Klimaschutzgesetz

Entsprechend dem Vorschlag in der Studie von Prognos und Öko-Institut e.V. sollte durch ein nationales Klimaschutzgesetz der Klimaschutz auf eine rechtlich verbindliche Basis gestellt werden. Gleichzeitig sollte damit ein kontinuierlicher Verbesserungs- und Überprüfungsprozess verpflichtend sichergestellt sein.¹⁶² Inhalt des nationalen Klimaschutzgesetzes könnten beispielsweise verbindliche Ziele zur Emissionsreduktion, zur Energieeffizienz sowie zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien sein (siehe 8.1.1). Außerdem sollte das Klimaschutzgesetz detaillierte Vorgaben für einzelne Bereiche enthalten (beispielsweise Mindestanforderungen an den Wärmeschutz bei Sanierungen bzw. energetischen Standards für Neubauten).

Übergeordnete Ziele zur Emissionsreduktion und sektorale Bestimmungen, wie beispielsweise im Bereich der Energieeffizienz, sollten in das nationale Klimaschutzgesetz aufgenommen werden, um eine rechtlich verbindliche Grundlage zu bilden. Eine weitere Aufgabe des Klimaschutzgesetzes ist es, für die Einhaltung der Vorgaben, Grenzwerte etc. zu sorgen. Dementsprechend müssen zur Sicherstellung der Einhaltung des Gesetzes auch entsprechende Sanktionsmaßnahmen festgelegt werden.

¹⁶² Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 414

Im Klimaschutzgesetz müssen sowohl die Aufgaben als auch die Verantwortlichkeiten genau definiert und übertragen werden. Diese Festlegung gilt insbesondere für die Aufteilung der Verbindlichkeiten zwischen dem Bund und den Ländern. Jedes Bundesland sollte sich aktiv an der Zielerreichung und Umsetzung der definierten Ziele und Vorgaben beteiligen und ist für die Einhaltung der bundeslandspezifischen Vorgaben verantwortlich. Werden die übertragenen Kompetenzen durch einzelne Bundesländer nicht erfüllt, wären Sanktionen über den Finanzausgleich denkbar.

Bereits in der Energiestrategie Österreich wurde auf das im Regierungsprogramm vereinbarte Bundesklimaschutzgesetz hingewiesen.¹⁶³ Der neunte Umweltkontrollbericht des Umweltbundesamtes¹⁶⁴ weist darauf hin, dass ein wesentlicher Grund für die Nichterreichung der Klimaziele darin liegt, dass Maßnahmen der Klimastrategie nicht oder nur mangelhaft umgesetzt wurden. Um die Maßnahmen konsequent umzusetzen und somit die Ziele erreichen zu können, müssen sowohl Ziele, Zuständigkeiten und Sanktionsmöglichkeiten in einem Klimaschutzgesetz festgelegt werden.

Ein Konsens und der Beschluss eines nationalen Klimaschutzgesetzes sind somit vorrangig, um Maßnahmen im Bereich der Energie- und Klimapolitik effektiv umsetzen zu können. Dabei wird es insbesondere von Bedeutung sein, dass die Ziele und die Zuweisung von Verantwortlichkeiten auf Bund und Länder, einschließlich Sanktionsmaßnahmen bei Nichterreichung der Ziele, festgelegt werden.

8.1.6 Ausweitung und Intensivierung der Energieforschung

In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* wird der Energieverbrauch zwischen 2010 und 2050 auf ca. 540 PJ reduziert. Verglichen mit den errechneten Werten von 2010 entspricht dies einer Reduktion des Endenergieverbrauchs um 49 %. Der verbleibende Energiebedarf kann laut aktuellen Abschätzungen überwiegend (mehr als 80 %) mittels erneuerbaren Energien gedeckt werden. Zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit neuer Technologien und zum Erreichen der Netzparität alternativer Stromerzeugungsmöglichkeiten, wie beispielsweise der Photovoltaik, bedarf es einer intensiven Forschung im Bereich der Energietechnologien. Die Energieforschung wird ein zentrales Element bei der Umstrukturierung der Wirtschaft sein. Je eher neue, zukunftsfähige, CO₂-arme Technologien wettbewerbsfähig werden, desto rascher gelingt es, das Energiesystem umzustellen und Emissionen einzusparen. Forschungsbedarf besteht nicht nur im Bereich erneu-

¹⁶³ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010), S. 44

¹⁶⁴ Umweltbundesamt (2010b), S. 62

erbarer Energietechnologien, sondern auch im Bereich der Antriebssysteme und Energiespeichertechnologien (Beispiel Elektromobilität).

Im Verkehrssektor der *Energie [R]evolutions Österreich 2050* wird von einer überwiegenden Substitution von fossilen Energieträgern durch Strom und Biotreibstoffe ausgegangen. Während fossile Energieträger im Jahr 2050 nur mehr in Restmengen eingesetzt werden, gewinnen Elektrofahrzeuge zunehmend an Bedeutung. Um diesen Umstieg zu ermöglichen, wird intensive Forschung im Bereich der Elektromobilität, aber auch der Stromspeichertechnologien von Nöten sein. Des Weiteren werden intensive Forschungen für Biodiesel notwendig sein, um eine ökologisch vertretbare Alternative zu fossilen Treibstoffen zu schaffen. Im Sektor Verkehr kommt es nicht nur zu einer strukturellen Änderung der Antriebssysteme sowie einer verstärkten Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel - insgesamt verringert sich der Energieverbrauch drastisch. Diese starken Einsparungen im Verkehrssektor können nur mit Hilfe von deutlichen Effizienzgewinnen realisiert werden. Die Ausweitung der Energieforschung im Bereich der Energieeffizienz ist somit unumgänglich und eine Voraussetzung, um den Endenergieverbrauch in allen Sektoren zu reduzieren.

Entsprechend der Energieforschungsstrategie sollten in der Energieforschung nachfolgende Themen prioritär behandelt werden:¹⁶⁵

- Steigerung der Energieeffizienz
- Nachhaltige Mobilitätssysteme
- Erneuerbare Energieträger sowie verbesserte Energieverteilung und –speicherung
- Forschung zu ökonomischen, sozialen und ökologischen Wirkungen

8.2 Sektorspezifische Maßnahmen

In Ergänzung zu den übergeordneten Maßnahmen, wie beispielsweise ein nationales Klimaschutzgesetz mit verbindlichen Reduktionszielen, sind eine Vielzahl von spezifischen, auf einzelne Sektoren abgestimmte Maßnahmen notwendig, um Lösungsansätze für sektorspezifische Herausforderungen zu schaffen. Im folgenden Abschnitt werden deshalb einzelne Handlungsempfehlungen für die Sektoren Landwirtschaft, den Stromsektor, den Verkehrssektor, den produzierenden Sektor sowie private Haushalte und den Dienstleistungssektor präsentiert. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen nur die – nach Ansicht der Autoren – prioritären Maßnahmen umfassen und keine vollständige und abschließende Aufzählung sind. Zudem wurde bei der Auswahl der Handlungsempfehlungen auf kurzfristig wirksame bzw. vordringlich umzusetzende Maßnahmen

¹⁶⁵ Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2010), S. 7f.

fokussiert, da langfristige Trends und Entwicklungen nur bedingt abschätzbar sind und darauf abzielende Handlungsempfehlungen nur sehr allgemein formuliert werden könnten.

8.2.1 Private Haushalte und Dienstleistungssektor

In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* kommt es im Zeitraum 2010-2050 zu einem deutlichen Rückgang des Endenergieverbrauchs. Ausschlaggebend für diesen starken Rückgang im Endenergiekonsum wird neben einer Verhaltensänderung, wie beispielsweise des Mobilitätsverhaltens, die Energieeffizienz sein. Eine Verminderung des Energiekonsums um 49 % (von ca. 1.060 PJ im Jahr 2010 auf ca. 540 PJ im Jahr 2050) der *Energie [R]evolution Österreich 2050* kann nicht ohne starke Effizienzsprünge erreicht werden. Die Sektoren private Haushalte und Dienstleistungen können den Endenergieverbrauch einerseits über den Einsatz effizienterer elektrischer Geräte und Heizungen und andererseits durch Investitionen in die Wärmedämmung der Gebäude senken.

Energieeffizienz

Das Potenzial zur Reduktion des Endenergieverbrauchs wird mittel- bis langfristig als sehr groß eingeschätzt. In der Energieforschungsstrategie (vgl. Abbildung 14) kann im Jahr 2050 der überwiegende Anteil des Endenergiebedarfs mit erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden, allerdings nur unter der Berücksichtigung starker Energieeinsparungen durch Effizienzgewinne. Auch die Energiestrategie Österreich sieht den Bereich Energieeffizienz als Schlüssel auf dem Weg in eine nachhaltige Energiezukunft (siehe auch Energiestrategie Österreich, Energieeffizienzpaket). Dabei müssen Energieeffizienzsteigerungen, welche bereits heute technisch und wirtschaftlich sind, in allen Sektoren umgesetzt werden. Wesentlich von Bedeutung sind dabei die Reduktion des Raumwärme- und Kühlbedarfs in Gebäuden, die Senkung des Energieverbrauchs in Haushalten und Unternehmen (schwerpunktmäßig auf Stromverbrauch und Abwärmenutzung) sowie eine effiziente Mobilität.¹⁶⁶

In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* kann die Deckung des energetischen Endbedarfs mit erneuerbaren Energieträgern in einem Ausmaß von über 80 % nur dann erreicht werden, wenn vorhandene Energieeffizienzpotenziale voll ausgeschöpft werden.

Private Haushalte und Dienstleistungsbetriebe können durch die Umstellung der Heizsysteme Energie einsparen. Beispielsweise können veraltete, fossil befeuerte Heizanlagen durch effiziente Heizsysteme mit erneuerbaren Energieträgern ausgetauscht werden. Wenngleich die Energieeinsparungseffekte des Austauschs alter Heizanlagen im Vergleich mit den Effek-

¹⁶⁶ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010), S. 31f

ten aus der Gebäudesanierung als gering eingestuft werden können, so tragen auch Maßnahmen in diesem Bereich deutlich zur Absenkung des Energiebedarfs bei.¹⁶⁷

Ein Einsparpotenzial besteht auch im Bereich der elektrischen Geräte. Neue Geräte erbringen nicht nur größere Leistungen, sondern sparen gleichzeitig auch noch Energie. Der Austausch alter, energieineffizienter Geräte sowie Beleuchtungen spart Energie und Kosten.¹⁶⁸

Um vorhandene Energieeffizienzpotenziale voll ausschöpfen zu können, müssen Forschung und Entwicklungsaktivitäten auf dem Gebiet Energieeffizienz intensiviert werden. Insbesondere vielversprechende, zukunftsweisende Technologien wie z.B. die Photovoltaik können von verstärkten Forschungsanstrengungen profitieren, um die elektrische Leistung bei gleichem Flächenverbrauch zu erhöhen und möglichst rasch Netzparität zu erreichen.

Produkte gekennzeichnet mit Energieeffizienzlabels helfen den Konsumenten, sich beim Kauf für das jeweils effizienteste Gerät zu entscheiden. Diese Kennzeichnungen können entscheidend dazu beitragen, Informationsasymmetrien zwischen Käufer und Verkäufer zu überwinden. Allerdings werden Energieeffizienzzeichnungen einzelner Produkte nicht ausreichen, um ineffiziente Geräte vom Markt zu verdrängen. Gesetzlich verankerte Produktnormen und Standards auf europäischer sowie nationaler Ebene können sicherstellen, dass technisch veraltete Geräte vom Markt genommen werden müssen.

Eine Möglichkeit Energieeffizienzstandards kontinuierlich zu erhöhen bietet das so genannte „*Toprunner Prinzip*“¹⁶⁹. Dabei werden innerhalb von fünf Jahren die Verbrauchswerte der spezifischen Bestgeräte als Mindeststandards für alle relevanten vergleichbaren Geräte vorgegeben.

Energieeffizienzpotenziale können durch intensive Forschung, aber auch Instrumente wie beispielsweise die Ökologisierung des Steuersystems bzw. verbindliche Vorgaben und Effizienzstandards ausgeschöpft werden.

Sanierung von Altbauten – Standards bei Neubauten

Die Sanierung von Gebäuden verringert langfristig den Energiebedarf und hilft damit die Heizkosten nachhaltig zu senken. Die Einsparmöglichkeiten im Gebäudebereich, insbeson-

¹⁶⁷ Prognos, EWI und GWS (2010), S. 62

¹⁶⁸ In den Szenarien der Studie von Prognos, EWI und GEWIS (S. 61) können die privaten Haushalte zwischen 45 % und 49 % an Energie einsparen. Diese Einsparungen sind im Wesentlichen auf eine gesteigerte Energieeffizienz von Elektrogeräten und Heizanlagen bzw. auf einen verringerten Heizenergiebedarf der Gebäude zurückzuführen

¹⁶⁹ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 420

dere im Bereich der privaten Haushalte sind äußerst groß.¹⁷⁰ Dabei kann vor allem durch eine effiziente Gebäudedämmung der Energieverbrauch stark gesenkt werden.

In der Energiestrategie Österreich wird darauf hingewiesen, dass ein Anstieg der Sanierungsrate auf 3 % im Jahr 2020 notwendig ist, um den Energieverbrauch im Bereich Gebäude deutlich zu reduzieren. Eine Steigerung der Sanierungsrate setzt umfassende Fördermaßnahmen voraus. Staatliche Fördermaßnahmen sollen den privaten Haushalten und Unternehmen Anreize bieten, in die Wärmedämmung der Gebäudehüllen zu investieren. Die Anreize zur Gebäudesanierung können dabei unterschiedlich gestaltet werden. Die Energiestrategie weist auf die Möglichkeit der steuerlichen Absetzbarkeit des Investitionsaufwandes hin. Des Weiteren gilt es, rechtliche Rahmenbedingungen anzupassen (z.B. Mietrecht, Wohnungseigentumsrecht) um Investitionshindernisse zu beseitigen. Eine weitere Maßnahme zur Steigerung der Sanierungsaktivitäten wäre auch die Umschichtung der Wohnbaufördermittel vom Neubau hin zu den Sanierungen.¹⁷¹

Derzeit ist allerdings nicht absehbar, dass das ambitionierte Ziel der Steigerung der Sanierungsrate auf 3 % im Jahr 2020 erreicht werden wird. Daher ist es einerseits wichtig, zu untersuchen, welche Faktoren einen solchen Anstieg der Sanierungsrate behindern bzw. welche Anreize gesetzt werden müssen, um das ambitionierte Ziel dennoch zu erreichen. Eine Aufstockung der Fördermittel bzw. eine so genannte „Sanierungsmilliarde“¹⁷² wie beispielsweise von Greenpeace und vom Umweltdachverband gefordert, könnten wesentlich zu einem Anstieg der Sanierungsleistung beitragen.

Neben einer Steigerung der Sanierungsrate müssen auch die Sanierungsqualität bzw. die Sanierungsanforderungen beachtet werden. Wichtig ist, unter Berücksichtigung internationaler Rechtsvorschriften (EU-Richtlinie Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden¹⁷³), den Energiebedarf der Gebäude sowohl im Neubau als auch in der Sanierung kontinuierlich abzusenken. Das Passivhaus bzw. das Netto-Null-Energiehaus müssen insbesondere im Neubau Standard werden, aber auch im Bereich der Althausanierung gilt es, den Heizwärmebedarf künftig auf ein möglichst niedriges Niveau zu senken, um den verbleibenden Bedarf mittels erneuerbarer Energien abdecken zu können und fossile Energieträger überflüssig zu machen.

¹⁷⁰ Siehe IEA (2010b), Abbildung 9

¹⁷¹ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010), S. 52f

¹⁷² Greenpeace: <http://www.greenpeace.at/kritik-thermische-sanierung.html?&type=98>; Umweltdachverband (2009). *Forderungen des Umweltdachverbandes für eine zukunftsfähige Klima- und Energiepolitik*. Positionspapier des Umweltdachverbandes verabschiedet durch die Vollversammlung am 18. Juni 2009 in Gaming.

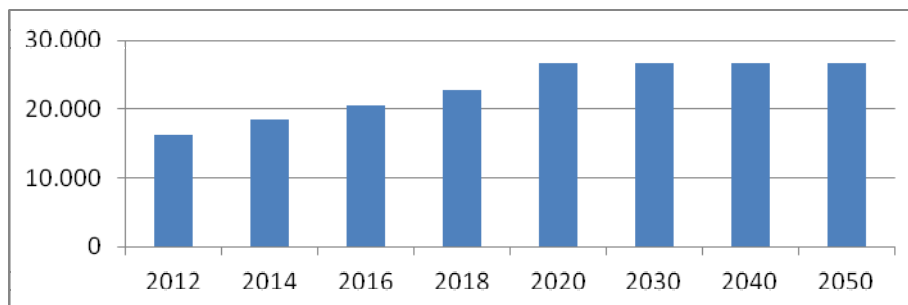
¹⁷³ RL 2010/31/EU

Die Sanierung von Gebäuden reduziert nicht nur den Heizbedarf und demzufolge die Treibhausgasemissionen, sondern weist auch positive Wertschöpfungseffekte auf. Investitionen in die Gebäudesanierungen schaffen somit eine „doppelte Dividende“, können die inländische Wertschöpfung erhöhen und schaffen sogenannte „Green Jobs“.

Exkurs: Gesamtwirtschaftliche Effekte von Maßnahmen im Bereich Gebäudesanierung

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte von Maßnahmen im Bereich der Gebäudesanierung wurden im Rahmen einer Studie des IHS Wien errechnet. Dabei wurden in einem eigens entwickelten Gleichgewichtsmodell „Energy, Environment and Economy Arbeitsmarktmodell“ (E3 AM) die Auswirkungen der Gebäudesanierung auf die Anzahl der Arbeitsplätze, der Qualität (niedrig-, mittel- oder hochqualifiziert), das Bruttoinlandsprodukt etc. errechnet. Zur Steigerung der Gebäudesanierungsrate werden Investitionen im Sektor Bauinstallation, Ausbau und Bauhilfsgewerbe (BUI2) simuliert, die im Jahr 2012 mit € 3,33 Mrd. angesetzt sind, bis zum Jahr 2020 auf € 5,49 Mrd. steigen und bis 2050 auf dem Niveau von € 5,49 Mrd. stagnieren. Die Investitionen, bereits refinanziert, schaffen Nettoarbeitsplätze abhängig vom Investitionsniveau (siehe Abbildung 65). Eine detaillierte Beschreibung des Modells und der Modellergebnisse ist in Kapitel 10.1 zu finden.

Abbildung 65: Zusätzliche Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) inklusive Indirekte Jobs durch Vorleistungsmatrix



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

8.2.2 Landwirtschaft

In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* sinkt der energetische Endverbrauch des Sektors Landwirtschaft um 10 % verglichen mit dem Jahr 2050. Eine Reduktion des Energieverbrauches kann beispielsweise durch eine Zunahme der biologisch bewirtschafteten Flächen bei einem gleichzeitigen Rückgang der konventionellen Landwirtschaft erreicht werden.

Biologische Landwirtschaft

Ein Umstieg von konventioneller Landwirtschaft auf eine biologische Wirtschaftsweise schont einerseits Ressourcen und fördert eine artgerechtere Tierhaltung bei einer gleichzeitigen Reduktion der Treibhausgasemissionen. Im Rahmen von StartClim2008 wurden von der Uni-

versität für Bodenkultur die möglichen THG-Emissionsersparnisse durch eine Umstellung auf 100 % Biolandbau errechnet.¹⁷⁴ Berücksichtigt wurden dabei die Stickstoffdüngung landwirtschaftlicher Böden, Methan-Emissionen über die Verdauung in Rindermägen sowie eine Reduktion des Rinderbestandes. Eine Umstellung der konventionellen Landwirtschaft auf Biolandbau und somit ein vollständiger Verzicht auf mineralischen Stickstoffdünger könnte beispielsweise ca. 10 % der gesamten Emissionen des Sektors Landwirtschaft und 1 % der gesamten österreichischen Emissionen einsparen. Eine Verkleinerung des Rinderbestandes sowie eine differenzierte Fütterung von Rindern im Sinne der biologischen Landwirtschaft tragen ebenso zu einer Reduktion der THG-Emissionen des Sektors bei.

Klimaschonende Produkte

Vor allem der Sektor Landwirtschaft kann mit der Erzeugung von klimafreundlichen Produkten (z.B. Bioprodukte) wesentlich zu einer Änderung der energieintensiven Strukturen und demzufolge auch zu einer Reduktion der Emissionen beitragen. Wird gleichzeitig auch das Bewusstsein der Konsumenten gestärkt, vermehrt biologische, regionale und saisonale Produkte zu kaufen, können nicht nur die regionale Wirtschaftsleistung und Arbeitsplätze gefördert, sondern auch ein Beitrag für den Klimaschutz geleistet werden.¹⁷⁵

8.2.3 Produzierender Bereich

Für die *Energie [R]evolution Österreich 2050* wurde ein Rückgang des Endenergieverbrauchs im produzierenden Bereich bis zum Jahr 2050 um -33 %, bei gleichzeitigem Anstieg der Industrieproduktion, angenommen. Die wesentliche Komponente für eine solche Entwicklung muss die Realisierung von Effizienzpotenzialen in allen Bereichen der industriellen Produktion sein. Einsparungspotenziale betreffen dabei sowohl den Stromverbrauch als auch den Wärmebedarf für industrielle Prozesse. Die für den produzierenden Bereich vorgeschlagenen Handlungsoptionen beziehen sich deshalb in erster Linie auf Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und in weiterer Folge auf die Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energieträger, soweit dies prozesstechnisch machbar ist.

Maßnahmen zur Steigerungen der Energieeffizienz

Im Bereich der Produktion bestehen Effizienzsteigerungspotenziale beim Energiebedarf der Gewerbe- und Industriegebäude, bei der Nutzung von Prozesswärme (Kraft-Wärme-

¹⁷⁴ StartClim2008.D (2009). *Bio-Berglandwirtschaft in Tirol – Beitrag zur „Klimaentlastung“ und Anpassungsstrategien*. Universität für Bodenkultur. Institut für Ökologischen Landbau.

