



Programmsteuerung:
Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)






Volkswirtschaftliche Auswirkungen eines nachhaltigen Energiekonsums

Publizierbarer Endbericht des Projektes e-co

Lisa Bohunovsky, Andrea Stocker, Fritz Hinterberger, Anett Großmann, Marc Ingo
Wolter, Harald Hutterer, Reinhard Madlener

Wien, 1. Juni 2010

Projektdaten

Kurztitel	e-co	
Langtitel	Volkswirtschaftliche Auswirkungen eines nachhaltigen Energiekonsums	
Projektnummer	815621	
Programm/Programmlinie	ENERGIE DER ZUKUNFT 1. Ausschreibung	
AntragstellerIn	SERI Nachhaltigkeitsforschungs- und -kommunikations GmbH [Fritz Hinterberger, Lisa Bohunovsky, Andrea Stocker, Harald Hutterer als Werkvertragsnehmer]	
ProjektpartnerInnen	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforshung mbH (GWS), Osnabrück [Marc Ingo Wolter, Anett Großmann] E.ON Energy Research Center, RWTH Aachen [Reinhard Madlener]	 
Projektdauer	Projektstart: 01.12.2007	Projektende: 31.03.2010

Inhalt

1.	Einleitung.....	5
1.1	Aufgabenstellung	5
1.2	Schwerpunkte des Projektes.....	5
1.3	Einordnung in das Programm	6
1.4	Verwendete Methoden	6
1.5	Aufbau der Arbeit	7
2.1	Status Quo des österreichischen Energiesystems	7
2.2	Szenarien	13
2.2.1	Szenario 1 „Wir nutzen die richtige Energie!“	14
2.2.2	Szenario 2 „Wir nutzen Energie richtig!“	14
2.2.3	Szenario 3 „Wir nutzen Energie bewusst!“	16
2.2.4	Integrationszenario „Wir nutzen die richtige Energie bewusst richtig!“	17
2.3	Kurzbeschreibung des Modells e3.at	17
2.4	Ergebnisse und Schlussfolgerungen	19
2.4.1	Entwicklungen im Referenzszenario: Business-as-Usual (BAU).....	19
2.4.2	Entwicklungen im Szenario 1: „Wir nutzen die richtige Energie“	33
2.4.3	Entwicklungen im Szenario 2: „Wir nutzen Energie richtig“	39
2.4.4	Entwicklungen im Szenario 3: „Wir nutzen Energie bewusst“	48
2.4.5	Entwicklungen im Szenario 4: „Wir nutzen die richtige Energie bewusst richtig“	53
2.4.6	Ergebnisse im Überblick	55
3	Diskussion und qualitative Aspekte.....	60
3.1	Flächenkonkurrenzen und Versorgungssicherheit.....	60
3.2	Akzeptanz der Bevölkerung	60
3.3	Sanierung vs. Verhaltensänderungen.....	61
3.4	Wechselwirkungen zwischen Energieeinsparungen und wirtschaftlicher Entwicklung	62
4	Beschränkungen der Modellierung und weiterer Forschungsbedarf	62
4.1	Soziale Aspekte	63
4.2	Ausgestaltung der Szenarien	63
4.3	Fokus auf den Aspekt des Materialverbrauchs.....	64
4.4	Verkehr.....	64
4.5	Klimaanpassungsstrategien	64
4.6	Weitere Verbesserungsmöglichkeiten des Modells	64

4.7	Weitere Aspekte	65
5	Zusammenfassung und politische Empfehlungen	66
6	Abkürzungen	68
7	Danksagung	69
8	Literaturverzeichnis	70

1. Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Die Entwicklung des österreichischen Energieverbrauchs (Anstieg seit 1970 um mehr als 75 %¹) und der CO₂-Emissionen (Anstieg von 1990 bis 2005 um 18,1 %²) steht den aktuellen energie- und klimapolitischen Zielen der österreichischen Bundesregierung und der EU entgegen, die unter anderem aus folgenden Elementen bestehen (siehe EU Klima- und Energiepaket³):

- Reduktion der Treibhausgasemissionen um 16 % im Vergleich zum Jahr 2005 bis ins Jahr 2020 (ohne Emissionshandel),
- Verringerung des Energieverbrauchs um 20 % unter den für das Jahr 2020 geschätzten Gesamtbedarf,
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch bis 2020 auf 34 %.

Auch wenn der Anteil an erneuerbarer Energie am Bruttoinlandsverbrauch mit 25 % im Jahr 2007 relativ hoch ist, werden rund drei Viertel des heimischen Energieverbrauchs durch fossile Energieträger abgedeckt. Aufgrund geringer heimischer Vorkommen an diesen Brennstoffen hängt die österreichische Energieversorgung zu etwa 70 % von Importen ab. Daher ist auch eine Senkung des Imports fossiler Energieträger eine wesentliche Zielsetzung der österreichischen Energie- und Klimapolitik.

Ob bzw. wie diese Ziele trotz der derzeit zu beobachtenden Trends erreicht werden können, ist Gegenstand des Projekts e-co. Für die Untersuchung der verschiedenen volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines nachhaltigen Energiekonsums wurden verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Schwerpunkten – Ausbau der erneuerbaren Energie, Effizienzsteigerungen und Verbrauchsreduktion durch Verhaltensänderungen – entwickelt.