¹⁷⁵ Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2010). *Klimaschutzplan Steiermark. PERSPEKTIVE 2020/2030. 26 Maßnahmenbündel für eine zukunftssichernde Klimapolitik in der Steiermark. Klimastil – Ein Lebensstil für unsere Zukunft*. Erläuterungen zum Klimaschutzplan Steiermark 2010 Teil 7 - Klimastil.

Kopplung, Abwärmenutzung, Wärmerückgewinnung) als auch bei Elektroantrieben (z.B. Standmotoren, Druckluftsysteme, Pumpen etc.).

Eine Senkung des Energiebedarfs der Gewerbe- und Industriegebäude ist nur durch eine umfangreiche thermische Sanierung von Bestandsgebäuden und die Einführung von Energiestandards für Neubauten zu erreichen. Seitens der öffentlichen Hand sollte eine Sanierungsoffensive für Produktionsgebäude gestartet werden, wobei die Förderhöhe eng an die erzielten Energieeinsparungen gekoppelt werden muss.

Bei Investitionen in energiesparende Maßnahmen steht in den meisten Fällen die Wirtschaftlichkeit der getätigten Maßnahme in Vordergrund. Für die Forcierung der Kraft-Wärme-Kopplung oder die Steigerung der Energieeffizienz von elektrischen Antriebssystemen müssen deshalb ausreichend finanzielle Anreize geschaffen werden. Denkbar wäre hier Investitionsprämien für bestimmte Effizienzmaßnahmen einzuführen bzw. die Einführung einer erhöhten steuerlichen Absetzbarkeit von Energieeffizienzinvestitionen.

Um bestehende Energieeinsparpotenziale in Industrie- und Gewerbebetrieben aufzuzeigen und Einsparprozesse in Gang zu setzen, sollten verbindliche Ressourcen-Management-Systeme eingeführt werden. Dabei geht es insbesondere darum, nicht einzelne Verfahren und Technologien zu verbessern, sondern Gesamtprozesse zu optimieren.¹⁷⁶ Sinnvoll wäre, im Zuge eines „Ressourcen-Audits“ nicht nur potentielle Sparpotenziale im Energiebereich aufzuzeigen, sondern auch zusätzliche Möglichkeiten zur Optimierung des Ressourcen- und Wassermanagements zu erarbeiten und umzusetzen.

Nutzung erneuerbarer Energieträger im Bereich der Produktion

Im Bereich der Produktion besteht noch ein großes Potenzial einerseits fossile Energieträger mit hohen Emissionsfaktoren (Kohle, Erdöl) durch fossile Energieträger mit geringen Emissionsfaktoren (Erdgas) zu ersetzen, und andererseits fossile Energieträger durch Erneuerbare zu substituieren. Der vermehrte Einsatz von Erdgas hängt von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie technischen Möglichkeiten, Produktionsprozesse umzustellen, ab. Eine Intervention der öffentlichen Hand ist in diesem Fall nicht notwendig, zumal der Einsatz von Erdgas nur als „Übergangsoption“ bewertet werden muss.

Die Nutzung erneuerbarer Energieträger im Bereich der Produktion bezieht sich primär auf die Bereitstellung der Prozesswärme. Dabei sind vor allem der Einsatz von Biomasse, die Solarthermie sowie die energetische Nutzung von Abfällen von Bedeutung. Im Bereich der Biomasse müssen jedoch die konkurrierenden Nutzungspotenziale (Energiewirtschaft, private Haushalte, Holzverarbeitende Industrie) und die regionale Verfügbarkeit berücksichtigt werden. Dies könnte durch Einbeziehung der industriellen Anlagen in einen Biomasseaus-

¹⁷⁶ Prognos und Öko-Institut e.V. (2009), S. 417

bauplan sowie eine Beschränkung des Beschaffungsradius der verwendeten Biomasse erfolgen.¹⁷⁷

Die Nutzung von Sonnenenergie für gewerbliche und industrielle Prozesse spielt bis dato eine untergeordnete Rolle, wenngleich die Industrie mit knapp 30 % des Gesamtenergieverbrauchs ein enormes Potenzial für solarthermische Anlagen aufweist. Die Anwendungen der Solarthermie beziehen sich vor allem auf Niedrigtemperaturprozesse bis 80°C, wobei neue Kollektoren für den Mitteltemperaturbereich (80°C bis 250°C) in der Entwicklung sind und damit das theoretisch nutzbare Potenzial deutlich erhöht wird.¹⁷⁸ Um der breiten Nutzung der Solarthermie im Bereich der gewerblichen und industriellen Prozesse einen Impuls zu geben, könnte die Förderung von solarthermischen Anlagen sowie die Förderung von F&E durch die Einbindung in spezielle Impulsprogramme sinnvoll sein.

8.2.4 Stromsektor

Eine vollständig auf erneuerbarer Energie beruhende Stromerzeugung bis zum Jahr 2050 ist mit bereits heute verfügbarer Technik sowohl erzeugungs- als auch lastseitig erreichbar. Der für die nächsten Jahrzehnte zu erwartende zusätzliche Strombedarf (beispielsweise bedingt durch die Elektrifizierung des Verkehrs, vermehrte Nutzung von Wärmepumpen für Heizung und Warmwasseraufbereitung etc.) erfordert einerseits den massiven Ausbau aller verfügbaren erneuerbaren Energiequellen und andererseits umfangreiche Investitionen in das Elektrizitätsversorgungssystem, um dieses an die zukünftigen Anforderungen anzupassen. Zu den vordringlichsten Maßnahmen zählt der Ausbau der Netze, der Ausbau der Reservekapazitäten sowie die Einführung eines intelligenten Lastmanagements sowie der Zubau von Speichermöglichkeiten.

Ausbau der Netzinfrastruktur im Stromsektor

Der vollständige Verzicht auf fossile Energieträger in der Stromerzeugung und der damit einhergehende massive Ausbau erneuerbarer Energieträger stellt große Herausforderungen an die Netzinfrastruktur und –betriebsführung. Dazu zählen die volatile Einspeisung durch Windkraft und Photovoltaikanlagen sowie wechselnde Lastflussrichtungen durch die vermehrte Einspeisung dezentraler Anlagen auf untergeordneten Netzebenen. Vor allem der Ausbau von Windkraft in windreichen Regionen richtet sich nach der Verfügbarkeit des „Primärenergieträgers“ Wind und stellt durch die leistungsstarken Erzeugungsschwerpunkte mit allen technischen Aspekten eine Abkehr vom Prinzip der „verbrauchsnahen Erzeugung“ dar. Der zunehmende, von der Verfügbarkeit des Primärenergieträgers getriebene Ausbau der

¹⁷⁷ Wegener Zentrum, TU Graz, Joanneum Research (2010). *Erläuterungen zum Klimaschutzplan Steiermark 2010, Teil 5: Produktion*. Studie im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, Graz.

¹⁷⁸ <http://www.iea-shc.org/task33/index.html>

Stromerzeugung hat weitreichende Auswirkungen auf den Ausbau der Netze und erfordert einen gezielten Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch. Der Bau von Netzen ist nicht (mehr) schwerpunktmäßig durch den Verbrauch getrieben, sondern wird vermehrt vom Erzeugungsausbau dominiert. Erfahrungsgemäß eilt häufig die Genehmigung von Erzeugungsanlagen dem Ausbau der Netze voraus, da die Netzbetreiber meist in die Planung nicht unmittelbar eingebunden sind. Somit kann sich eine zeitliche Differenz zwischen der Kraftwerkerrichtung und dem notwendigen Netzausbau ergeben.

Für eine reibungslose Integration erneuerbarer Energieträger müssen rasch notwendige Investitionen auf allen Netzebenen getätigt werden. Letztendlich sind die Investitionen der Netzbetreiber für die Leistungsfähigkeit der zukünftigen Netzinfrastuktur kausal und müssen deshalb im Zentrum von regulatorischen Überlegungen stehen. Es müssen die regulatorischen Rahmenbedingungen so angepasst werden, dass Netzbetreiber Investitionen in den Ausbau der Netze vollständig abgegolten bekommen und keine Anreize bestehen, eine systematische Unterbewertung der Nachfrageentwicklung vorzunehmen und die Netzausbauziele damit zu eng zu bemessen.

Modernisierung der Verteilernetze (Smart Grids)

Der in der *Energie [R]evolution Österreich 2050* beschriebene Pfad einer umweltfreundlicheren und energieeffizienteren Energiezukunft erfordert eine nachhaltige Restrukturierung des bestehenden Energiesystems. Eine wesentliche Komponente stellt die Modernisierung der europäischen Stromnetze dar, als das vorhandene Stromnetz nur eingeschränkt für die Integration einer großen Anzahl von dezentralen Stromerzeugungsanlagen geeignet ist. Die heutigen Elektrizitätssysteme entsprechen technologisch nicht den neuen Anforderungen (de-)zentraler Verbraucher und verstärkter dezentraler Einspeisung. So können beispielsweise bidirektionale Lastflüsse, Kurzschlussströme und zu geringe Kurzschlussleistung zu technischen Problemen und zum Versagen von derzeit installierten Schutzsystemen führen.

Smart Grids schaffen die technischen Voraussetzungen, einen jährlich steigenden Anteil dezentraler Anlagen für erneuerbare Energie in das bestehende Stromsystem zu integrieren. Der Begriff „Smart Grids“ bezeichnet intelligente Netze mit zentralen und dezentralen Quellen: sowohl dezentrale Erzeugungseinheiten als auch zentrale Einheiten (z.B. Wasserkraftwerke, Gaskraftwerke, Blockheizkraftwerke etc.) bilden mit den zentralen und dezentralen Verbrauchern (Gewerbe, Industrie, Haushalte etc.) ein Netz auf unterschiedlichen Spannungsebenen, koordiniert mit Hilfe komplexer Informations- und Technologiekomponenten. In Smart Grids treten z.B. Haushalte nicht mehr lediglich als Endkonsumenten, wie im klassischen Elektrizitätssystem auf, sondern erzeugen mit kleinen Anlagen selbst elektrische Energie oder Wärme, die sie entweder selbst verbrauchen oder in das Netz einspeisen. Über

spezielle Nachfragerregelsysteme (z.B. Time of Use Pricing) können die Spitzenlast reduziert, die Versorgungssicherheit erhöht und die Kosten für den Konsumenten reduziert werden.

Förderung der Markt- und Systemintegration erneuerbarer Energieträger

Der rasche Ausbau erneuerbarer Energieträger für die Stromproduktion hängt wesentlich von entsprechenden gesetzlichen Rahmenbedingungen ab. Solange es keine ausreichende Berücksichtigung externer Kosten der Stromerzeugung gibt (externe Kosten der Kernenergie bzw. THG-Emissionen), muss es eine gesetzliche Bevorzugung erneuerbarer Energieträger geben. Die in Österreich seit Jahren bestehende Einspeisevergütung muss als erfolgreiches Instrument zur Markt- und Systemintegration weiterentwickelt werden. Zentrale Elemente müssen die bevorzugte Abnahme von Strom aus erneuerbaren Energieträgern und die Gewährleistung einer hohen Planungssicherheit durch garantierte Einspeisetarife über einen längeren Zeitraum sein. Um entsprechende Innovationsanreize zu schaffen, muss das Vergütungssystem eine entsprechende Degression aufweisen.

Um Netzengpässe zu vermeiden und Anreize für den raschen Ausbau der Netze zu geben, könnte ähnlich dem deutschen Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) eine Härtefallregelung (EEG § 12 Abs 1) in die österreichische Ökostromförderung aufgenommen werden. Können Netzbetreiber aufgrund von fehlenden Netzkapazitäten den Strom aus erneuerbarer Energie nicht abnehmen, dann müssen die Anlagenbetreiber in einem vereinbarten Umfang entschädigt werden. Ist eine Vereinbarung nicht getroffen, sind die entgangenen Vergütungen bzw. zusätzliche Wärmeerlöse abzüglich der ersparten Aufwendungen zu leisten.

Eine entsprechende Weiterentwicklung müsste die derzeit praktizierte Ökostromförderung auch im Hinblick auf andere Klimaschutzinstrumente wie den Emissionshandel erfahren. Bei der Festlegung der Emissionsobergrenzen des europäischen Emissionshandelssystems müssen die Ausbauziele für erneuerbare Energieträger berücksichtigt werden. Entsprechend der Integration zusätzlicher Kapazitäten an erneuerbaren Energien müssen die Emissionsgrenzen reduziert werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass den heimischen Stromproduzenten zugeteilte Emissionszertifikate frei werden und die Zertifikate an andere Emittenten verkauft werden. In der Folge würden im europäischen Ausland mehr Zertifikate zur Verfügung stehen, ihr Preis sinken und durch die Einspeiseregulierung praktisch eine indirekte Subventionierung des EU-EHS stattfinden.

Aus- und Zubau von Stromspeichersystemen

Erneuerbare Energieträger zur Stromproduktion sind durch eine fluktuierende, dezentrale Erzeugungsstruktur gekennzeichnet. Der Ausbau von Stromspeichersystemen ist deshalb eine unabdingbare Voraussetzung, um ein hohes Maß an Versorgungszuverlässigkeit und

eine hohe Systemstabilität bei zunehmendem Anteil erneuerbarer Energieträger zu gewährleisten. Aus technisch-wirtschaftlicher Sicht stellen Pumpspeicherkraftwerke zurzeit die einzige großtechnische Alternative zum Ausgleich von Erzeugungs- und Lastschwankungen dar. Da der Einsatz von Pumpspeichern auf wenige Regionen Europas begrenzt ist und der Ausbau von Kraftwerken insbesondere in sensiblen alpinen Gebieten mit ökologischen Problemen behaftet ist, müssen in den nächsten Jahren neue Speicherkonzepte erforscht und umgesetzt werden. Optionen dafür wären adiabate Druckluftspeicher¹⁷⁹ oder chemische Speicher (eE-Methan-Speichersysteme, eE-Wasserstoffsysteme).¹⁸⁰ Beiden neuartigen Speicherkonzepten wird grundsätzlich ein hohes Potenzial zugeschrieben, ihre breite technische Umsetzung steckt hingegen noch in den Kinderschuhen und sollte durch entsprechende F&E-Anstrengungen vorangetrieben werden.

Emissionsarme konventionelle Kraftwerke für den Transformationszeitraum

Wie bereits ausgeführt, führt der Ausbau erneuerbarer Energieträger zu einem höheren Anteil von volatilen Erzeugungsanlagen. Zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität und Versorgungszuverlässigkeit müssen entsprechende Anpassungen und Ergänzungen in der bestehenden Strominfrastruktur erfolgen. Vor allem müssen die Stromspeichersysteme ausgebaut werden, um auf die Erzeugungs- und Lastschwankungen reagieren zu können. Für die Übergangsphase bis zu einem vollständig von erneuerbaren Energien getragenen System wird der Einsatz moderner konventioneller Kraftwerke unverzichtbar sein.

Ein wesentliches Element der zukünftigen Energiestrategie muss sein, die bestehenden heimischen Wärmekraftwerke rasch durch erneuerbare Energieanlagen bzw. hocheffiziente, emissionsarme Technologien zu ersetzen. Dazu gehört u.a. der Ersatz älterer, auf Kohle oder Erdöl basierender Kraftwerke durch moderne Gas- und Dampfkraft-Anlagen, verbunden mit dem Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung. Zwar wird in Österreich das Potenzial an KWK schon seit Jahren intensiv genutzt (im Jahr 2004 wurden bereits drei Viertel der in thermischen Kraftwerken erzeugten elektrischen Energie in KWK-Anlagen hergestellt) und es werden die österreichischen Wärmekraftwerke bereits heute mit einem relativ hohen Wirkungsgrad von 46 % betrieben. Dennoch gibt es noch ein sehr großes technisches KWK-Potenzial.¹⁸¹ Entsprechend des in der *Energie [R]evolution Österreich 2050* beschriebenen Ausstiegs aus fossilen Energieträgern sollten, entsprechend der Verfügbarkeit der Brennstoffe, im Laufe der Zeit die bestehenden GuD-Anlagen sukzessive auf alternative Brennstoffe (Biogas, eE-Methan) umgestellt werden.

¹⁷⁹ Zunft, St., Jakiel, Ch., Nowi, A. (2006)

¹⁸⁰ Umweltbundesamt Deutschland (2010), S.44ff

¹⁸¹ E-Bridge (2005), *Studie über KWK-Potentiale in Österreich*. Endbericht.

8.2.5 Verkehrssektor

Ausbau Schiene und öffentliche Verkehrsinfrastruktur

Rund 34,7 % des energetischen Endenergieverbrauchs können dem Sektor Verkehr (Traktion) zugerechnet werden. Durch die massive Abhängigkeit dieses Sektors von fossilen Energieträgern stellt die Umstellung der Mobilität auf erneuerbare Energieressourcen eine besondere Herausforderung dar. Der Ausbau der Schieneninfrastruktur und die verstärkte Nutzung der Bahn als umweltfreundliches Verkehrsmittel muss eine zentrale Säule der österreichischen Verkehrsstrategie sein. Der Anteil der Schiene am Transportaufkommen in Österreich betrug im Jahr 2007 lediglich 22 % und hat sich in den letzten zehn Jahren nur geringfügig erhöht.¹⁸² Rund zwei Drittel aller Güter werden auf der Straße transportiert.¹⁸³ Die Entwicklung des Personenverkehrs in Österreich ist durch eine stetige Steigerung des Pkw-Verkehrs seit den 1970er Jahren gekennzeichnet. Zwischen 1970 und 2004 stieg die Verkehrsleistung im Personenverkehr um über 150 %. Im gleichen Zeitraum stieg der Personenverkehr auf der Schiene lediglich um 33 % an.¹⁸⁴

Um die Schiene in den nächsten Jahren gegenüber dem Straßenverkehr attraktiver zu machen, sind Erhalt und Ausbau der Infrastruktur eine wesentliche Voraussetzung. Zur Verbesserung des Schienennetzes müssen bestehende Engpässe im Schienennetz (Langsamfahrstrecken) sowie im Bereich des Wagenmaterials behoben werden. Der Ausbau der Bahninfrastruktur muss gegenüber Straßeninfrastrukturprojekten Priorität besitzen. Im Wesentlichen folgt der im Jahr 2010 vorgelegte Ausbauplan 2011-2016 für die österreichische Verkehrsinfrastruktur diesen Vorgaben, jedoch sollte die Fokussierung der Investitionsmittel auf die Bahninfrastruktur in noch akzentuierterer Form umgesetzt werden.

Um Pendlern attraktive Angebote im Nahverkehr zu bieten und den Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf den öffentlichen Verkehr zu erleichtern, müssen S-Bahnsysteme im Nahverkehr, rund um Ballungszentren, ausgebaut und Taktfahrpläne erweitert werden. Beispielsweise wird die Attraktivität der Schiene in Kärnten durch die stufenweise Einführung dreier S-Bahnen bis Ende 2011 erhöht. Generell muss gewährleistet sein, dass Pendler die Möglichkeit bekommen, den Arbeitsort mit öffentlichen Verkehrsmitteln ohne wesentliche zeitliche Verzögerungen bzw. schneller, pünktlicher und bequemer als mit dem eigenen Fahrzeug zu erreichen.

Zusammengefasst können folgende Themen und Ansatzpunkte für den Bereich des öffentlichen Verkehrs hervorgehoben werden:

¹⁸² Statistik Austria (2010b). *Österreichische Verkehrsstatistik 2008*. Wien.

¹⁸³ Aufgrund der deutlich höheren durchschnittlichen Transportweite ist die Transportleistung der Bahn jedoch etwas höher als die der Straße.

¹⁸⁴ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2007). *Verkehr in Zahlen*. Wien.

- Ausbau und Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs sowie Verbesserung der Schnittstellen zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit des öffentlichen Nahverkehrs
- Steigerung der Fahrgastkilometer im öffentlichen Verkehr
- Intensivierung des kombinierten Verkehrs

Förderung des Umstiegs auf den nicht-motorisierten Individualverkehr für kurze Wegstrecken

Ein Ausbau des Radwegenetzes erscheint aufgrund der Tatsache, dass in Österreich 25 % der Autofahrten kürzer als zwei Kilometer und 50 % der Fahrten kürzer als fünf Kilometer sind, als „eine effiziente Maßnahme zur Erreichung von Umweltzielen“.¹⁸⁵ Das größte Potenzial wird dabei dem Radfahren im städtischen Straßenverkehr beigemessen. Die Förderung des Radfahrens kann gerade in den Städten einen „spürbaren Beitrag zur Verringerung des Kfz-Verkehrs“ bei „einem vergleichsweise geringen Mitteleinsatz“ leisten.¹⁸⁶ Weitere ergänzende Maßnahmen liegen im Bereich des Mobilitätsmanagements für den Radverkehr, in Beratungsprogrammen, der Optimierung der Vernetzung mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Bike&Ride, Fahrradverleih) sowie bei Bewusstseinsbildung und Imagekampagnen.

Fiskalische Anreize für den Bereich Verkehr

Um die Verlagerung der Verkehrsleistung von der Straße auf die Schiene zu unterstützen, sollten bestehende finanzielle Anreize verstärkt (beispielsweise Mineralölsteuer) bzw. neue Lenkungsmöglichkeiten (Road-Pricing) eingeführt werden. Ein besonders probates Instrument zur Verlagerung der Transportleistung auf die Schiene ist die Einführung eines Lkw-Road-Pricings auf Autobahnen und vorgelagerten Straßen. Die Wegekostenrichtlinie der EU (2006/38/EG) ermöglicht es den Mitgliedstaaten, nach dem „Polluter-Pays-Principle“ den Verursachern die Kosten für den Ausbau und den Erhalt des Straßennetzes sowie die verursachten externen Kosten anzulasten. In einem ersten Schritt sollten daher die externen Kosten bis 2020 vollständig internalisiert werden. Um mögliche Ausweicheffekte zu minimieren, muss das Road-Pricing auf alle Fahrzeuge ab 3,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht ausgeweitet werden und alle höherrangigen Straßen (Autobahnen, Bundes- und Landstraßen) umfassen. Die Höhe des Road-Pricings sollte sich am Verbrauch orientieren, um somit Anreize für die Anschaffung emissionsarmer Fahrzeuge zu geben.

Weitere Anreize, die Lkw-Fahrzeugflotte umweltfreundlicher zu gestalten bestehen darin, die Höhe der KFZ-Steuer an Abgasnormen zu orientieren. Ökologisch vorteilhafte Fahrzeuge

¹⁸⁵ Lebensministerium, <http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/56062/1/7207>.

¹⁸⁶ Lebensministerium, <http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/56062/1/7207>.

sollten mit einer geringeren Steuer belastet werden, was einen Anreiz darstellen würde, die Fahrzeugflotte umweltfreundlicher zu gestalten. In der Energiestrategie Österreich wird eine verringerte Steuerlast für Fahrzeuge der Emissionskategorie EURO VI und für EEV-Fahrzeuge vorgeschlagen. Für Fahrzeuge der Kategorie EURO V soll die Ökologisierung der Kfz-Steuer belastungsneutral wirken, wohingegen Fahrzeuge der Kategorien EURO IV und älter gestaffelt höher besteuert werden sollten.

CO₂-Grenzwerte für Pkw und Lkw

Neben der Verlagerung der Transportleistung auf energieeffizientere Verkehrsträger ist für den Bereich des motorisierten Individualverkehrs eine schrittweise Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs notwendig. Die EU hat im Jahr 2009 eine Verordnung (EG Nr. 443/2009) zur „Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen“ erlassen. Die Verordnung sieht eine verbindliche Reduktion des durchschnittlichen CO₂-Ausstoßes aller neu zugelassenen Pkw auf 130 g/km bis zum Jahr 2015 vor. Bis 2020 sieht die Verordnung einen Zielwert von 95 g/km vor. Zur weiteren Reduktion der Emissionen konventioneller Pkw sollten für den Zeitraum nach 2020 noch schärfere CO₂-Flottengrenzwerte festgelegt werden. Das Ziel sollte sein, den derzeitigen Durchschnitt an CO₂-Emissionen von knapp 160g/km bis spätestens 2025 zu halbieren.

Ähnlich wie bei Pkw sollte auch bei Lkw ein verbindlicher CO₂-Grenzwert eingeführt werden und dieser kontinuierlich – entsprechend der verfügbaren Technologie – angepasst werden. Bis zum Jahr 2025 sollte der durchschnittliche Gesamtverbrauch der neu zugelassenen Lkw um mindestens 30 % gesenkt werden; entsprechendes gilt für Traktoren, motorbetriebene Baumaschinen, Sonderfahrzeuge etc.

Tempolimits

Im Gegensatz zu der Einführung von CO₂-Grenzwerten für Pkw und Lkw führen Tempolimits zu einer sofortigen Reduktion des Treibstoffverbrauchs und der Emissionen. Vorstellbar wäre die Einführung von Tempolimits auf Freilandstraßen (90 km/h) und Autobahnen (110 km/h). Steininger, K. et al.¹⁸⁷ berechnete die Effekte der Einführung von Tempolimits und einer verstärkten Kontrolle der Einhaltung der Limits. Als Tempolimits wurden auf der Autobahn eine Beschränkung von 100 km/h angenommen, auf Freilandstraßen 80 km/h. Geschätzt wurde dabei, dass 50 % der Pkw-Kilometer im Autobahnverkehr vom Tempolimit beeinträchtigt werden (z.B. viele Strecken unterliegen bereits einer Beschränkung bzw. ein erhöhtes Ver-

¹⁸⁷ Steininger, K. et al. (2007), *Klimaschutz, Infrastruktur und Verkehr*. Wissenschaftlicher Bericht Nr. 15-2007. Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel Karl-Franzens-Universität Graz. Graz.

kehrsaufkommen beschränkt die Geschwindigkeit bereits von selbst). Die Beschränkung von Straßen außerhalb der Orte betrifft 25 % der Fahrleistung (Überwachungen sind hier weniger häufig möglich, oftmals lässt die Strecke auch keine größeren Geschwindigkeiten zu). Das CO₂-Reduktionspotenzial liegt im Vergleich zum Trendszenario im Jahr 2020 bei 300.000 Tonnen CO₂ bzw. bei ca. 1,5 % (bezogen auf den gesamten Inlandsverkehr).

Ausbau der Infrastruktur und Förderung von Elektrofahrzeugen

Die flächendeckende Einführung der Elektromobilität gilt als zukunftssträchtige Option, den Bedarf fossiler Energieträger im Bereich der Mobilität schrittweise zu senken. Elektroantriebe zeichnen sich durch ein deutlich höheres Maß an Energieeffizienz aus. Gelingt es den mit der Elektrifizierung des Verkehrs zusammenhängenden Mehrbedarf an Strom durch erneuerbare Energieträger zu decken, könnte ein wesentlicher Fortschritt zur Vermeidung schädlicher Treibhausgasemissionen erreicht werden.

In den nächsten Jahren werden mehrere Autohersteller ihre serienreifen E-Fahrzeuge auf den Markt bringen. Auch seitens der Energieversorgungsunternehmen werden vermehrt Anstrengungen zur Errichtung einer entsprechenden Ladeinfrastruktur unternommen. Um den bereits eingeleiteten Trend in Richtung E-Mobilität zu fördern ist es Aufgabe der Politik, klare rechtliche Rahmenbedingungen und politische Ausbauziele vorzugeben. Nur durch entsprechende Planungssicherheit wird die Bereitschaft der Industrie, in die Entwicklung und Produktion von E-Mobilen zu investieren, sicher gestellt. Zu diesen Rahmenbedingungen zählen Zielwerte für die flächendeckende Einführung von E-Fahrzeugen ebenso wie die Erarbeitung eines nationalen Masterplans für die Errichtung der notwendigen Infrastruktur.

Der Ausbau der Elektromobilität hängt im Wesentlichen von zwei Komponenten ab; der Entwicklung der Preisdifferenz zwischen konventionellen und elektrischen Antrieben einschließlich der Leistungsfähigkeit bzw. Reichweite von Batterien und der Verfügbarkeit einer entsprechenden Ladeinfrastruktur. Zur Forcierung der E-Mobilität (Autos, Pedelecs und Elektroroller) in Österreich sollte die öffentliche Hand deshalb einerseits den raschen Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie die Anschaffung von E-Fahrzeugen fördern. Die bestehende Befreiung von E-Fahrzeugen von der NoVa und der motorbezogenen Versicherungssteuer sollte beibehalten werden. Durch weitere (teilweise) steuerliche Befreiungen (MwSt) oder eine verkürzte Abschreibungsdauer für E-Fahrzeuge könnte die bestehende Preisdifferenz zwischen Verbrennungsmotoren und elektrischen Antrieben weiter reduziert werden. Neben einer Verstärkung der Elektromobilität ist es insbesondere notwendig sicherzustellen, dass der zusätzlich benötigte Strom aus erneuerbaren Energien gedeckt werden kann, da ansonsten die positiven Umwelteffekte teilweise wieder aufgehoben werden.

Steigerung der Verfügbarkeit von Biokraftstoffen

In der *Energie [R]evolution Österreich 2050* wird einerseits eine Zunahme der Elektromobilität erwartet, andererseits der Umstieg zu biogenen Treibstoffen im Flugverkehr bis 2050. Biotreibstoffe könnten demnach künftig eine große Rolle in der Binnenschifffahrt sowie im Flugverkehr spielen. Nur wenn deutliche Effizienzsteigerungen erreicht, der Verkehr auf umweltfreundliche Transportmodi verlagert (z.B. öffentlicher Verkehr, Schiene), die Mobilität verringert (Raumordnung) und die Antriebe verändert (Elektromobilität, Biokraftstoffe) werden wird es möglich sein, fossile Energieträger großteils zu substituieren. Um fossile Energieträger nur noch als „Restmengen“ im Verkehrsbereich einzusetzen ist es notwendig, im Flugverkehr Biotreibstoffe zu verwenden. Dies bedeutet aber auch, dass Biokraftstoffe in einem ausreichenden Maß zur Verfügung stehen müssen und dass Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien eingehalten werden. Insbesondere wird es von Bedeutung sein sicherzustellen, dass der Anbau von Biomasse für Kraftstoffe nicht in unmittelbarer Konkurrenz mit der Lebensmittelproduktion steht, keine schädigenden Einflüsse für die Umwelt entstehen (bspw. durch intensive Düngung), oder durch die Ausweitung der Produktion nicht eine Ausbeutung von „Dritte Welt-Ländern“ stattfindet (Importe aus der Erzeugung auf gerodeten Flächen etc.).

8.3 Übersicht Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Die in Kapitel 8.1 und 8.2 diskutierten Maßnahmen sind in Tabelle 13 zusammengefasst und untergliedert nach Art der Maßnahme (übergeordnet oder sektorspezifisch), Bezeichnung und Beschreibung der Maßnahme sowie den erwarteten Effekten.

Tabelle 13: Übersicht über die Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Art der Maßnahme	Bezeichnung der Maßnahme	Beschreibung der Maßnahme	Erwartete Effekte
Übergeordnete Maßnahmen	Festlegung verbindlicher Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinbarung langfristiger Zielvorgaben <ul style="list-style-type: none"> ○ Reduktion der THG-Emissionen ○ Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien ○ Steigerung der Energieeffizienz 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellung der Erreichung ambitionierter Ziele mittel- bis langfristig • Planungssicherheit und Investitionsanreize für neue Technologien
	Ökologisierung des Steuersystems	<ul style="list-style-type: none"> • Anhebung der Umwelt- und Ökosteuern bei gleichzeitiger aufkommensneutraler Entlastung (z.B. Senkung der Lohnnebenkosten) • Einführung einer CO₂-Steuer <ul style="list-style-type: none"> ○ Relevant für Sektoren, die nicht in den Emissionshandel integriert sind 	<ul style="list-style-type: none"> • „Doppelte Dividende“: positive Umwelteffekte und positive Effekte auf Beschäftigung und Wirtschaftswachstum
	EU-Emissionshandel	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit der Planung und Festlegung von Emissionseinsparungszielen <ul style="list-style-type: none"> ○ Weitere Reduktion von Emissionsobergrenzen ○ Vollständige Abschaffung der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten ○ Aufnahme zusätzlicher Sektoren und Emittenten in das Handelssystem 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsobergrenzen können festgelegt werden – somit werden Emissionen „planbar“ und können gezielt vermieden werden
	Nachhaltige Raumordnung und -entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige und zukunftsorientierte Raumordnungsstrategien zur Verhinderung energieintensiver Raumstrukturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umkehrung des Trends der Suburbanisierung • Verhinderung energieintensiver Raumstrukturen
	Nationales Klimaschutzgesetz	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutz als rechtlich verbindliche Basis <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufnahme verbindlicher Ziele 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Umsetzung der Maßnahmen im Energie- und Klimabereich durch

Übergeordnete Maßnahmen			<ul style="list-style-type: none"> ○ Festlegung der Verantwortlichkeiten ○ Festlegung von Sanktionsmaßnahmen bei Nichterreichen der Ziele 	gesetzliche Regelung
		Ausweitung und Intensivierung der Energieforschung	<ul style="list-style-type: none"> • Intensivierte Forschung im Bereich der <ul style="list-style-type: none"> ○ Energietechnologien (z.B. Photovoltaik, Biokraftstoffe) ○ Energieeffizienz ○ Nachhaltige Mobilitätssysteme ○ Energieverteilung- und Speicherung ○ Auswirkungen der Umstellung des Wirtschaftssystems hin zu einer emissionsarmen Wirtschaft (ökonomisch, sozial, ökologisch) 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschleunigung der Wettbewerbs- und Marktfähigkeit der Technologien • Voraussetzung, dass das Potenzial an Erneuerbaren bestmöglich genutzt wird • Akzeptanz der Umstellung der Wirtschaft, Möglichkeit der Berücksichtigung bzw. Umverteilung von Gewinnen zu Verlierern
Sektorspezifische Maßnahmen	Private Haushalte und Dienstleistungen	Steigerung der Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Heizsysteme • Effiziente elektrische Geräte • Kennzeichnung von Produkten • Produktnormen und Standards • Energiemanagementsysteme • Energie-Contracting-Modelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausschöpfung des großen Potenzials an Energieeffizienz
		Sanierung von Altbauten – Standards bei Neubauten	<ul style="list-style-type: none"> • Anhebung der Sanierungsrate • Sicherstellung der Sanierungsqualität/laufende Anhebung der Sanierungsanforderungen • Kontinuierliche Anhebung der Neubaustandards auf „Netto-Null-Energiehäuser“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung des Wärmebedarfs im Gebäudebereich • Erhebliche Energieeinsparpotentiale durch Verringerung des Wärmebedarfs • Positive Effekte der Gebäudesanierung auf den Arbeitsmarkt • Erwartete Vollzeit Arbeitsplätze (2020-2035): 26.591 (siehe Kapitel 10.1)
	Landwirtschaft	Biologische Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung des Anteils der biologischen Landwirtschaft <ul style="list-style-type: none"> ○ Verringerter Düngemiteleinsatz ○ Verringerte Tierbestandszahlen 	<ul style="list-style-type: none"> • Schonung der Ressourcen • Reduktion der THG-Emissionen

Sektorspezifische Maßnahmen	Landwirtschaft	Klimaschonende Produkte	<ul style="list-style-type: none"> • Vermehrte Erzeugung von klimafreundlichen Produkten (z.B. Bioprodukte) • Stärkung des Bewusstseins des Konsumenten (Kauf von biologischen, regionalen sowie saisonalen Produkten) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verminderter Energieeinsatz und Verbrauch durch bewussten Konsum • Reduktion der THG-Emissionen
	Produzierender Bereich	Steigerung der Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung der Prozesswärme <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kraft-Wärme-Koppelung, Abwärmenutzung, Wärmerückgewinnung • Energieeffizienz bei Elektroantrieben <ul style="list-style-type: none"> ◦ Standmotoren, Druckluftsysteme etc. • Schaffung von finanziellen Anreizen für Effizienzmaßnahmen • Einführung verbindlicher Ressourcen-Management-Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion des Endenergieverbrauchs des produzierenden Bereichs • Verringerung des Anteils fossiler Energieträger • Reduktion der THG-Emissionen
		Thermische Sanierung – Standards für Neubauten	<ul style="list-style-type: none"> • Senkung des Energiebedarfs der Gewerbe- und Industriegebäude • Sanierungsoffensive der öffentlichen Hand für Produktionsgebäude • Energiestandards für Neubauten 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion des Endenergieverbrauchs des produzierenden Bereichs • Verringerung des Anteils fossiler Energieträger • Reduktion der THG-Emissionen
		Nutzung erneuerbarer Energieträger im Bereich der Produktion	<ul style="list-style-type: none"> • Substitution durch fossile Energieträger mit geringen Emissionsfaktoren • Substitution von fossilen Energieträgern durch Erneuerbare 	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern • Reduktion der THG-Emissionen
	Stromsektor	Ausbau der Netzinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung der Netze an neue Anforderungen (z.B. dezentrale Einspeisung erneuerbarer Energien) • Lastmanagement (Stromerzeugung versus Strombedarf) 	<ul style="list-style-type: none"> • Einspeisung von Strom aus vielen dezentralen Anlagen mit unterschiedlichem Lastprofil möglich • Sicherstellung der Versorgungssicherheit
		Modernisierung der Verteilernetze (Smart Grids)	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung der regulatorischen Rahmenbedingungen • Modernisierung der Netze/Smart Grids 	<ul style="list-style-type: none"> • Voraussetzung für verstärkte Integration dezentraler, erneuerbarer Energieträger
		Emissionsarme konventi-	<ul style="list-style-type: none"> • Ersatz älterer auf Kohle- oder Erdöl basie- 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der THG-

Sektorspezifische Maßnahmen	Stromsektor	onelle Kraftwerke für den Transformationszeitraum	render Kraftwerke durch moderne GuD-Anlagen, verbunden mit KWK-Anlagen	Emissionen bereits in der Übergangszeit, in welcher keine 100 % Substitution von fossilen Energieträgern mittels Erneuerbaren möglich ist
		Förderung der Markt- und Systemintegration erneuerbarer Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung von Ökostrom durch Einspeisetarife <ul style="list-style-type: none"> ○ Garantierte längerfristige Einspeisetarife führen zu Planungssicherheit • Gesetzliche Bevorzugung Erneuerbarer • Koordination EU-Emissionshandel und Ausbau Erneuerbarer <ul style="list-style-type: none"> ○ Reduktion der Emissionsgrenzen bei zusätzlichen Kapazitäten an erneuerbaren Energien 	<ul style="list-style-type: none"> • Anreize zur Investition in erneuerbare Energieträger • Planungssicherheit für Investoren • Vorrang für erneuerbare Energieträger • Reduktion der THG-Emissionen
	Verkehr	Ausbau Schiene und öffentliche Verkehrsinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung bestehender Engpässe im Schienennetz (Langsamfahrstrecken) bzw. im Bereich des Wagenmaterials • Ausbau der Bahninfrastruktur hat Priorität gegenüber Straßeninfrastrukturprojekten • Ausbau und Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs inkl. Ausbau der S-Bahn • Verbesserung der Schnittstellen zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln • Erhöhung der Leistungsfähigkeit des öffentlichen Nahverkehrs • Steigerung der Fahrgastkilometer • Intensivierung des kombinierten Verkehrs 	<ul style="list-style-type: none"> • Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel (bsp. Schiene, ÖV) • Verringerung des Energieeinsatzes • Reduktion des Einsatzes fossiler Energieträger • Reduktion der THG-Emissionen
		Förderung nicht-motorisierter Individualverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau des Radwegenetzes • Optimierung der Vernetzung mit öffentlichen Verkehrsmitteln <ul style="list-style-type: none"> ○ Bike&Ride ○ Fahrradverleih 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion des Energieverbrauches • Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern • Reduktion der THG-Emissionen
		Fiskalische Anreize	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Anhebung der Mineralölsteuer • Lenkungsmöglichkeiten über Road-Pricing <ul style="list-style-type: none"> ○ Lkw-Road-Pricing auf Autobahnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Anreiz zur Änderung des Fahrverhaltens (bspw. Verlagerung von Transport auf

Sektorspezifische Maßnahmen	Verkehr		<ul style="list-style-type: none"> • Orientierung der Höhe der KFZ-Steuer an den Abgasnormen 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern • Reduktion der THG-Emissionen
		Tempolimits	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung von Tempolimits auf den Autobahnen und Landesstraßen 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion des Energieverbrauchs sowie der CO₂-Emissionen
		CO₂-Grenzwerte Pkw und Lkw	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Verschärfung der EU CO₂-Grenzwerte für Pkw nach 2020 <ul style="list-style-type: none"> ○ Halbierung der derzeit durchschnittlichen CO₂-Grenzwerte von knapp 160g/km bis 2025 • Einführung verbindlicher CO₂-Grenzwerte für Lkws <ul style="list-style-type: none"> ○ Senkung des durchschnittlichen Gesamtverbrauchs der neu zugelassenen Lkws um 30 % bis 2025 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion des CO₂-Ausstoßes
		Ausbau der Infrastruktur und Förderung von Elektrofahrzeugen	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung von rechtlichen Rahmenbedingungen und politischer Vorgaben für den Infrastrukturausbau <ul style="list-style-type: none"> ○ Zielwerte für die flächendeckende Einführung von E-Fahrzeugen ○ Nationaler Masterplan für die Errichtung der notwendigen Infrastruktur • Öffentliche Hand: rascher Ausbau der Ladeinfrastruktur und verstärkte Förderung der Anschaffung von E-Fahrzeugen <ul style="list-style-type: none"> ○ Weitere (teilweise) steuerliche Befreiung (MwSt) oder verkürzte Abschreibungsdauer für E-Fahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Verstärkter Anreiz für Industrie, Unternehmen und Privatpersonen in E-Mobilität zu investieren und die Fahrzeuge (-flotte) umzustellen • Effizienterer Antrieb im motorisierten Individualverkehr • Reduktion der THG-Emissionen
		Steigerung der Verfügbarkeit von Biokraftstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Intensivierung der Forschung für Biotreibstoffe <ul style="list-style-type: none"> ○ Kritische Bewertung des Anbaus von Biomasse zur Treibstoffgewinnung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Verfügbarkeit an Biotreibstoffen bzw. Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern

Quelle: Eigene Darstellung

8.4 Umsetzung der Maßnahmen – Der Weg bis 2050

Energie [R]evolution Österreich 2050 beschreibt einen möglichen Weg hin zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft im Jahr 2050. Dabei handelt es sich um keine Prognose, vielmehr soll aufgezeigt werden, welche Reduktionen des Energieverbrauchs mindestens notwendig sind, um im Jahr 2050 den Großteil des Endbedarfs mittels erneuerbarer Energien decken und die CO₂-Emissionen um ca. 90 % senken zu können (im Vergleich zu 2008). Die Studie zeigt, dass das vorhandene Potenzial an erneuerbaren Energieträgern in Österreich ausreicht, das Wirtschaftssystem nachhaltig zu gestalten. Allerdings wird auch deutlich, dass ein Umstieg auf eine auf Erneuerbaren basierende Wirtschaft drastische Einsparungen beim Endenergieverbrauch bedingt und Strukturbrüche und Veränderungen unausweichlich sein werden.

Energie [R]evolution Österreich 2050 beschreibt nicht nur eine mögliche Energiezukunft, sondern auch den Weg bis 2050: eine Reihe von Maßnahmen müssen unverzüglich eingeleitet und umgesetzt werden, um Planungssicherheit für Unternehmen und Investoren zu schaffen und Anreize zu geben, in CO₂-neutrale Technologien zu investieren. Dabei wird es insbesondere von Bedeutung sein, übergeordnete Maßnahmen unverzüglich einzuleiten. Die ledigliche Umsetzung von Einzelmaßnahmen (z.B. Erhöhung des Anteils an Biotreibstoffen) wird nicht ausreichend sein, im Jahr 2050 fossile Energieträger nur noch als Restbestände zu nutzen.

Daher wird es unverzüglich notwendig sein, die Entwicklung eines nationalen Klimaschutzgesetzes sowie die Festlegung verbindlicher Ziele über einen langfristigen Zeitraum voranzutreiben. Die Festlegung rechtlich verbindlicher Rahmenbedingungen in Abstimmung mit langfristigen Zielen und zur Einhaltung von überprüfbaren Zwischenzielen schafft einen Rahmen, in welche untergeordnete, sektorale Maßnahmen wirksam eingeordnet werden können.

8.4.1 Kosten

Der Umstand, dass fossile Ressourcen begrenzt sind, ist längst bekannt. Die Abschätzungen, wann „Peak-oil“ erreicht sein wird oder ob es bereits überschritten ist, variieren. Konsens herrscht allerdings darüber, dass die Zeiten der billigen Ölförderung in großen Mengen vorbei sind. Wird der Abbau unkonventioneller Ölressourcen künftig aufgrund der steigenden Ölpreise an Lukrativität gewinnen ist dennoch gewiss, dass auch diese Zeit ihr Ende finden wird.¹⁸⁸ Unabhängig davon, wie lange fossile Ressourcen noch zu einem erschwinglichen Preis vorhanden sein werden, lohnt es sich, die österreichische Wirtschaft möglichst bald auf eine neue energetische Basis zu stellen. Der Konsens, den weltweiten Temperaturanstieg

¹⁸⁸ Siehe dazu auch: IEA (2010a), S. 125ff

auf 2°C zu begrenzen, erfordert ein rasches Handeln, um die Kosten zu begrenzen. Nicholas Stern zeigte in seinem Bericht „The Economics of Climate Change“¹⁸⁹ einerseits, dass eine Begrenzung des Temperaturanstieges auf 2°C rasches Handeln erfordert, andererseits die Kosten des Nichthandelns jene des Handelns weit überwiegen. Die Reduktion der Treibhausgasemissionen wird Kosten verursachen; beispielsweise indem neue Technologien entwickelt und eingesetzt werden müssen und Konsumenten energieintensive Produkte und Dienstleistungen durch weniger energieintensive substituieren. Stern schätzt, dass die Kosten des Nichthandelns, also die Gesamtkosten und Risiken des Klimawandels, gleichzusetzen sind mit einem jährlichen Verlust von 5 % des weltweiten BIP und diese unter Einbeziehung breitgefächerter Risiken und Auswirkungen sogar einem jährlichen Verlust von 20 % des weltweiten BIPs oder sogar noch mehr entsprechen könnten. Die Kosten des Handelns könnten hingegen auf 1 % des globalen BIP pro Jahr begrenzt werden.¹⁹⁰

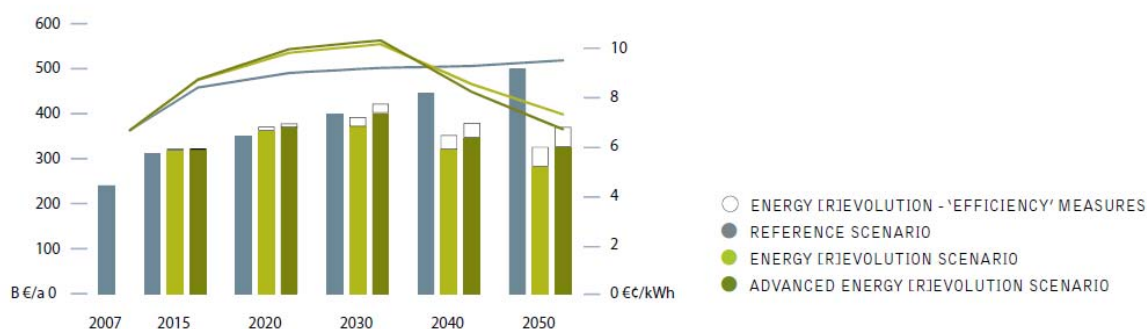
Die Entwicklung zukünftiger Energiekosten wird maßgeblich von der Entwicklung der Stromgestehungskosten abhängen sein. Greenpeace und EREC zeigen in der Studie „energy [r]evolution Towards a fully renewable energy supply in the EU 27“¹⁹¹, dass der massive Ausbau erneuerbarer Energieträger in der Stromerzeugung kurz bis mittelfristig mit höheren Strompreisen in Europa von bis zu 1,2 Cent/kWh verbunden ist (Energy [R]evolution Szenario bzw. advanced Energy [R]evolution Szenario). Da der in Österreich erzeugte bzw. eingesetzte Strom über europäische Strombörsen (beispielsweise die Leipziger Strombörse) gehandelt wird, muss auch für Österreich mit einem Anstieg der Strompreise gerechnet werden.

Langfristig betrachtet erwarten Greenpeace und EREC eine deutliche Reduktion der Stromerzeugungskosten aus erneuerbaren Energieträgern, welche in den unterstellten Energieszenarien deutlich unter jenen des Referenzszenarios sinken werden: Lern- und Skaleneffekte (vgl. Tabelle 11) werden die Kosten erneuerbarer Energieträger bis 2050 deutlich reduzieren, außerdem fallen keine hohen Kosten für Emissionszertifikate an und steigende Kosten für fossile Energieträger wirken sich weniger stark auf den Strompreis aus. Langfristig wird dadurch „grüner“ Strom deutliche Kostenvorteile gegenüber konventionellen, fossilen Energieträgern haben. Im Konkreten führt das dazu, dass die Strompreise im Jahr 2050 in den beiden Energieszenarien advanced Energy [R]evolution und Energy [R]evolution um 34 % bzw. 43 % geringer sind als im Referenzszenario (vgl. Abbildung 66).

¹⁸⁹ Stern, N. (2007). STERN REVIEW: *The Economics of Climate Change*.

¹⁹⁰ Stern, N. (2007), Summary of conclusions, vi.

¹⁹¹ Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC) (2010b). *energy [r]evolution. Towards a fully renewable energy supply in the EU 27*.

Abbildung 66: Entwicklung der spezifischen Stromerzeugungskosten

Quelle: Greenpeace International, EREC (2010b), S. 48

Der steigende Ölpreis, die Auswirkungen des Klimawandels und die damit verbundenen Kosten zeigen, wie dringend notwendig ein rasches Handeln im Hinblick auf eine Umstrukturierung der Wirtschaft auf erneuerbare Energieträger, höhere Energieeffizienz und verringertem Energieverbrauch ist. Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen der *Energie [R]evolution Österreich 2050* lassen sich mit verhältnismäßig geringen Kosten oder kostenneutral umsetzen. Dies betrifft insbesondere die Maßnahmen, welche zur Etablierung rechtlicher Rahmenbedingungen beitragen (z.B. Nationales Klimaschutzgesetz, Festlegung langfristiger, verbindlicher Ziele). Viele der notwendigen Maßnahmen können nicht nur mit einem verhältnismäßig geringen Mitteleinsatz realisiert werden, sondern führen zu einem Impuls für die heimische Wirtschaft und bedingen positive Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte (z.B. Gebäudesanierung siehe Anhang).

8.4.2 Komfort und Wirtschaftlichkeit

Bei der zukünftigen Gestaltung von Prozessen muss die Energiedienstleistung anstelle des Energieverbrauchs im Vordergrund stehen. Eine deutliche Absenkung des Endenergieverbrauchs in den Sektoren private Haushalte und Dienstleistungen kann nur unter vollständiger Ausschöpfung des Potenzials energetischer Sanierungen erreicht werden. Umfassende energetische Sanierungen ermöglichen eine langfristige Reduktion des Heizenergiebedarfs. Damit kann der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte deutlich verringert werden bei einem gleichzeitigen Anstieg des Wohnkomforts. Eine Verringerung des Endenergieverbrauchs geht somit nicht zu Lasten der Benutzer und Bewohner der Gebäude, sondern ermöglicht angenehme Temperaturen bei sinkenden Heizkosten. Wird das enorme Potenzial an Energieeinsparungen im Bereich der privaten Haushalte und Dienstleistungen genutzt, profitieren nicht nur die Umwelt, sondern auch die Bewohner der sanierten Gebäude. Dieses Beispiel zeigt, dass ein sinkender Energieverbrauch sowie ein zunehmender Komfort bei sinkenden laufenden Kosten Hand in Hand gehen können. Ein Umstieg auf eine zukunfts-

hige, auf erneuerbaren Energieträgern und Energieeffizienz basierende Wirtschaft ermöglicht es, wachsenden Komfortansprüchen gerecht zu werden.

Ein weiteres Beispiel zeigt, dass eine Reduktion des Energieverbrauches nicht automatisch mit Komfortverlust assoziiert werden muss, sondern Änderungen im Mobilitätsverhalten Komfort erhöhen und gleichzeitig Kosten reduziert werden können. Eine Integration der Ziele des „Energie- und Klimaschutzes“ in den österreichischen Raumordnungsgesetzen, wie bereits in der Energiestrategie Österreich vorgeschlagen,¹⁹² verringert durch eine intelligente Raumplanung das Mobilitätsaufkommen. Eine Verkehrsvermeidung verringert dabei nicht nur den Energieverbrauch und führt zu einer Reduktion der Treibhausgase sowie Luftschadstoffe, sondern führt auch dazu, dass Zeit und Geld eingespart werden können. Im Zentrum der planerischen Gestaltung steht somit auch hier die Mobilität für die Bürger zu optimieren und damit den Treibstoffverbrauch zu senken.

8.4.3 Arbeitsplätze

Dominierten einst Befürchtungen, dass Regulierungen im Energie-, Umwelt- und Klimabereich Arbeitsplätze vernichten, wird nunmehr vermehrt darauf gesetzt, durch die Energie- und Klimapolitik neue Arbeitsplätze (z.B. „Green Jobs“) zu schaffen. Strukturbrüche, ausgelöst durch eine radikale Transformation des Energiesystems können dazu beitragen, temporär sowie dauerhaft Arbeitsplätze zu sichern und zu schaffen. Auch durch eine angepasste Technologie- und Industriepolitik können neue Arbeitsplätze in Zukunftsbranchen entstehen und die durch Strukturreformen wegfallenden Beschäftigungsmöglichkeiten überkompensiert werden.

Als Beispiel kann hier die Umstrukturierung und notwendige Modernisierung der Elektrizitätsnetze genannt werden. Künftig sollen Elektrizitätssysteme eine vermehrte Integration von erneuerbaren Energieträgern sowie bidirektionale Energie-, Leistungs-, Strom- und Kommunikationsflüsse ermöglichen, kurz „smart“ sein. Mit dem Ausbau von Smart Grids stehen weitreichende makroökonomische Effekte in Verbindung. Hohe Investitionen in die Elektrizitätsinfrastruktur führen zu einem Impuls für die heimische Wirtschaft und bedingen Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte, nicht nur für den Sektor Elektrizitätswirtschaft, sondern durch die wechselseitig verknüpften Liefer- und Bezugsstrukturen für viele Bereiche der heimischen Wirtschaft. Eine Studie von KEMA schätzt für die USA, dass mit der Umsetzung von Smart Grids Projekten innerhalb von vier Jahren Investitionsausgaben von 64 Milliarden Dollar verbunden sind. Damit verbunden ist ein Beschäftigungseffekt von 280.000 Arbeitsplät-

¹⁹² Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010), S. 46.

zen, wobei geschätzte 140.000 Arbeitsplätze dauerhaft geschaffen werden.¹⁹³ Ein weiteres Beispiel stellen Investitionen in die Gebäudesanierung dar. Die Sanierung von Gebäuden spart langfristig Energie und zeichnet sich als arbeitsintensiv aus (siehe Anhang).

Abbildung 67: Weiterqualifizierung in den einzelnen Ländern

Mitgliedstaat	Beruf(e)	Basisausbildung	Weiterqualifizierung	Neuer Beruf
Dänemark	Industrieelektriker/-in/ Energietechniker/-in	Abgeschlossene Berufsausbildung/ Abgeschlossenes Ingenieur- Hochschulstudium	Kenntnisse über Energiequellen, Fähigkeit zur Integration von Energiesystemen, Projektmanagement	Manager/-in für erneuerbare Energien
	Maschinenbediener/-in / Industrieelektriker/-in	Abgeschlossene Berufsausbildung/ Abschluss der Sekundarstufe II	Montage, Installation von Teilen, Einsatz von Werkzeugen	Windturbinentechniker/-in
Estland	Fachkräfte im Baugewerbe	Kein Berufsstandard	Kenntnisse über Energiesysteme, Datenauswertung, Projektmanagement	Energieberater/-in
Frankreich	Facharbeiter/-in im Recycling-Sektor	Allgemeines Zeugnis über eine berufliche Qualifikation	Sortier- und Entgegennahmeverfahren, Kenntnisse über Aufbereitung und Lagerung	Facharbeiter/-in für Abfall-Recycling
	Produktgestaltung und Produktdienstleistungen	22 Erstausbildungsgänge mit unterschiedlicher Spezialisierung	Berücksichtigung von Umweltkriterien im Designprozess, integrierte Bewertung und Lebenszyklusanalyse	Öko-Designer/-in
Deutschland	Elektroniker/-in/ Mechatroniker/-in	Berufliche Erstausbildung	Elektronische und hydraulische Systeme, Sicherheitsverfahren, Bedienung und Wartung	Servicetechniker/-in für Windenergieanlagen
	Klempner/-in / Elektro- und Heizungsinstallateur/-in	Berufliche Erstausbildung	Technische Schulung, Kenntnisse über Verwaltungsverfahren, unternehmerische Kompetenzen	Fachwirt/-in für Solartechnik / Entwickler/-in für Installationsprojekte
Vereinigtes Königreich	Ingenieur/-in im Energiesektor	Abgeschlossenes Ingenieur-Hochschulstudium	Installation und Wartung von emissionsarmen Technologien, Kundenbetreuungs-kompetenz	Fachkraft für intelligente Energie / Manager/-in für intelligente Energie
	Rohstoffhändler/-in Rohstoffbroker/-in	Abgeschlossenes Hochschulstudium	Praktische Kenntnisse der Funktionsweise des Emissionshandels, Verständnis der Handelsprogramme	Emissionshändler/-in / Emissionsbroker/-in

Quelle: Cedefop – European Centre for the Development of Vocational Training (2010), S. 3

Die Reduktion des Energieverbrauches, eine rasche Anpassung an den Klimawandel sowie der Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft werden nicht nur Veränderungen im Beschäftigungsniveau bewirken, sondern vor allem auch geänderte Anforderungen an die Qualifikationen der Arbeitskräfte stellen. Daraus folgt, dass ein künftiger Strukturbruch angepasste Qualifikationen erfordert. Es stellt sich die Frage, ob in Zukunft neue, sogenannte „grüne“ Qualifikationen gefragt werden, oder aber ob es vor allem auf eine Verbesserung bereits bekannter Qualifikationen ankommt. Dabei hebt das Europäische Zentrum für die Förderung

¹⁹³ KEMA (2008). *The U.S. Smart Grid Revolution. KEMA's Perspectives for Job Creation*, S. 1-1

der Berufsbildung (Cedefop)¹⁹⁴ hervor, dass die Verbesserung bereits vorhandener Qualifikationen wichtiger ist, als sich auf spezialisierte „grüne“ Qualifikationen zu fokussieren. Bereits existierende Berufe decken demnach oft benötigte Qualifikationen für Arbeitsplätze ab. Weiterqualifizierungsmaßnahmen von einschlägigen Berufen schaffen und sichern Arbeitsplätze in einer emissionsarmen Wirtschaft (siehe Abbildung 67). In Deutschland können beispielsweise Elektroniker/-innen sowie Mechatroniker/-innen mit den geeigneten Weiterqualifizierungen als Servicetechniker/-innen für Windenergieanlagen eingesetzt werden.

Insgesamt kann damit gezeigt werden, dass der Weg zu einer auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Wirtschaft zu verhältnismäßig geringen Kosten erreicht werden kann, wenn die Maßnahmen rechtzeitig und somit unverzüglich durchgesetzt werden. Jegliche Verzögerung bzw. Nichteinführung der Maßnahmen führt dazu, dass der Umstieg auf Erneuerbare verzögert wird und die Kosten der Transformation steigen. Ein hoher Komfort bei niedrigem Energieverbrauch kann gewährleistet werden, wenn die Energiedienstleistung selbst in den Mittelpunkt rückt.

¹⁹⁴ Cedefop – European Centre for the Development of Vocational Training (2010). *Qualifikationen für grüne Arbeitsplätze*. Kurzbericht. S. 1f.

9 Literatur

1. Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2010). *Klimaschutzplan Steiermark. PERSPEKTIVE 2020/2030. 26 Maßnahmenbündel für eine zukunftssichernde Klimapolitik in der Steiermark. Klimastil – Ein Lebensstil für unsere Zukunft*. Erläuterungen zum Klimaschutzplan Steiermark 2010 Teil 7 – Klimastil, verfügbar unter: http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/11301681_44142366/8bfc14a9/Band_7_Klimastil_201008.pdf. Datum des Zugriffs 10.01.2011.
2. Biermayr, P. et al. (2010). *Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2009*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung.15/2010. Wien.
3. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2007). *Verkehr in Zahlen*. Wien.
4. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend und Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010). *EnergieStrategie Österreich. Maßnahmenvorschläge*. Wien.
5. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010a). *Wirtschaftsbericht Österreich 2010*. Wien.
6. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010b). *Nationaler Aktionsplan 2010 für erneuerbare Energie für Österreich (NREAP-AT) gemäß der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates*. Wien.
7. Cedefop – European Centre for the Development of Vocational Training (2010). *Qualifikationen für grüne Arbeitsplätze*. Kurzbericht.
8. E-Bridge (2005). *Studie über KWK-Potentiale in Österreich*. Endbericht.
9. E-Control GmbH. (2010). *Ökostrombericht 2010*. Wien
10. EIA (2010). *International Energy Outlook 2010*. U.S. Department of Energy, Washington.
11. Energy Economics Group (2008). *Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Marktchancen verschiedener Technologielinien im Energiebereich*. 2. Ausschreibung der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft. Wien.
12. EREC (2010). *RE-thinking 2050. A 100% Renewable Energy Vision for the European Union*. Brussels.
13. Ertex Solar (2010). *BIPV 2010. Autumn 2010 edition*. verfügbar unter: http://ertex-solar.at/cms/media/ertex_bipv.pdf, Datum des Zugriffs 9.12.2010.
14. European Commission (2008). *Second Strategic Energy Review. An EU Energy Security and Solidarity Action Plan*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2008) 781 final. Brussels.
15. Europäische Kommission (2010). *Analyse der Optionen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen um mehr als 20 % und Bewertung des Risikos der Verlagerung von CO₂-Emissionen*. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, KOM(2010) 265 endgültig. Brüssel.

16. European Commission (2010). *Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2010) 639 final. Brussels.
17. Fechner, H. et al. (2007). *Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. 28/2007. Wien.
18. Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC) (2010a). *energy [r]evolution. A sustainable world energy outlook*. ISBN 978-90-73361-90-4.
19. Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC) (2010b). *energy [r]evolution. Towards a fully renewable energy supply in the EU 27*.
20. Haas, R. et al. (2007). *Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030*. Studie für den Dachverband Energie-Klima. Wien.
21. Hantsch, S., Moidl, St. (2007). *Das realisierbare Windkraftpotenzial in Österreich bis 2020*. IG Windkraft. St. Pölten.
22. Hinterberger, F. et al. (2009). *Erneuerbare Energie in Österreich: Modellierung möglicher Entwicklungsszenarien bis 2020*. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. 21/2009. Wien.
23. IEA (2009). *World Energy Outlook 2009*. Paris.
24. IEA (2010a). *World Energy Outlook 2010*. Paris.
25. IEA (2010b). *Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios & Strategies to 2050*. Paris.
26. KEMA (2008). *The U.S. Smart Grid Revolution. KEMA's Perspectives for Job Creation*.
27. Kratena, K., Würger, M. (2005). *Energieszenarien für Österreich bis 2020*. WIFO. Wien.
28. Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2010). *Biomasse - Heizungserhebung 2009*. St. Pölten.
29. Lebensministerium (2009). *Erneuerbare Energie 2020 – Potential und Verwendung in Österreich*. Wien.
30. Lebensministerium (2010). *Grüner Bericht 2010. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft*. Wien.
31. Mantzos, L., Capros, P. (2006a). *European Energy and Transport, Trends to 2030 – update 2005*. European Commission. Luxembourg.
32. Mantzos, L., Capros, P. (2006b). *European Energy and Transport, Scenarios on energy efficiency and renewables*. European Commission. Luxembourg.
33. National Environmental Research Institute (2007). *Competitiveness Effects of Environmental Tax Reforms (COMETR)*. Publishable Final Report to the European Commission, DG Research and DG TAXUD (Summary Report).

34. Österreichischer Biomasse-Verband: *34 Prozent Erneuerbare machbar, EU-Richtlinie für erneuerbare Energien – Konsequenzen für Österreich*, verfügbar unter: <http://www.biomasseverband.at/static/mediendatenbank/root01/7.%20Publikationen/34%20Prozent%20EE.pdf>, Datum des Zugriffs 25.11.2010.
35. Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency (2010a). *Visionen 2050*. Im Auftrag von Österreichs Energie. Wien.
36. Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency (2010b). *Österreichische Energiestrategie: Quantitative und qualitative Erstevaluierung der Maßnahmen ins besonders im Hinblick auf Energiewirtschaft*. Wien
37. Ökonews (2010). *Gebäudeintegrierte Photovoltaik ist ein Beitrag zur Energieeffizienz. Haus Gaita – ein Plusenergiehaus in Paris*, 26.11.2010, verfügbar unter: http://www.oekonews.at/index.php?mdoc_id=1054801, Datum des Zugriffs 9.12.2010.
38. OPEC (2010). *World Oil Outlook 2010*. Vienna
39. Pöyry Energy GmbH (2008). *VEÖ Wasserkraftpotentialstudie Österreich*. Endbericht. Studie erstellt von Pöyry Energy GmbH im Auftrag des VEÖ. Wien.
40. Prognos und Öko-Institut e.V. (2009). *Modell Deutschland - Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken*. Basel-Berlin.
41. Prognos, EWI-Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln, GWS Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung GmbH (2010). *Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung*. Projekt Nr.12/10 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin. Basel/Köln/Osnabrück.
42. Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2010). *Energieforschungsstrategie*. Wien.
43. Statistik Austria (2010a). *Energiebilanzen – Österreich 1970-2009*, verfügbar unter: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html, Datum des Zugriffs 9.12.2010.
44. Statistik Austria (2010b). *Österreichische Verkehrsstatistik 2008*. Wien.
45. StartClim2008.D (2009). *Bio-Berglandwirtschaft in Tirol – Beitrag zur „Klimaentlastung“ und Anpassungsstrategien*. Universität für Bodenkultur. Institut für Ökologischen Landbau. Wien.
46. Steininger, K. et al. (2007). *Klimaschutz, Infrastruktur und Verkehr*. Wissenschaftlicher Bericht Nr. 15-2007. Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel Karl-Franzens-Universität Graz. Graz.
47. Stern, N. (2007). STERN REVIEW: *The Economics of Climate Change*, verfügbar unter: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm, Datum des Zugriffs: 28.1.2011.
48. Umweltbundesamt (2010a). *Elektromobilität in Österreich. Szenario 2020 und 2050*. Wien.
49. Umweltbundesamt (2010b). *Neunter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich*. Umweltbundesamt REP-0286, Wien.

50. Umweltbundesamt (2010c). *Klimaschutzbericht 2010*. Wien.
51. Umweltbundesamt (2010d). *Energiestrategie Österreich. Erstevaluierung der vorgeschlagenen Maßnahmen insbesondere in Hinblick auf ihre Klimawirksamkeit*. Version vor Layout. Wien.
52. Umweltbundesamt Deutschland (2010). *Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen*. Vorabdruck für die Bundespressekonferenz am 7. Juli 2010. Dessau-Roßlau.
53. Umweltbundesamt (2010e). *Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2010*. Wien.
54. Umweltdachverband (2009). *Forderungen des Umweltdachverbandes für eine zukunftsfähige Klima- und Energiepolitik*. Positionspapier des Umweltdachverbandes verabschiedet durch die Vollversammlung am 18. Juni 2009 in Gaming, verfügbar unter: http://www.umweltdachverband.at/fileadmin/user_upload/pdfs/Positionspapiere/UWD_Positionspapier_Klima_und_Energie_2009.pdf, Datum des Zugriffs: 11.01.2011.
55. Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ) (2008). *Initiative Wasserkraft – Masterplan zum Ausbau des Wasserkraftpotentials*. Wien.
56. Wegener Zentrum, TU Graz, Joanneum Research (2010). *Erläuterungen zum Klimaschutzplan Steiermark 2010, Teil 5: Produktion*. Studie im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, Graz.
57. Weiss, W., Biermayr, P. (2009). *Potential of Solar Thermal in Europe*. ESTIF. Brussels.
58. Zunft, St., Jakiel, Ch., Nowi, A. (2006). *Adiabate Druckluftspeicher für die netzverträgliche Integration erneuerbarer Energien*. VDE-Kongress 2006, Aachen.

Links

1. Europäische Kommission: http://ec.europa.eu/climateaction/eu_action/index_de.htm, Datum des Zugriffs 25.11.2010.
2. EurActive.de, Energieeffizienz, Netzausbau, Energietechnologien. EU-Kommission legt Energiestrategie 2020 vor: <http://www.euractiv.de/energie-klima-und-umwelt/artikel/eu-kommission-legt-energiestrategie-2020-vor-003914>, Datum des Zugriffs 25.11.2010.
3. Greenpeace: <http://www.greenpeace.at/kritik-thermische-sanierung.html?&type=98>; Datum des Zugriffs 14.2.2010.
4. Regio Energy: <http://www.regioenergy.at/>, Datum des Zugriffs 13.12.2010.
5. <http://www.iea-shc.org/task33/index.html>
6. Lebensministerium, <http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/56062/1/7207>.
7. Statistik Austria, Bevölkerungsprognose: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html, Datum des Zugriffs 23.2.2011.

10 Anhang (Todor Balabanov und Irina Zielinska)

10.1 Schaffung von Arbeitsplätzen im Gebäudesanierungsszenario

Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen sowie Beschäftigungseffekte von Investitionen in die Sanierung von Gebäuden wurden am IHS Wien mit einem statischen Gleichgewichtsmodell errechnet.

10.1.1 E3 AM Gleichgewichtsmodell

Im Folgenden werden anhand des statischen Gleichgewichtsmodells „Energy, Environment and Economy Arbeitsmarktmodell“ (E3 AM) Szenarien zu ausgewählten Maßnahmen der Energiestrategie berechnet. Im Rahmen der gebildeten Szenarien werden die Beschäftigungsauswirkungen der getätigten Investitionen sowie die sektoralen und makroökonomischen Effekte betrachtet. Eine modellspezifische Unterscheidung der Arbeitskräfte in drei verschiedene Qualifikationsgruppen, gering- (GQ), mittel- (MQ) und hoch- (HQ) qualifiziert, ermöglicht es herauszufinden, welche Gruppe von Arbeitskräften von den Maßnahmen besonders betroffen ist bzw. stark profitiert.

Dabei werden für das Gebäudesanierungs-Szenario auch die weiteren Maßnahmen angesprochen, deren Umsetzung zur Realisierung der Ziele und Investitionen notwendig sind (beispielsweise eine Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen). Diese begleitenden Maßnahmen betreffen angrenzende Politikfelder wie z.B. den Bereich der Raumordnung, der Gesetzgebung, Infrastruktur, Innovationspolitik etc.

Zu beachten ist, dass für die Modellsimulationen jeweils Zweijahresabstände bis 2020 und Zehnjahresabstände für den Zeitraum 2020 bis 2050 gewählt wurden. Alle Effekte, die errechnet wurden, sind somit jährliche Beschäftigungseffekte für exemplarische zwei- bzw. zehnjährige Perioden, die in Relation zu Investitionssummen in Sektoren stehen, welche Investitionsgüter zur Ausweitung des Anteils an Erneuerbaren in der Stromproduktion herstellen. Die jährlichen Effekte können zur Approximation zwischen den Zweijahresperioden linear interpoliert werden, da die qualitativen Unterschiede der Ergebnisse für ähnliche Investitionssummen im Modell bei einer fixen Szenario-Anordnung lediglich sehr gering ausfallen.

In diesem Kapitel wird ein Refinanzierungsvergleich durchgeführt, um die starke Wirkung der Steuermaßnahme, die für die Einbringung der investierten Summe verwendet wird, hervorzuheben und zu analysieren. Optimale makroökonomische und Beschäftigungseffekte können somit nur im Zusammenspiel zwischen einer bestimmten Investitions- sowie einer entsprechenden Refinanzierungsmaßnahme bestimmt werden.

Die betrachteten Refinanzierungsvarianten setzen sich wie folgt zusammen:

- Eine Erhöhung der Konsumsteuer (Mehrwertsteuer)
- Kapitalsteuer: Refinanzierung über eine zusätzliche Steuer auf das Kapitaleinkommen der Haushalte
- Refinanzierung in Form einer Energiesteuer auf den Energiekonsum von fossilen Energieträgern der Haushalte und Unternehmen
- Refinanzierung in Form einer Energiesteuer auf den Energiekonsum von fossilen Energieträgern der Haushalte
- Lohnsteuer: Die staatlichen Förderungen der Wärmedämmung werden mit einer Steuer auf das Arbeitseinkommen der Haushalte wieder eingebracht

Die sektorale Aufteilung ist wie folgt getroffen: Landwirtschaft (AGR), metallverarbeitende Industrie (FERR), chemische Industrie (CHEM), Maschinenbau (ENG), sonstige energieintensive Sektoren (OTHER), Hoch- und Tiefbau (BUI1), Bauinstallation, Ausbau und Bauhilfsgewerbe (BUI2), Transport (TRA), Forschung und Entwicklung (FuE), Dienstleistungen (SERV), Elektrizität (ELE), Fernwärme (FERNW), fossile Energieträgern (E), Staat (G).

10.1.2 Modellsimulation zu Gebäudesanierung durch Wärmedämmung

Die Reduktion des durch Raumwärme und sonstigen Kleinverbrauch entstehenden CO₂-Ausstoßes stellt einen der Grundpfeiler einer nachhaltigen Energie- und Klimastrategie dar. Insgesamt entfallen ca. 30 % des energetischen Endverbrauchs auf Raumheizung und Klimaanlage.¹⁹⁵

Eine der Kernmaßnahmen für die zu erzielenden Treibhausgasemissionsverringerungen ist die thermische Sanierung des Altbaubestandes von Wohnungen und Dienstleistungsgebäuden. Zur Erreichung der oben skizzierten Ziele bedarf es einer Steigerung der Sanierungsrate von jährlich 1,2 Prozent im Jahr 2008 auf 3 Prozent bis zum Jahr 2050, welche als ambitionierte, jedoch umsetzbare Obergrenze zur jährlichen Gebäudesanierung angesehen wird. Die niedrige Sanierungsrate von 1,2 Prozent p.a. im Jahr 2008 ist durch mehrere institutionelle, organisatorische und wirtschaftliche Hemmnisse zu erklären. Um eine Erhöhung der Sanierungsrate zu erreichen, müssen zahlreiche Maßnahmen umgesetzt werden. Dazu zählen eine Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie Maßnahmen im Arbeits- und Bildungsmarkt.

¹⁹⁵ Statistik Austria (2010a). Aufgliederung nach der Struktur der Nutzenergieanalyse (NEA) 2005. Wien.

Tabelle 14 gibt einen Überblick über die bestehende Wohngebäudesituation in Österreich, aufgeteilt nach Ein- und Mehrfamilienhäuser (1 bis 10 Wohnungen) und mehrstöckigen Wohn- und Gemeinschaftsgebäuden. Es existieren unterschiedliche Förderprogramme für Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie für mehrstöckige Gemeinschaftswohnungen. Die weiteren Überlegungen beziehen sich auf mehrstöckige Wohn- und Gemeinschaftsgebäude.

Tabelle 14: Anzahl der Gebäude und Wohnungen 2001 in Österreich nach Art des Gebäudes

	Gesamt	Wohngebäude				Nichtwohngebäude
		mit 1 oder 2 Wohnungen	mit 3 bis 10 Wohnungen	mit 11 oder mehr Wohnungen	für Gemeinschaften	
Gebäude	2.046.712	1.557.420	142.351	61.196	3.488	282.257
Wohnungen	3.863.262	1.809.380	791.584	1.134.782	21.663	105.853

Quelle: STATISTIK AUSTRIA, Gebäude- und Wohnungszählung 2001, Stand: 01.06.2007

Die Wohnbauförderung (WBF) gilt als Förderinstrument für die Errichtung und Sanierung von Wohngebäuden. Da die Umsetzung zum Verantwortungsgebiet der einzelnen Bundesländer gehört, unterscheiden sich die Wohnbauförderungen zwischen den einzelnen Bundesländern. Förderungen für Wohnhaussanierungen sind generell an die Einkommensgrenzen gebunden, mit Ausnahme der Förderung für Wohnhaussanierung in Tirol, die bis 31.3.2011 unabhängig von dem Einkommen gewährt werden.¹⁹⁶

Eine Weiterentwicklung der zwischen Bund und Ländern bestehenden Vereinbarungen im Sinne der Energie- und Umweltpolitik wird angestrebt. Schwerpunkte bilden dabei weitere Qualitätsvorgaben im Bereich Sanierung und auch im Bereich Neubau sowie eine Anpassung der Wohnbauförderungssysteme. Darüber hinaus sollen weitere Anreizsysteme entwickelt werden, die speziell die Sanierung von öffentlichen und anderen Nichtwohngebäuden stärken.¹⁹⁷

Als Teil der Maßnahmenbündel dient beispielsweise der Energieausweis, welcher eine Einstufung der Energieeffizienz von Gebäuden darstellt. Die Förderung der Sanierung von Gebäuden aus den unten angegebenen ineffizienten Energieklassen D-G wird angestrebt, um einen Heizwärmebedarf von maximal 75 kWh/m² zu erreichen, also der Klasse C oder darunter.

¹⁹⁶ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010b). *Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie für Österreich (NREAP-AT) gemäß der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates*. Wien, S. 22.

¹⁹⁷ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010b), S. 21.

10.1.3 Gebäudesanierungsszenario: Annahmen

Als Ausgangsbasis für das Gebäudesanierungsszenario dient die aktuelle Sanierungsrate von jährlich 1,2 Prozent für 2008 bezogen auf die bestehenden mehrstöckigen Wohngebäude in Österreich. Angestrebt wird eine Steigerung der jährlichen Sanierungsrate auf 3 Prozent bis zum Jahr 2050, welche als ambitionierte, jedoch umsetzbare Obergrenze zur Gebäudesanierung angesehen wird.

Um die Steigerung der Sanierungsquote auf 3 Prozent pro Jahr zu erreichen wird als Erstes die Beziehung zwischen der staatlichen Förderung der Gebäudesanierung und der Erreichung der notwendigen Sanierungsrate untersucht. Die getätigten Annahmen in den folgenden Berechnungen basieren auf den Evaluierungsberichten der Austrian Energy Agency¹⁹⁸ und des Umweltbundesamtes¹⁹⁹ zur Energiestrategie, auf den Maßnahmenvorschlägen zur Energiestrategie 2020²⁰⁰ sowie auf Rücksprache mit dem Umweltbundesamt.

Tabelle 15: Ausgangspunkte und Zielvorgaben für Erreichung einer 3-prozentigen Sanierungsquote

<u>Ausgangspunkt:</u> 2008 (IST) [20 Prozent staatliche Förderung, 80 Prozent Eigenmittel der Haushalte] 450 Mio. aus der Wohnbauförderung ²⁰¹ (WBF) → Investitionssumme von 2,25 Mrd. € (2008)	
<u>Zielvorgabe:</u> 2020 (SOLL laut Umweltbundesamt): 1,1 Mrd. € Förderung (also ein linearer Anstieg der Fördermittel um 650 Mio. € bis zum Jahr 2020) → löst 2020 eine Investitionssumme von 5,5 Mrd. € aus <u>5,5 Mrd. € Investitionssumme setzt sich zusammen aus:</u>	
80 % Selbstfinanzierung	= 4,4 Mrd. €
20 % Förderungen aus WBFalt	= 450 Mio. € ²⁰²
Förderung _{neu}	= 650 Mio. €
Förderung gesamt	= 1,1 Mrd. € (Annahme: Finanzierung aus dem allg. Budget in Form einer Energiesteuer)

¹⁹⁸ Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency (2010b). *Österreichische Energiestrategie: Quantitative und qualitative Erstevaluierung der Maßnahmen insbesondere im Hinblick auf Energiewirtschaft*. Wien, S. 39

¹⁹⁹ Umweltbundesamt (2010d), Energiestrategie Österreich. Erstevaluierung der vorgeschlagenen Maßnahmen insbesondere in Hinblick auf ihre Klimawirksamkeit. Version vor Layout. Wien. S. 30-33

²⁰⁰ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010), S. 101f

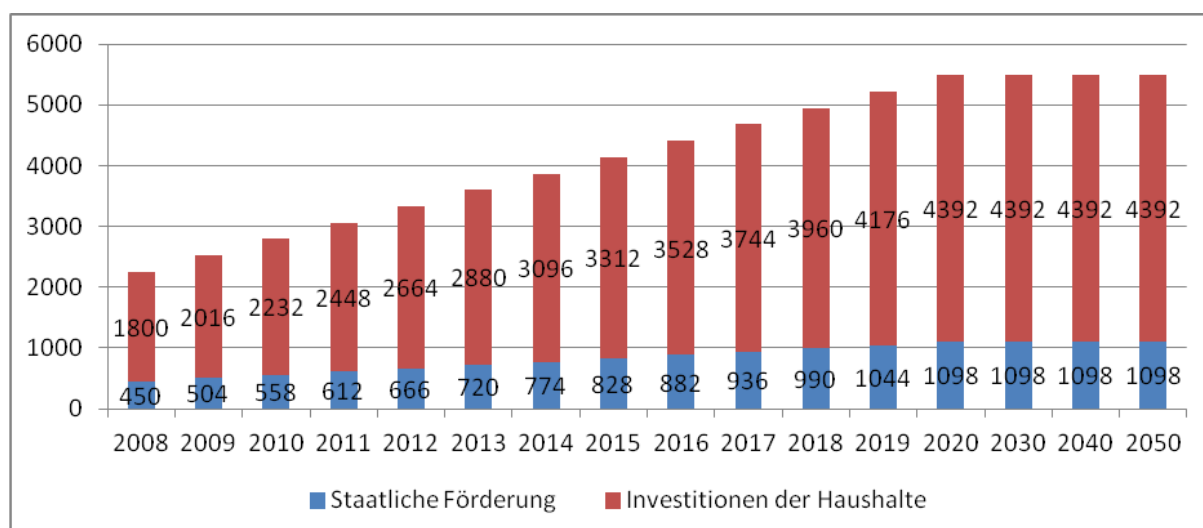
²⁰¹ Hintergrund: Zusammensetzung WBF-Mittel 2008 (bis dahin zweckgebunden): 2,7 Mrd. € Wohnbauförderungs-Ausgaben 2008 insgesamt, davon: 860 Mio. aus Rückflüssen der Wohnbauförderungsdarlehen.

²⁰² Da es keine Zweckwidmung der WBF mehr gibt, kann angenommen werden, dass die Förderung von 1,1 Mrd. € gänzlich aus dem allgemeinen Budget kommt; eine Differenzierung ist nicht nötig.

Die als Ausgangspunkt dienende Sanierungsrate von 1,2 Prozent im Jahr 2008 wird durch ein Fördervolumen von insgesamt ca. € 450 Mio. ausgelöst, und ergibt dabei insgesamt ein Investitionsvolumen von ca. € 2,25 Mrd. Dies entspricht einer Förderintensität von 20 Prozent, d.h. es existiert ein Hebel von 1:4 zwischen Förderungen und privaten Investitionen, die durch die staatlichen Zuschüsse ausgelöst werden. Hält man diese Förderintensität konstant, erreicht man bei linearer Fortschreibung einen Förderbedarf von etwa € 1,1 Mrd. im Jahr 2020, wodurch eine Investitionssumme von ca. € 5,5 Mrd. ausgelöst wird.

In der Evaluierung des Umweltbundesamts wird teilweise von einer höheren Fördernotwendigkeit ausgegangen (30 statt 20 Prozent), deswegen wird dort neben anderen Ziffern ein Förderungsbedarf von 1,7 Mrd. € für das Jahr 2020 genannt. Diese Divergenz ist darauf zurückzuführen, dass die eigene Annahme einer geringeren Förderintensität auf der Verbesserung von rechtlichen Rahmenbedingungen beruht (z.B. Sanierungsscheck, Wohnbauförderung, Schaffung von steuerlichen Anreizen, usw.).

Abbildung 68: Investitionsverlauf für das Gebäudesanierungsszenario (in Mio. Euro)



Quelle: Szenario-Annahmen des IHS Wien

Die oben aufgeführten Berechnungen sind in Abbildung 68 visuell dargestellt. Dabei wird das Ausgangsvolumen von 450 Mio. € Förderung im Jahr 2008 linear (aufgeteilt auf staatliche Förderungen und private Anteile), bis zu einem Fördervolumen von 1,1 Mrd. € im Jahr 2020, und ab dem Jahr 2020 bis 2050 gleichbleibend, fortgeschrieben.

10.1.4 Ergebnisse Gebäudesanierungsszenario

Mit dem im E3-AM simulierten Gebäudesanierungsszenario sollen die Effekte der Investitionen und Finanzierungsoptionen für Wärmedämmung auf den Arbeitsmarkt (z.B. Löhne, Arbeitsmarktumstrukturierungsbedarf, direkte und indirekte Beschäftigung, Änderungen der Arbeitslosenquote) sowie auf makroökonomische und sektorale Indikatoren (z.B. Wirtschaftsleistung, Konsum und Umverteilungsfragen) dargestellt werden.

Zur Steigerung der Gebäudesanierungsrate werden Investitionen im Sektor Bauinstallation, Ausbau und Bauhilfsgewerbe (BUI2) simuliert, die im Jahr 2012 bei 3,33 Mrd. € angesetzt sind, die dann bis zum Jahr 2020 auf 5,49 Mrd. € steigen und im Zeitraum von 2020 bis 2050 auf dem Niveau von 5,49 Mrd. € bleiben (Abbildung 68). Mit Hilfe der Wohnbauförderung des Staates oder der Länder werden 20 % der Gesamtinvestitionssumme subventioniert (siehe Abbildung 68, blauer Anteil des Balkens).

Dabei wird für die Einspeisung der Daten in das E3-AM eine Aufteilung von 1:4 angenommen, das bedeutet, dass eine 20-prozentige staatliche Förderung, beispielsweise 666 Mio. € im Jahr 2012, private Investitionen im Ausmaß von ca. 2,664 Mrd. €, oder 80 Prozent der Gesamtsumme, auslöst. Insgesamt ergeben sich so Gesamtinvestitionen von 3,33 Mrd. €. Die Fördersumme von 20 Prozent, welche durch das Wohnbauförderungsbudget von Bund und Ländern abgedeckt wird, wird mittels verschiedener Methoden durch den Staat refinanziert.

Im E3-AM wurde eine Preissubvention des Konsums von Wärmedämmung (Subvention der Preise von Produkten aus dem entsprechenden Sektor) implementiert, die diverse Auswirkungen auf die Variablen im E3-Arbeitsmarktmodell hat. Die erste Refinanzierungsvariante, die für die Jahre 2012 – 2050 präsentiert wird, ist eine kombinierte Steuer auf den Energiekonsum der Haushalte sowie der Unternehmen. Diese Steuer wurde ausgewählt, da hier die stärksten Reduktionen beim Energieverbrauch in der Wirtschaft, sowohl von Haushalten als auch Unternehmen zu erwarten sind, vor allem in Hinblick auf die Erreichung der Ziele, die durch die Maßnahmenvorschläge zu einer Energiestrategie Österreich gesetzt wurden. Eine Refinanzierungsvariante, die auf größtmögliche Beschäftigungseffekte abzielt, kann aus dem nachfolgenden Refinanzierungsvergleich entnommen werden. Tabelle 16 fasst die Ergebnisse der Szenarien für die verschiedenen Jahre zusammen.

Tabelle 16: Ergebnisse des Gebäudefinanzierungsszenarios im Überblick

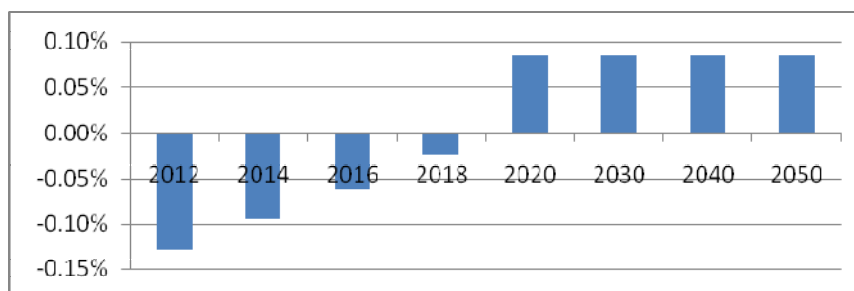
	2012	2014	2016	2018	2020	2030	2040	2050
BIP Veränderung	-0,13 %	-0,09 %	-0,06 %	-0,02 %	0,08 %	0,08 %	0,08 %	0,08 %
Zusätzliche Jobs (VZÄ)	16.240	18.416	20.479	22.801	26.591	26.591	26.591	26.591
Veränderung der Arbeitslosenquote (pp)	-0,58	-0,53	-0,48	-0,43	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36

Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Die im Folgenden gezeigte Abbildung 69 stellt die Veränderung des Bruttoinlandsprodukts pro Jahr dar. Dabei ist von den Jahren 2012 bis 2018 eine leichte Verringerung des BIP zu bemerken (von 0,13 Prozent bis 0,02 Prozent), erst im Jahr 2020 überwiegt hier der Investi-

tionseffekt und erzeugt leicht positive BIP-Effekte von ca. 0,08 Prozent. Dieser anfängliche Rückgang liegt vor allem an den hohen Produzentenpreissteigerungen in der Wirtschaft (Abbildung 79), welche die Importe erhöhen (Importe relativ zu heimischer Produktion billiger) und die Exporte senken (im Ausland werden heimische Produkte relativ zum Weltmarktpreis teurer, somit sinkt die Nachfrage nach heimischen Produkten aus dem Ausland). Dadurch sinkt der Leistungsbilanzüberschuss, der in unserem Modell als zusätzlicher Kapitalinput in den Wirtschaftskreislauf eingeht. Dies wiederum verringert den Kapitalfluss in der Wirtschaft, verteuert Kapital zusätzlich und bewirkt Substitutionseffekte der Unternehmen weg vom Faktor Kapital. Insgesamt sinkt also die Wertschöpfung über eine Verringerung des Faktors Kapital. Dieser Effekt wird erst ab einer gewissen Investitionssumme, die im Modell erst im Jahr 2020 erreicht wird, von den durch die zusätzlichen Investitionen ausgelösten positiven Effekten überwogen.

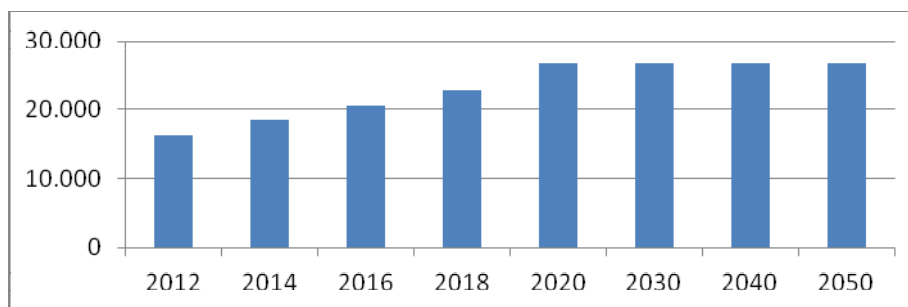
Abbildung 69: Veränderung BIP (in %)



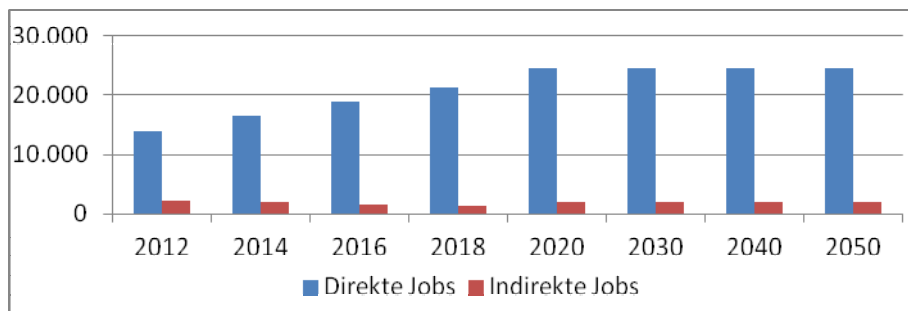
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Die entstehenden Beschäftigungseffekte aufgrund der Förderung der Gebäudesanierung sind in Abbildung 70 dargestellt. Hier kann man einen approximativ linearen Zusammenhang, entsprechend dem linearen Investitionsverlauf, sehen. Die durch die Förderung von Gebäudesanierung zusätzlich induzierte Beschäftigung bewegt sich im Rahmen zwischen ca. 16.240 Arbeitsplätzen (AP) in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) im Jahr 2012 und ca. 26.600 AP für den Zeitraum von 2020 bis 2050.

Abbildung 70: Zusätzliche Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) inklusive Indirekte Jobs durch Vorleistungsmatrix



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

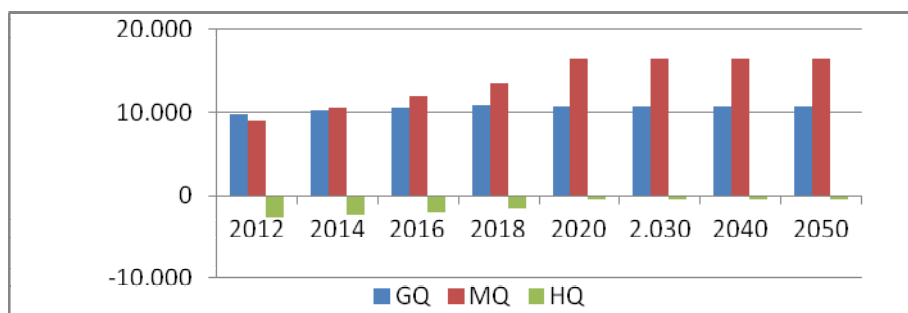
Abbildung 71: Direkte und indirekte Jobs durch Gebäudesanierung

Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Eine nähere Aufschlüsselung der Beschäftigungseffekte ist in Abbildung 71 zu finden. Insgesamt entstehen zwischen ca. 13.970 (Jahr 2012) und 24.500 (Jahr 2050) zusätzliche Arbeitsplätze im Sektor Bauinstallationen, Ausbau- und Bauhilfsgewerbe (BUI 2). Zusätzlich entstehen indirekte Jobs in den anderen Sektoren von gleichbleibend ca. 2.000 Jobs. Diese sind vor allem darauf zurückzuführen, dass sich durch den gestiegenen Preis für Kapital der Faktor Arbeit relativ zum Faktor Kapital verbilligt, und so vor allem im beschäftigungsintensiven Dienstleistungssektor vermehrt Arbeitskräfte eingesetzt werden, obwohl dort das Produktionsniveau zurückgeht. Da die Beschäftigung in den anderen Sektoren ausgenommen dem Bauinstallationssektor und dem Dienstleistungssektor nur leicht zurückgeht (Abbildung 77), bleiben die indirekten Effekte in Summe positiv.

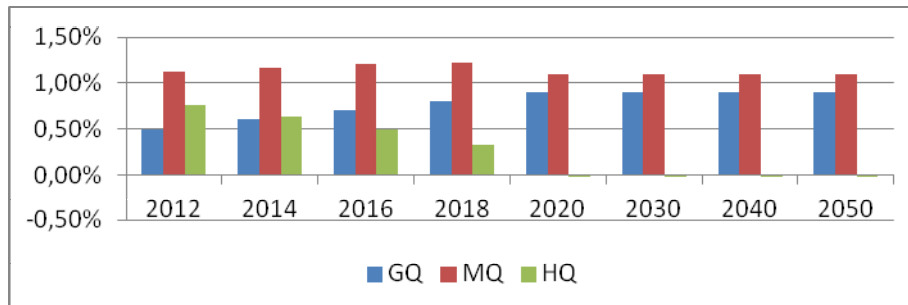
Die Veränderung des Preises für Kapital ist vor allem, wie oben beschrieben, auf die Verknappung des Faktors Kapital aufgrund von vermehrten Importen und gesunkenen Exporten zurückzuführen. Die dadurch hervorgerufene Teuerung von Kapital hat in der Folge Auswirkungen auf die Beschäftigungseffekte durch die Arbeitsangebotsentscheidung der Haushalte, aber auch auf das Einkommen der Haushalte, welches dadurch vor allem für Mittel- und Hochqualifizierte steigt.

Die Aufteilung der zusätzlichen Beschäftigung nach Qualifikationsgruppen kann aus Abbildung 72 entnommen werden. Dabei werden vom Bausektor vor allem gering und mittel qualifizierte Jobs benötigt (GQ und MQ), der Gesamtbedarf an Hochqualifizierten (HQ) sinkt in dem Szenario, wenn auch in einem geringeren Maße als die Steigerung bei Gering- und Mittelqualifizierten. Da der Sektor Bauinstallationen, Ausbau und Bauhilfsgewerbe einen höheren Schnitt an gering und mittel qualifizierten Arbeitskräften als der Rest der Sektoren aufweist, wird diese Art von Beschäftigungseffekt, nämlich eine vermehrte Einstellung von Gering- und Mittelqualifizierten Arbeitskräften, bei einer Steigerung des Produktionsniveaus in dem Sektor BUI2 zwangsläufig entstehen.

Abbildung 72: Veränderung der Beschäftigung nach Qualifikationsgruppen

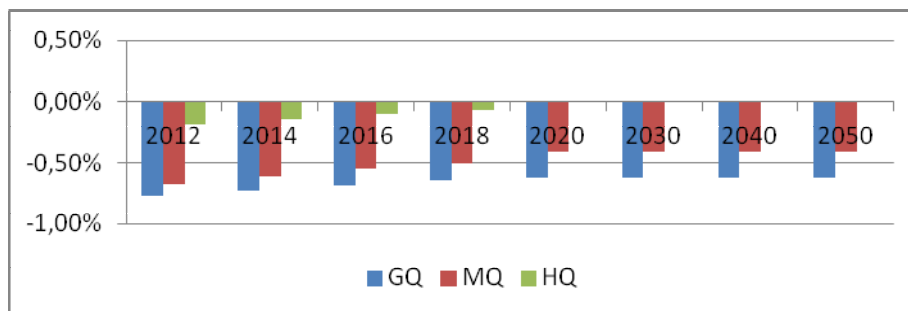
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Eine weitere Veränderung betrifft das Lohnniveau, welches in Abbildung 73 dargestellt ist. Die stärkste prozentuelle Steigerung betrifft die mittlere Qualifikationsstufe (MQ), gefolgt von den gering Qualifizierten (GQ). Diese Steigerung des Lohnniveaus kann vor allem aus dem erhöhten Bedarf an Arbeitskräften abgeleitet werden. Der Reallohn der hoch Qualifizierten steigt in diesem Szenario ebenfalls, wenn auch, entsprechend der Struktur der zusätzlichen Arbeitskräftenachfrage, geringer als jener von gering und mittel Qualifizierten. Ab dem Jahr 2020 sinkt der Reallohn für Hochqualifizierte, wenn auch nur sehr geringfügig, und bleibt konstant bis 2050.

Abbildung 73: Veränderung des Reallohniveaus

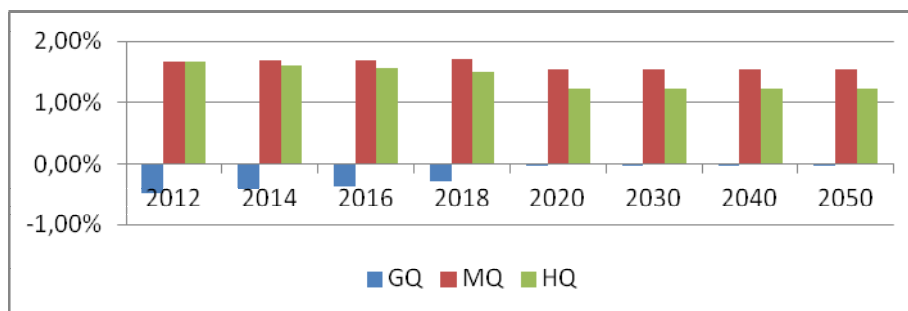
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Weiters muss auch der in Abbildung 74 gezeigte Fluss zwischen Arbeitslosen und Erwerbstätigen berücksichtigt werden. Die Veränderung in der Arbeitslosenquote in Prozentpunkten ist für gering qualifizierte Arbeitskräfte am stärksten ausgeprägt, vor allem, da diese von einem höheren Basiswert ausgehen, und sich somit relative Veränderungen stärker niederschlagen (die Arbeitslosenrate der gering Qualifizierten betrug im Basisjahr 2005 ca. 10,2 Prozent, jene der mittel Qualifizierten ca. 4,4 Prozent und jene der hoch Qualifizierten ca. 2,7 Prozent). Die Arbeitslosigkeit für Hochqualifizierte sinkt, obwohl deren Beschäftigung in Summe sinkt, wie in Abbildung 72 dargestellt. Dies hängt mit einer Verknappung des Arbeitsangebots der hochqualifizierten Haushalte zusammen, welches mit ihrem gestiegenen Kapitaleinkommen zusammenhängt.

Abbildung 74: Änderung der Arbeitslosenrate in Prozentpunkten (pp)

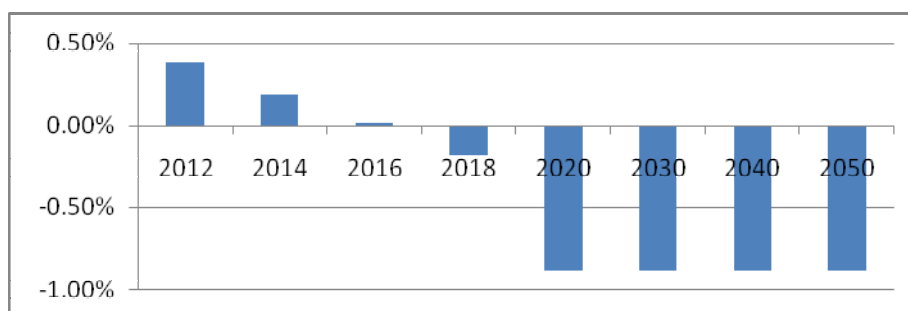
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

In Abbildung 75 ist die Veränderung des Gesamtkonsums (alle Produkte) für die verschiedenen Qualifikationsgruppen abgebildet. Auch hier steigt der Konsum der mittel Qualifizierten im Aggregat relativ gesehen am stärksten an, gefolgt von jenem der hoch Qualifizierten. Der Konsum der gering Qualifizierten sinkt für alle Perioden, wenn auch die Rückgänge mit der Höhe der Investition immer geringer ausfallen. Dieser Rückgang des Konsums ist vor allem auf die vergleichsweise niedrigeren Kapitaleinkommen der gering Qualifizierten und auf geringere absolute Lohnsteigerungen (ausgehend von einem niedrigen Durchschnittslohnniveau) zurückzuführen, denen weitaus höhere Steigerungen bei den Güterpreisen gegenüberstehen. Somit können sich gering Qualifizierte, trotz gestiegener Beschäftigung und der Investitionen des Staates, in Summe weniger Konsum leisten als davor.

Abbildung 75: Veränderung des Konsumniveaus

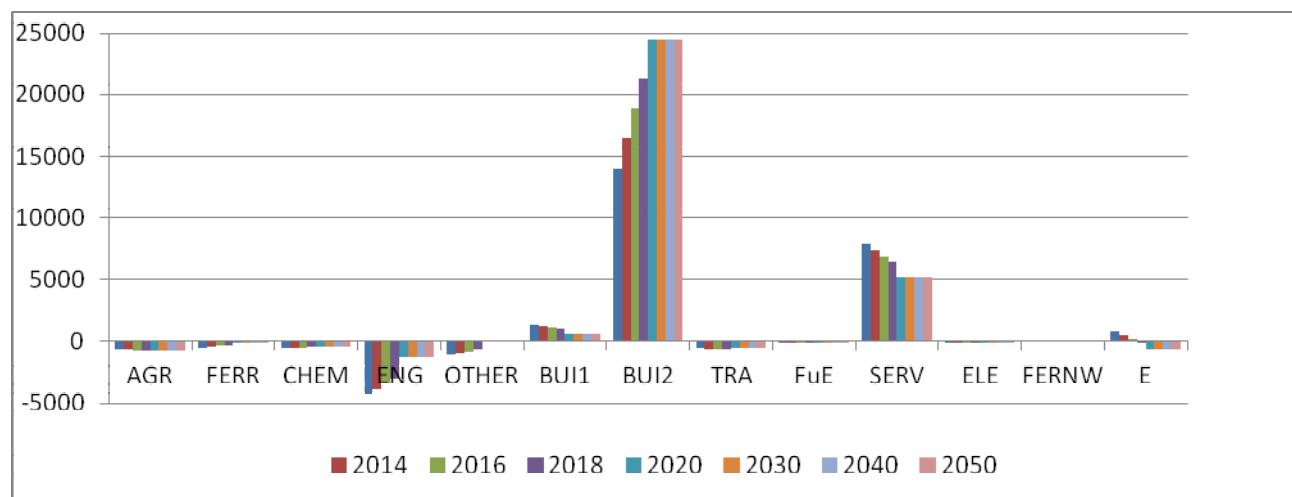
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Aus Abbildung 76 ist ersichtlich, dass der Konsumpreis (im Modell ein Aggregat für die drei Qualifikationsgruppen) durch die Subventionierung der Gebäudesanierung von den Jahren 2012 bis 2016 leicht ansteigt, immer weniger im Laufe der Perioden, und ab dem Jahr 2018 fällt. Betrachtet man die Produzentenpreise in den Sektoren vor der Subventionierung so geht aus dem Modell hervor, dass der Konsumpreis durch die staatlichen Zuschüsse zu den Sanierungsmaßnahmen im Aggregat für die Qualifikationsgruppen ab dem Jahr 2018 niedriger wird, obwohl die Marktpreise steigen.

Abbildung 76: Änderung des Konsumpreises

Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

So profitieren ab dem Jahr 2018 sowohl Produzenten als auch die Konsumenten (Haushalte): ein höheres Produktionsniveau (siehe Abbildung 78) schafft zusätzliche Arbeitsplätze, der Reallohn steigt für die meisten Haushalte (ausgenommen jener der hoch Qualifizierten ab 2014, siehe Abbildung 73). Trotz dieser Auswirkungen kommt es zu einer Verbilligung des Konsums im Aggregat durch die Förderung des Staates. Aufgrund des gestiegenen Einkommens der Haushalte und des zusätzlichen Konsums und der zusätzlichen Produktion in der Wirtschaft wirkt die Refinanzierungsmaßnahme nur in geringem Ausmaß dämpfend auf die wirtschaftliche Entwicklung.

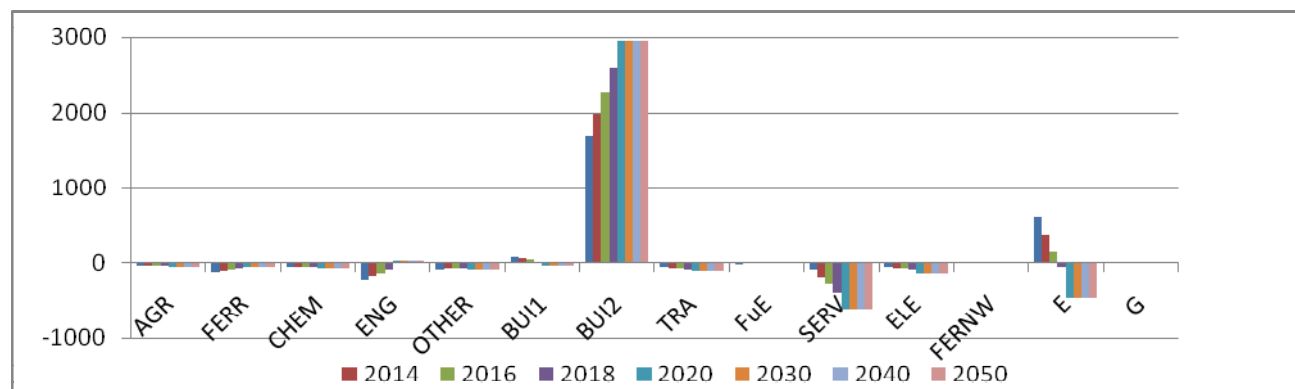
Abbildung 77: Strukturwandel am Arbeitsmarkt (in VZÄ)

Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Abbildung 77 zeigt den damit verbundenen Strukturwandel am Arbeitsmarkt. Wie aus der Anlage des Szenarios zu erwarten war, steigt vor allem der Arbeitsbedarf im Sektor Bauinstallationen, Ausbau und Bauhilfsgewerbe (BUI2) mit insgesamt zwischen ca. 14.000 Arbeitsplätzen (AP) (2012, ca. 3,3 Mrd. € an Investitionen) und ca. 24.500 AP (Zeitraum von 2020 bis 2050, ca. 5,5 Mrd. € an Investitionen).

Die Bewegungen in der Beschäftigung in den anderen Sektoren spiegeln die verzerrende Wirkung durch die Energiesteuer, vor allem jene für Unternehmen, wider. Die durch die Verteuerung des Energieinputs für die Unternehmen bewirkte starke Erhöhung der Produzentenpreise, eine dadurch wiederum verursachte Verschiebung in der Import-Export-Struktur der Wirtschaft, die sich in der Folge auf den Zinssatz auswirkt, bewirkt somit indirekt eine Substitution der Firmen weg vom Faktor Kapital hin zum Faktor Arbeit.

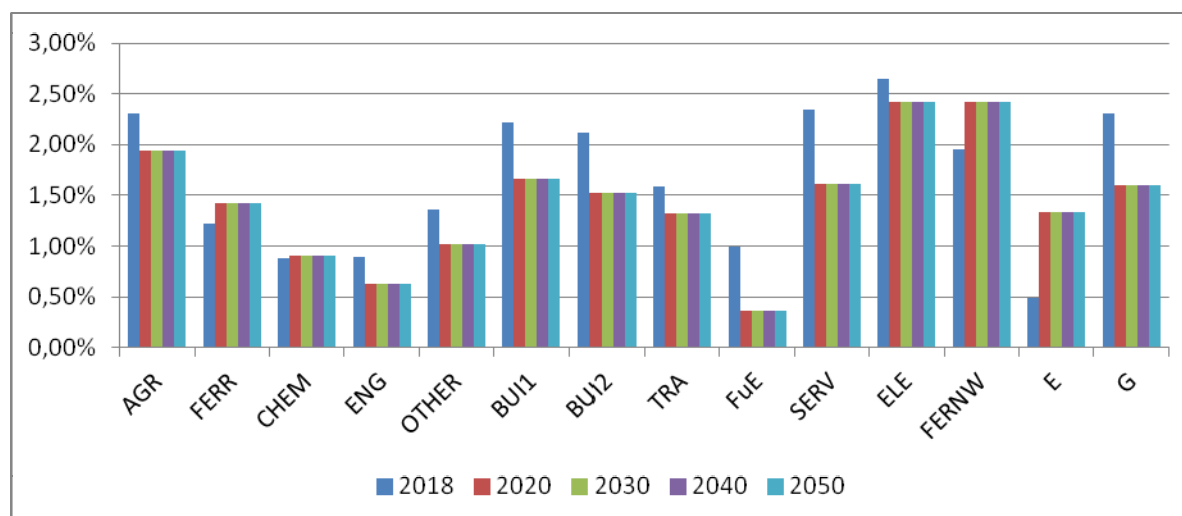
Abbildung 78: Veränderung des sektoralen Aufkommens an Gütern (in Mio. Euro)



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Im beschäftigungsintensiven Dienstleistungssektor bewirkt dies eine Steigerung der sektoralen Beschäftigung trotz eines (prozentuell betrachtet) leichten Rückgangs des sektoralen Aufkommens und der Güter (siehe Abbildung 78). Dieser Effekt hat in den anderen Sektoren, die weniger beschäftigungsintensiv sind, kaum Auswirkungen; hier bewegen sich die Arbeitsmarkteffekte in etwa parallel zu den Veränderungen im Produktionsniveau. Der Sektor für fossile Energien (E) erfährt zuerst eine Steigerung in seiner Produktion, welche durch den zusätzlichen Haushaltskonsum verursacht wird (eine neu eingeführte Energiesteuer für Unternehmen entlastet die Haushalte relativ zur Steuer im Anfangsgleichgewicht).

In Abbildung 79 kann die starke Erhöhung der Produzentenpreise, die durch die zusätzliche Energiesteuer entsteht, gut abgelesen werden. Diese steigen um bis zu 2,5 Prozent und in fast allen Sektoren mindestens um 1 Prozent. In jenen Sektoren, in denen die Preissteigerung im Jahr 2012 auf einem hohen Niveau beginnt, fällt sie bis 2020 (geringfügig) ab, in jenen, in denen sie auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau beginnt, nimmt sie tendenziell zu, beispielsweise bei den fossilen Energieträgern (E), in der metallverarbeitenden Industrie (FERR) oder in der chemischen Industrie (CHEM). Der letztere Effekt lässt sich durch die zunehmende Steuerlast auf den Faktor Energie für die Unternehmen erklären: für energieintensive Sektoren wie die zuletzt genannten bewirkt die Steigerung der Energiepreise eine Verteuerung ihrer Produktion, während der Energiesektor selbst die Steuererhöhungen teilweise auf erhöhte Preise überwälzt, um die Produktion rentabel zu halten.

Abbildung 79: Veränderung der Produzentenpreise in Prozent

Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

10.1.5 Zusammenfassung Gebäudesanierungsszenario

Insgesamt entstehen durch die Förderung der Gebäudesanierung zwischen ca. 16.240 Arbeitsplätze (AP) in Vollzeitäquivalenten (2012) und ca. 26.590 AP (2020 bis 2050) fast ausschließlich im Bausektor, während in den restlichen Sektoren, die nicht als Zulieferbetriebe für die Bauwirtschaft fungieren, tendenziell Arbeitsplätze verloren gehen. Lediglich der Dienstleistungssektor weist hier leicht positive Effekte auf, insgesamt ergibt sich so ein stabiler Zuwachs durch indirekte Beschäftigungseffekte. Auch betrifft die Steigerung an AP vor allem gering und mittel Qualifizierte, hoch qualifizierte Jobs gehen tendenziell zurück.

Insgesamt sinkt die Arbeitslosenrate für gering und mittel Qualifizierte beträchtlich, insbesondere für gering Qualifizierte, während sie für hoch Qualifizierte nur geringfügig zurückgeht. Der Rückgang der Arbeitslosenquote für hoch Qualifizierte Haushalte trotz eines Rückgangs der absoluten Beschäftigungszahlen ist auf einen Rückgang des Arbeitsangebots dieser Haushalte zurückzuführen.

Insgesamt handelt es sich bei obiger Szenario-Darstellung um eine obere Abschätzung der durch Gebäudesanierung entstehenden Beschäftigungseffekte. Friktionen und Umschulungseffekte für Arbeitsplätze sowie weitere Verzögerungen in der Abstimmung zwischen Arbeitsnachfrage und -angebot würden oben erhaltene Zahlen mit großer Wahrscheinlichkeit senken.

Box 1: Kurzzusammenfassung der Effekte der Förderung von Gebäudesanierung

Eine Investition in den Bereich der Gebäudesanierung mittels staatlicher Förderung hat klar positive Effekte auf die Beschäftigung. Die Effekte auf das BIP sind erst ab dem Jahr 2020 positiv, was vor allem mit der veränderten Struktur von Importen und Exporten und der damit verbundenen Entwicklung des Zinssatzes zusammenhängt. Des Weiteren steigen der Konsum sowie das Lohnniveau und die Beschäftigungszahlen mit dem Investitionsvolumen an. Der aggregierte Konsumpreis der Haushalte sinkt aufgrund der Subventionen, trotz einer Steigerung der Produktionspreise der sektoralen Güter ab dem Jahr 2018. Diese Kombination aus niedrigeren Konsumpreisen und höherem Produktionsniveau bei gleichzeitiger Refinanzierung der staatlichen Ausgaben wirkt sich in der Folge positiv auf die wichtigsten wirtschaftlichen Indikatoren (BIP, Beschäftigung, Konsum, Löhne u.a.) aus.

10.1.6 Refinanzierungsvergleich für Gebäudesanierungsszenario

Im Folgenden wurden einander für das Gebäudesanierungsszenario 5 alternative Szenario-Varianten gegenübergestellt, die die Auswirkungen von verschiedenen politischen Instrumenten untereinander vergleichen. Es wird dabei exemplarisch ein Gesamtinvestitionsbetrag von ca. 5,5 Mrd. € für das Jahr 2050 angenommen, da hier die höchsten Beschäftigungseffekte zu erwarten sind und somit eine Untersuchung der Refinanzierungswirkungen die größten Unterschiede in der Ausprägung der Effekte liefert.

Für alle 5 Szenario-Varianten wurde der eingeführte Hebel von 1:4 beibehalten, d.h. 80 Prozent der Investitionen in Wärmedämmung werden von den privaten Haushalten getragen (d.h. im Modell als Pauschalbetrag vom Einkommen der Haushalte dem Staat zugeführt), 20 Prozent beträgt die staatliche Förderung.

Die Wohnbauförderungs-Refinanzierungsvarianten setzen sich wie folgt zusammen:

- Refinanzierung durch eine Erhöhung der Konsumsteuer für die Haushalte
- Lohnsteuer: Die staatlichen Förderungen der Wärmedämmung werden mit einer progressiven Steuererhöhung auf das Arbeitseinkommen der Haushalte wieder eingebracht.
- Kapitalsteuer: Refinanzierung über eine zusätzliche Steuer auf das Kapitaleinkommen der Haushalte
- Refinanzierung in Form einer Energiesteuer auf den Energiekonsum von Haushalten und Unternehmen
- Refinanzierung in Form einer Erhöhung der Energiesteuer auf den Energiekonsum der Haushalte

In Tabelle 17 sind die Ergebnisse überblicksmäßig dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

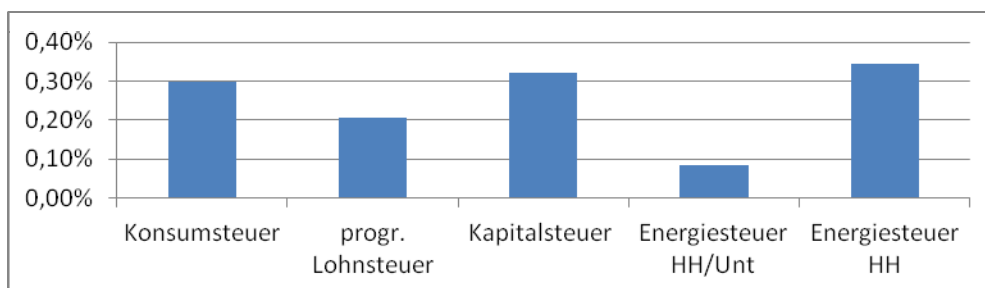
Tabelle 17: Übersicht der Refinanzierungsvarianten für die Gebäudesanierung (2020)

	Konsumsteuer	Lohnsteuer	Kapitalsteuer	Energiesteuer HH/Unternehmen	Energiesteuer HH
BIP (Veränderung in Prozent)	0.30%	0.20%	0.32%	0.08%	0.35%
Zusätzliche Jobs (VZÄ)	27,458	18,614	32,634	26,591	30,729
Veränderung der Arbeitslosenquote in (pp)	-0.17%	-0.02%	-0.34%	-0.36%	-0.38%

Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Wie man aus Tabelle 17 und Abbildung 80 ersehen kann, steigt das Bruttoinlandsprodukt bei einer Refinanzierung mittels Energiesteuer für die Haushalte am stärksten an. Dies kann vor allem durch die Wirkung einer Kapitalsteuer auf den Faktor Kapital erklärt werden: wird dieser verteuert, wird der Faktor Kapital durch andere Produktionsfaktoren substituiert, u.a. durch Arbeit, aber auch durch Materialvorleistungen. So hat die Kapitalsteuer-Refinanzierungsvariante zwar mit ca. 32.630 Jobs die höchsten Beschäftigungseffekte, fällt bei der Wirkung des BIP jedoch leicht hinter die Energiesteuer-Haushalte-Refinanzierungsvariante zurück.

Abbildung 80: Veränderung des BIP unter verschiedenen Refinanzierungsszenarien

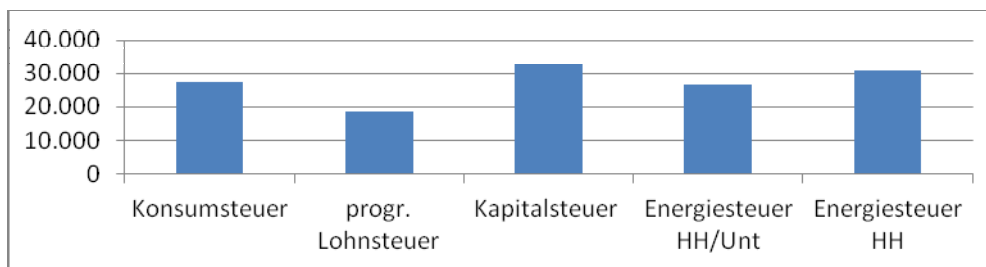


Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Von den Steuer-Refinanzierungsszenario-Varianten liefert eine Erhöhung bzw. Einführung einer Kapitalsteuer (welche im Modell von 0 Prozent auf ca. 1 Prozent erhöht wird) die zweitstärksten Effekte für BIP und die höchsten Arbeitsmarkteffekte. Dies liegt u.a. wie oben beschrieben daran, dass eine relative Verteuern des Produktionsfaktors Kapital selbstverständlich eine relative Reduktion des Preises für Arbeit bedeutet, und somit tendenziell Kapitalinput durch Arbeitsinput substituiert wird. Die Kapitalsteuer hier wurde auf das Vermögen der Haushalte eingehoben, die Firmen sind nur indirekt dadurch betroffen, dass der Einkommensverlust der Haushalte eine gewisse Reduktion des Kapitalangebots und des Konsums beinhaltet. Es muss hier allerdings berücksichtigt werden, dass in diesem Modell keine

Möglichkeit von Kapitalflucht ins Ausland besteht, d.h. der Gesamtbestand an Kapital wird im Basisjahr besteuert und kann nicht ins Ausland transferiert werden.

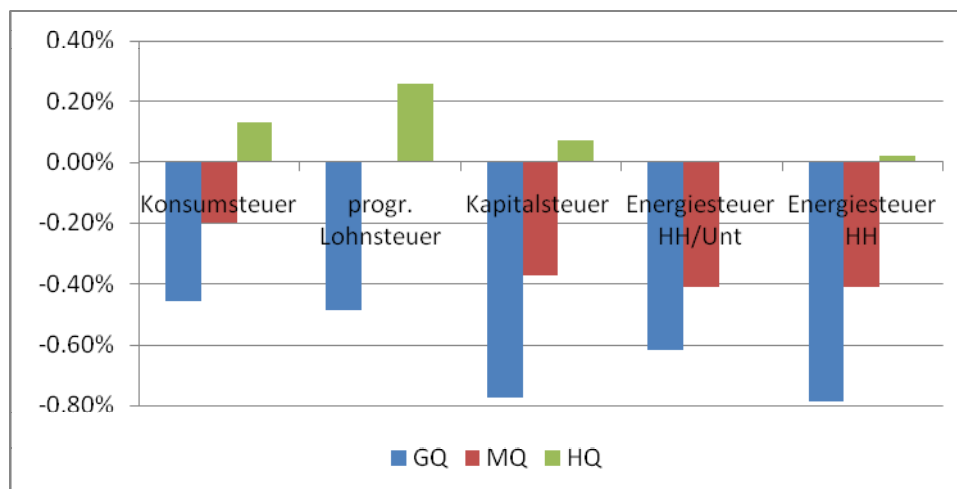
Abbildung 81: Zusätzliche Beschäftigung bei verschiedenen Refinanzierungen (in VZÄ)



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Eine Erhöhung der Energiesteuer bringt zwar um ca. 1.900 Jobs weniger als das Kapitalsteuerszenario, hat jedoch, wie aus Abbildung 82 hervorgeht, die höchsten Auswirkungen auf die Arbeitslosenrate, wenn auch nur geringfügig mehr Reduktion als im Kapitalsteuerszenario. Dies kann auf das geänderte Arbeitsangebotsverhalten zurückgeführt werden, welches sich aus einem erhöhten Kapitaleinkommen vor allem für mittel und hoch qualifizierte Arbeitskräfte erklärt.

Abbildung 82: Veränderung der Arbeitslosigkeit (in Prozentpunkten)



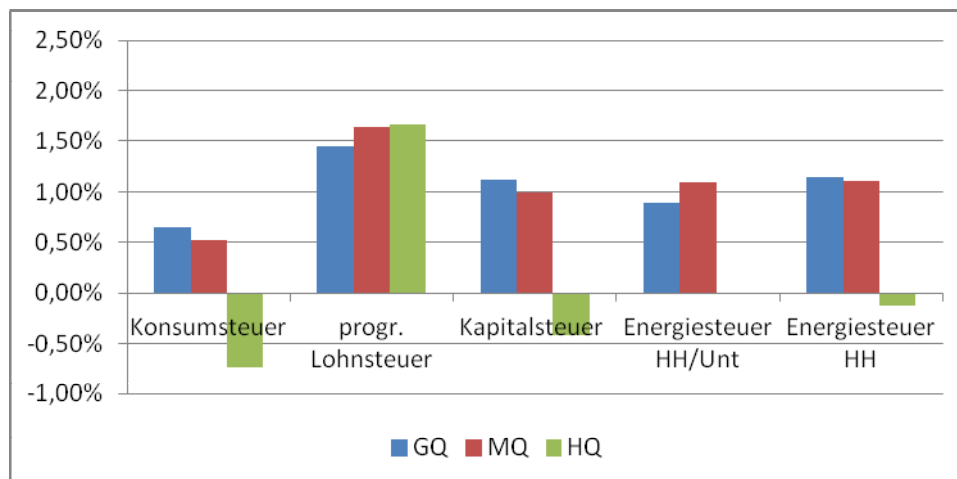
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Aus diesem Grund drängen insgesamt weniger Menschen auf den Arbeitsmarkt (siehe Abbildung 82), und trotz höherer Gesamtbeschäftigungseffekte im Kapitalsteuerszenario sinkt so die Arbeitslosenrate im Energiesteuerszenario für die Haushalte am stärksten.

Wie schon in Szenarien der Gebäudesanierung 2010 – 2050 steigt die Arbeitslosigkeit der hoch Qualifizierten tendenziell an. Dieses Phänomen ist wie schon erwähnt vor allem auf die Beschäftigungsstruktur im Bausektor zurückzuführen. In Abbildung 83 ist die korrespondierende Veränderung des Reallohns zu sehen. Interessanterweise steigt der Reallohn in der progressiven Lohnsteuerszenario-Variante am stärksten an. Dies liegt, wie schon im Refi-

finanzierungsvergleich für Wärme beschrieben, an der Verzerrung durch die Lohnsteuer, da wir hier den Reallohn vor Steuern betrachten. Da die hoch Qualifizierten den höchsten Lohnsteuersatz abführen, steigt zwar deren Reallohn vor Steuern, aber die Arbeitslosigkeit steigt ebenfalls. Der Effekt der Lohnkurve wird also durch die erhöhten Steuern mehr als kompensiert und führt zu einer erhöhten Arbeitslosigkeit bei den hoch Qualifizierten.

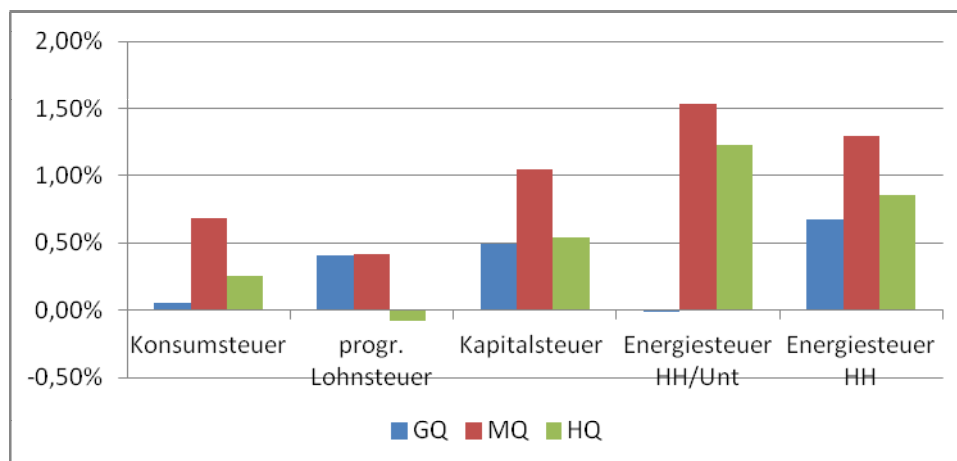
Abbildung 83: Veränderung des Reallohniveaus nach Qualifikationsgruppen



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

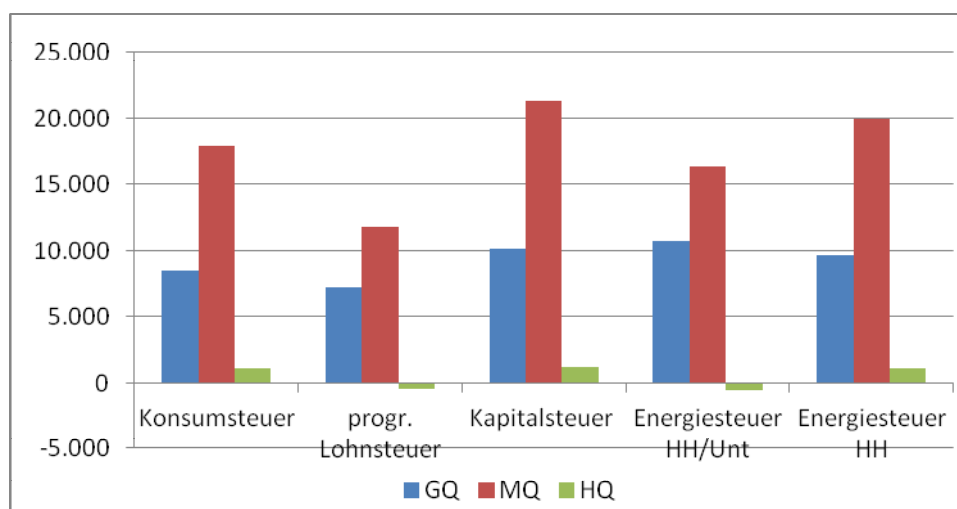
Die in Abbildung 84 dargestellte Veränderung des Konsumniveaus liefert sehr verschiedene Bilder für die einzelnen Szenario-Varianten. In der Konsumsteuer-Variante wird der zusätzliche Konsum aller Qualifikationsgruppen durch die zusätzliche Konsumbesteuerung gedämpft. In der progressiven Lohnsteuerszenario-Variante sinkt der Konsum der Hochqualifizierten, da sie im größten Ausmaß von der zusätzlichen Steuerlast getroffen werden. In der Kapitalsteuerszenario-Variante erhöht sich der Konsum der mittel Qualifizierten mehr als für die anderen Ausbildungsgruppen, da diese bei Beschäftigung und erhöhtem Kapitaleinkommen am stärksten profitieren.

Im Szenario „Energiesteuer Haushalte/Unternehmen“ bleibt der Konsum der niedrig Qualifizierten auf demselben Niveau, da diese Gruppe zwar die stark angezogenen Güterpreise für nicht subventionierte Güter zahlen muss (Abbildung 89), jedoch in geringerem Ausmaß vom durch den Zinssatz gestiegenen Kapitaleinkommen profitiert als mittel- und hochqualifizierte Haushalte. Im Szenario „Energiesteuer HH“ steigt der Konsum am stärksten an, da hier der Konsum weder durch starke Preiserhöhungen noch starke Steuerbelastungen abseits von fossilen Energien gedämpft wird.

Abbildung 84: Veränderung des Konsumniveaus nach Qualifikationsgruppen

Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

In Abbildung 85 ist die Veränderung der Beschäftigung nach Qualifikationsgruppen aufgeschlüsselt. Wie schon in den vorigen Szenarien 2010 – 2050 steigt die Arbeitsnachfrage nach gering und mittel qualifizierten Arbeitskräften aufgrund der sektoralen Beschäftigungsstruktur am stärksten, während sich die Beschäftigung der hoch Qualifizierten, je nach Szenario, nur leicht erhöht oder sogar verringert.

Abbildung 85: Veränderung der Beschäftigung nach Qualifikationsgruppen

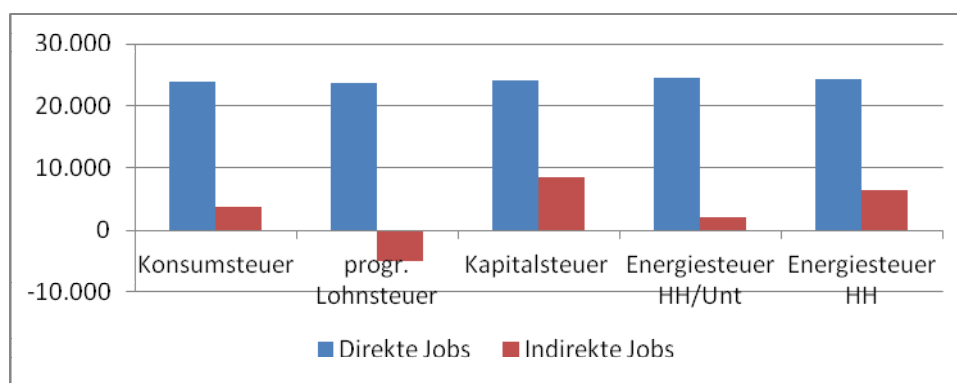
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Die Struktur der direkten Jobs (im geförderten Sektor, hier Bauinstallation und vorstellende Bauarbeiten) und der indirekten Jobs (Veränderungen in allen anderen Sektoren) wird in Abbildung 86 dargestellt. Der entscheidende Unterschied liegt hier darin, wie viele Arbeitsplätze in den anderen Sektoren entstehen oder verloren gehen. Die direkten Effekte im Bausektor bleiben in etwa gleich (zwischen ca. 23.800 und ca. 24.500 AP), da hier immer dieselbe Summe investiert wird, was wiederum zu ähnlichen Produktionssteigerungen führt.

Je nach Belastung des Faktors Arbeit verschieben sich durch Substitutionseffekte und die relative Verteuerung des Faktors Arbeit die sektoralen Beschäftigungsverhältnisse. Ein negativer indirekter Beschäftigungseffekt ist lediglich für die progressive Lohnsteuer-Szenario-Variante zu bemerken (eine Verringerung um ca. 5.000 Jobs in den anderen Sektoren). Für die anderen Szenarien gibt es durchwegs positive indirekte Effekte, zwischen ca. 2.100 AP in der Energiesteuer HH/Unt.-Variante bzw. um bis zu ca. 8.560 Jobs in der Kapitalsteuer-Variante.

Hier kommen auch mögliche Friktionen am Arbeitsmarkt ins Spiel: die zuvor in anderen Sektoren Beschäftigten müssen eventuell umgeschult werden oder treten aus dem Arbeitsmarkt aus. Daher sind die hier präsentierten Nettoeffekte auch immer als obere Abschätzung zu betrachten.

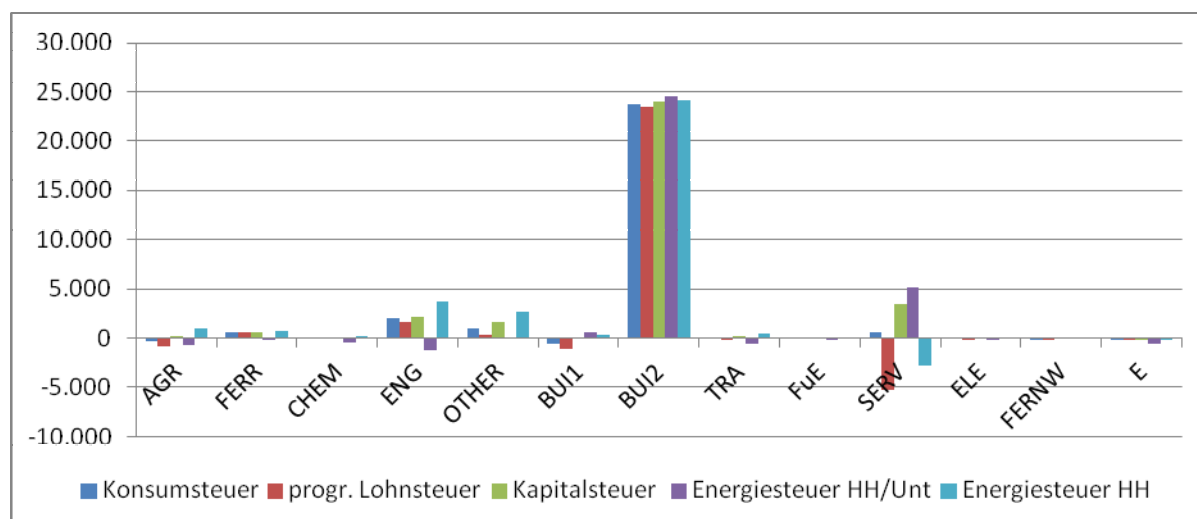
Abbildung 86: Direkte und indirekte Jobs (in VZÄ)



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Die Verschiebungen der sektoralen Beschäftigungsstruktur sind in Abbildung 87 näher dargestellt. Man kann klar sehen, dass die größte Steigerung an Arbeitsplätzen im Sektor Bauinstallationen, Ausbau und Bauhilfsgewerbe stattfindet (Sektor BUI2 unten).

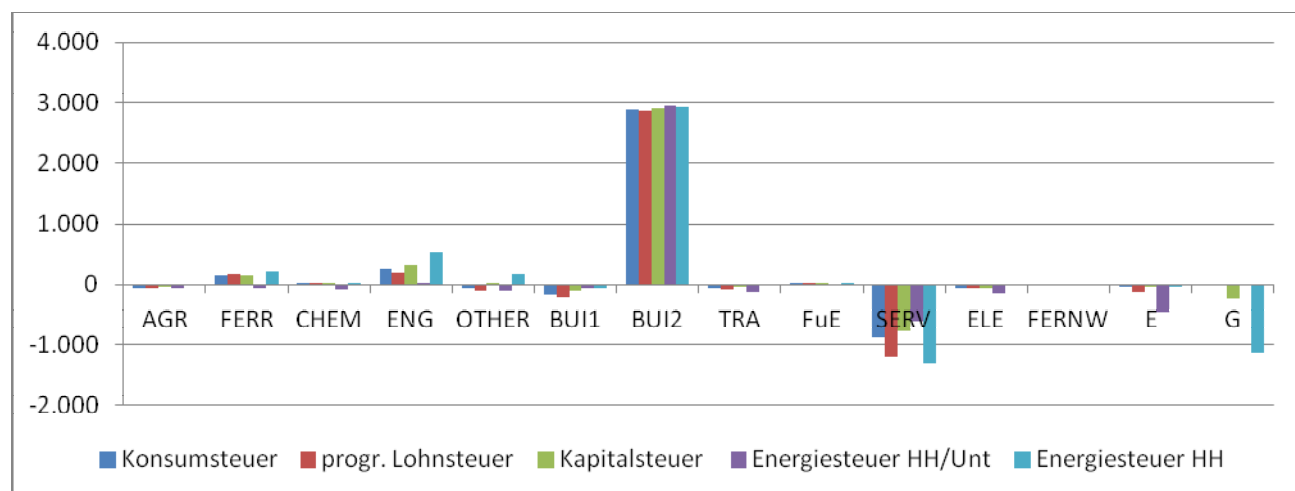
Abbildung 87: Sektoraler Strukturwandel am Arbeitsmarkt (in VZÄ)



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Alle anderen Sektoren weisen tendenziell ebenfalls leichte Beschäftigungszuwächse auf, nur in der progressiven Lohnsteuerszenario-Variante sowie in der Haushaltsenergiesteuerszenario-Variante weist der Dienstleistungssektor negative Beschäftigungswirkungen von einer Verringerung bis zu ca. 5.000 Jobs aus. Im Fall einer zusätzlichen Lohnsteuer liegt diese Wirkung an der Verteuerung des Faktors Arbeit gegenüber anderen Produktionsfaktoren und wird so substituiert. Im Falle der Energiesteuer für HH liegt das an einer oberen Schranke für die Steuer, die im Modell implementiert wurde: um übermäßige Belastung des Haushaltskonsums von Energie zu vermeiden, wurde ein Höchststeuersatz von 100 Prozent gesetzt. Sobald dieser erreicht wird, verringert der Regierungsagent seinen Konsum (d.h. seine Ausgaben), was sich auf den Dienstleistungssektor, an den mehr als 95 Prozent der Staatsausgaben gehen, am stärksten auswirkt. Dieser Effekt tritt auch in der Kapitalsteuerszenario-Variante ein: hier wurde ein Höchststeuersatz von 10 Prozent angenommen, der auch erreicht wird. Auch hier verringert der Staat seinen Konsum (siehe Abbildung 88), wenn auch nur geringfügig. Dass im Kapitalsteuerszenario der Dienstleistungssektor trotzdem positive Beschäftigungseffekte aufweist, liegt vor allem an der relativen Verbilligung des Faktors Arbeit gegenüber dem Faktor Kapital.

Abbildung 88: Veränderung im Aufkommen an Gütern pro Sektor (in Mio. Euro)



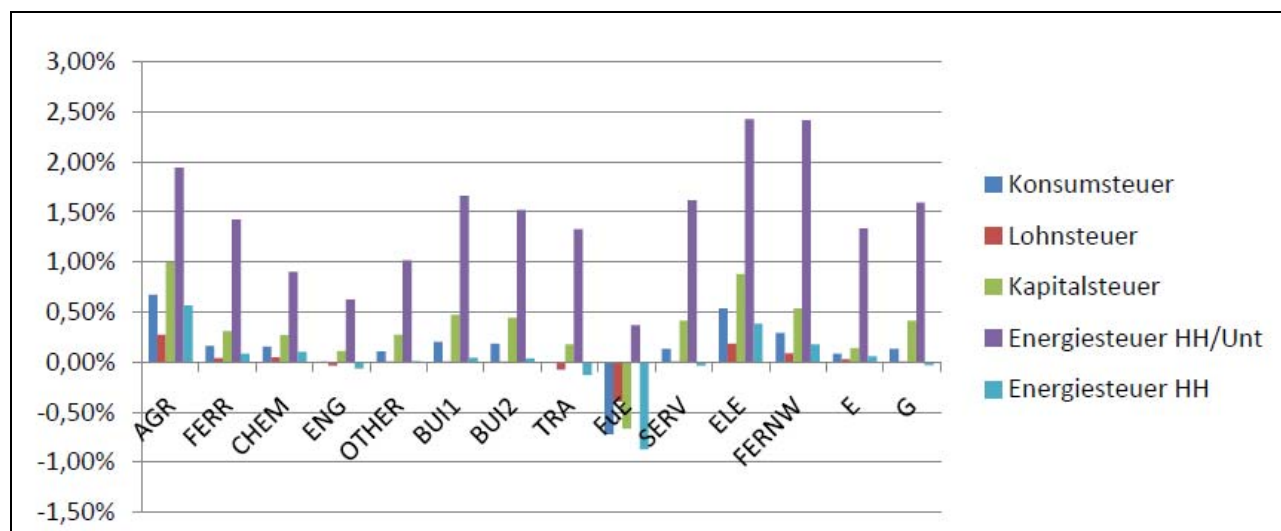
Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Man kann aus Abbildung 88 weiteres feststellen, dass sich die Veränderung des sektoralen Aufkommens an Gütern in etwa parallel zu den Beschäftigungseffekten verhält. Die einzige signifikante Gegenbewegung kann beim Dienstleistungssektor festgestellt werden, für die Varianten Konsumsteuer, Kapitalsteuer und Energiesteuer HH. Die letzten beiden Varianten wurden oben bereits diesbezüglich erläutert, für die Konsumsteuer-Variante erklärt sich dieser Sachverhalt aus der zusätzlichen Konsumsteuer, die eine Verringerung des Konsums bei den Haushalten bewirkt. Da der Dienstleistungssektor zudem von den zusätzlich benötigten Vorleistungen, die durch die Investitionen in Gebäudesanierung die Produktion in potenziell-

len Zulieferindustrien durch indirekte Effekte steigen lässt, profitiert, geht sein Produktionsniveau zurück.

Insgesamt ergibt sich aber ein klares Plus im Güteraufkommen: die ausgewiesenen Produktionssteigerungen im Sektor Bauhilfsgewerbe (Sektor BUI2) mit einem Plus von bis zu 2,95 Mrd. € (Energiesteuer HH - Variante) werden durch negative Effekte in den anderen Sektoren nicht aufgewogen, insgesamt ergibt sich für jedes Szenario eine Gesamterhöhung des sektoralen Aufkommens an Gütern.

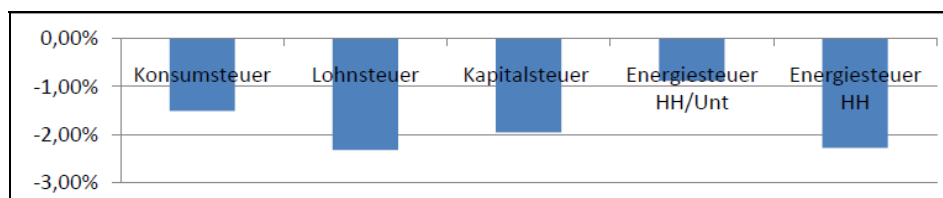
Abbildung 89: Veränderung der Produzentenpreise (in %)



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Die in Abbildung 89 dargestellten Preisveränderungen zeigen, dass die Steuer auf den Energie-Intermediärkonsum der Unternehmen die stärksten Preiseffekte aufweist. Für die anderen Szenario-Varianten ergeben sich lediglich moderate Preisveränderungen. Hier fällt lediglich auf, dass sich der Preis für Forschung und Entwicklung aufgrund der Verschiebungen in der Vorleistungsstruktur der Wirtschaft für alle Varianten außer der Energiesteuer HH/Unt. Variante nach unten entwickelt. Dies hat im gesamtwirtschaftlichen Gleichgewicht jedoch eine vergleichsweise geringe Bedeutung.

Abbildung 90: Änderung der Verbraucherpreise (in %)



Quelle: Eigene E3 AM Modellberechnungen

Wie aus Abbildung 90 hervorgeht, wirkt die gleichzeitige Förderung des Staates für den Konsum von Gütern zur Bereitstellung von Wärmedämmungsmaßnahmen für Gebäude stark auf die Verbraucherpreise: obwohl die Produzentenpreise steigen, sinkt der gewichtete Verbrau-

cherpreisindex für die Haushalte beträchtlich, teilweise um mehr als 2 Prozent (Lohnsteuer-Variante und Energiesteuer HH-Variante).

10.1.7 Zusammenfassung der Refinanzierungsvergleiche

Eine Steigerung der Sanierungsrate von 1,2 Prozent auf 3 Prozent im Jahr 2020 und konstant bleibend auf 3 Prozent bis 2050 bedingt umfassende Investitionen. Diese Ausgaben können über verschiedene Varianten zurückgezahlt werden. Im Modell wird zwischen einer Konsum-, Lohn-, Kapital-, Energiesteuer für Haushalte und Unternehmen sowie einer Energiesteuer gezahlt von den Haushalten unterschieden. Vergleicht man die unterschiedlichen Refinanzierungsvarianten zeigt sich, dass das BIP bei allen Varianten ansteigt. Die höchsten Arbeitsmarkteffekte werden im Kapitalsteuerszenario generiert. Eine Verteuerung des Inputs Kapital verbilligt relativ gesehen den Faktor Arbeit. Dadurch entstehen bei einer Refinanzierung der Investitionen über eine Kapitalsteuer in diesem Szenario die absolut höchsten Beschäftigungseffekte.

Der Konsum steigt am stärksten im Szenario der Besteuerung des fossilen Energieverbrauchs der Haushalte (Energiesteuer HH). In dieser Variante entstehen abseits der Besteuerung der fossilen Energie für die Haushalte keine zusätzlichen Steuerbelastungen und es kommt gleichzeitig zu keinen starken Preiserhöhungen. Betrachtet man die Beschäftigungsstruktur so zeigt sich, dass die Beschäftigung für die Mittel- und Hochqualifizierten am stärksten ausgeweitet wird. Dieses Ergebnis bildet vor allem die Beschäftigungsstruktur des Bausektors und auch dessen zuliefernder Sektoren ab.

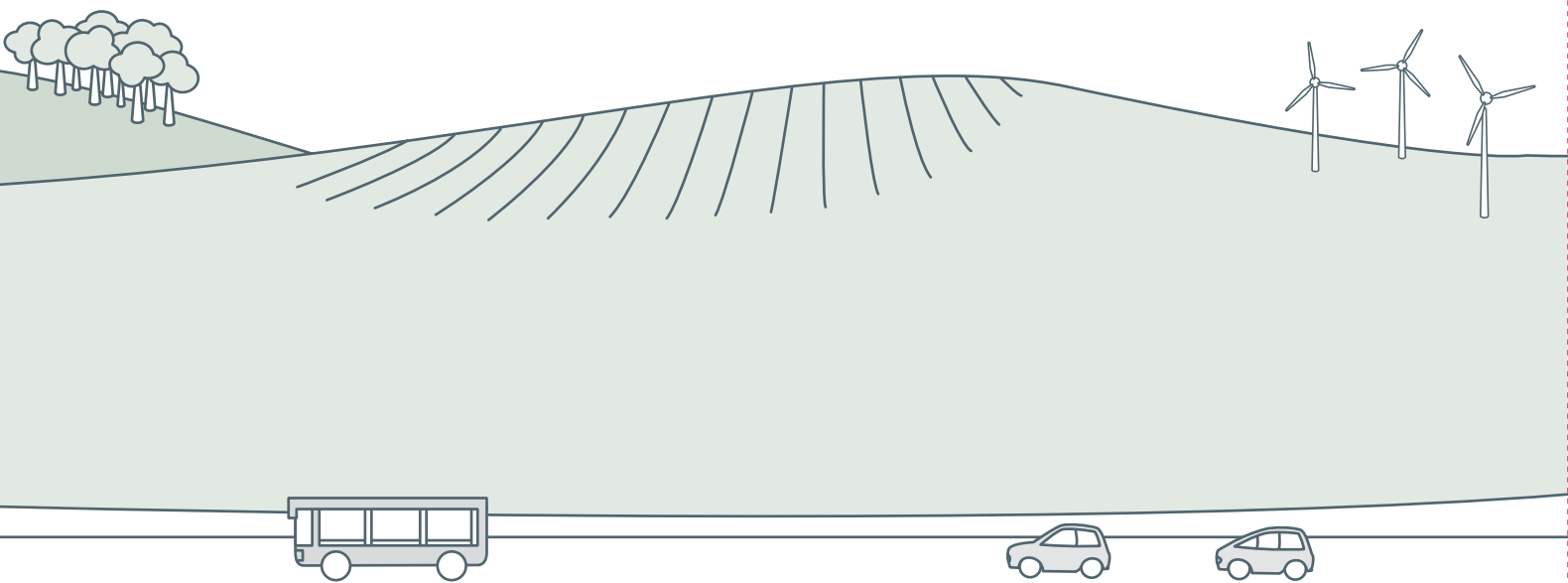
Autoren: Markus Bliem, Beate Friedl, Todor Balabanov, Irina Zielinska

Titel: Energie [R]evolution Österreich 2050

Projektbericht/Research Report

© 2011 Institute for Advanced Studies (IHS),

Stumpergasse 56, A-1060 Vienna • ☎ +43 1 59991-0 • Fax +43 1 59991-555 • <http://www.ihs.ac.at>



GREENPEACE in Central & Eastern Europe

A - 1100 Wien, Fernkorngasse 10

Tel.: (+43) 1 545 45 80

E-mail: service@greenpeace.at

Die Studie steht Ihnen hier auch zum Download zur Verfügung:
www.greenpeace.at/energy-revolution