1.2 Schwerpunkte des Projektes

Das Projekt e-co untersucht mit Hilfe des integrierten Umwelt-Energie-Wirtschaft-Modells „e3.at“ (e3 steht für Environment - Energy - Economy), ob und wie es möglich ist, durch die Änderung des derzeitigen Energiekonsums in Richtung Nachhaltigkeit die aktuellen energie- und klimapolitischen Ziele Österreichs zu erreichen. In diesem Zusammenhang behandelt e-co einerseits die Frage, wie die notwendige, weitreichende und tiefgreifende Umorientierung des österreichischen Energiekonsums aussehen kann und analysiert andererseits die sich daraus ergebenden volkswirtschaftlichen Effekte. Zu beleuchten gilt es sowohl wirtschafts- und gesellschaftspolitisch relevante Fragen, wie die Effekte auf Wirtschaftswachstum, Beschäftigung, Entwicklung des Konsums, also auch umwelt- und energiepolitisch wichtige Aspekte, wie die Entwicklung des Energieverbrauchs, der CO₂-Emissionen sowie des Anteils erneuerbarer Energieträgern am Gesamtenergieverbrauch.

Konkret beschäftigt sich e-co mit den Auswirkungen von Effizienzsteigerungen im Wohnbereich, von Steigerungen des Einsatzes erneuerbarer Energie und von Lebensstilveränderungen welche eine Reduktion des Energieverbrauchs zur Folge haben. Die Studie thematisiert in diesem Sinne

¹ Proidl, H. (2006). Daten über Erneuerbare Energieträger in Österreich. Wien.

² Umweltbundesamt (2007). Umweltsituation in Österreich. Achter Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt, Wien.

³ http://ec.europa.eu/climateaction/index_de.htm

wesentliche Aspekte zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung in einem integrativen Rahmen, indem auch die Wechselwirkungen und Rückkoppelungen zwischen den drei Bereichen adressiert werden.

1.3 Einordnung in das Programm

Da sich das Projekt e-co mit der Entwicklung, Modellierung und Analyse von Szenarien eines nachhaltigen Energiekonsums befasst, die von Effizienzaspekten, dem Einsatz erneuerbarer Energieträger und Energieverbrauchsreduktionen bei privaten Haushalten getragen werden, werden grundlegende Ausrichtungen des Programms „Energie der Zukunft“ (Effizienter Energieeinsatz und Erneuerbare Energien) thematisiert.

Durch die Unterscheidung von verschiedenen Szenarien, lassen sich unterschiedliche Strategien in ihren wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Wirkungen analysieren und ihre Tauglichkeit zur Umsetzung einer nachhaltigen Energiepolitik beurteilen. Dadurch kann das Projekt e-co einen wertvollen Beitrag in Bezug auf die Umsetzung eines nachhaltigen Energiekonsums leisten.

Der in e-co angewandte Prozess der Szenarientwicklung und -modellierung kommt durch den gewählten systemischen Ansatz dem Bedarf nach integrierten Methoden entgegen und unterstützt die Erreichung der Programmziele auf vielfältige Weise (u. a. Sicherung des Wirtschaftsstandorts, Erhöhung der F&E-Qualität, Nachhaltiges Energiesystem, Reduktion der Klimaauswirkungen).

1.4 Verwendete Methoden

Methodisch baut e-co auf der **Entwicklung, Modellierung und Auswertung von mehreren Szenarien** auf, die alle drei Eckpfeiler der Umorientierung des Energiekonsums in Richtung Nachhaltigkeit – d. h. die Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch, die Erhöhung der Energieeffizienz im Wohnbereich, sowie die Reduktion des Energieverbrauchs privater Haushalte durch Verhaltensänderungen – gleichermaßen berücksichtigen. Die Szenarien konzentrieren sich in erster Linie auf die Strom- und Wärmeproduktion. Der Verkehrsbereich wird nur vereinfacht abgebildet (im Szenario zu Erneuerbaren Energieträgern werden Agro-Treibstoffe behandelt, das Verhaltensszenario inkludiert Annahmen zu kleineren, sparsameren PKWs und geringerer Mobilität). Daher ist bei der Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele zu berücksichtigen, dass zusätzlich auch Maßnahmen, die auf den Verkehr wirken (z. B. Roadpricing), einen Beitrag leisten und bedacht werden müssen.

Die Szenarien werden mit dem integrierten **Umwelt-Energie-Wirtschaft-Modell „e3.at“** durchgerechnet, wodurch eine quantitative Beschreibung und Auswertung erfolgen kann. Dieses makro-ökonomische multisektorale Simulationsmodell stellt einen geeigneten Analyserahmen dar, da es die komplexen und vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Wirtschaftszweigen explizit und konsistent berücksichtigt. Dadurch können die Auswirkungen der Szenarien auf Wirtschaft, Beschäftigung, Energieverbrauch und Umwelt detailliert abgebildet werden. Die Simulation der Szenarien ermöglicht es, Gewinner und Verlierer unterschiedlicher Energietechnologien und möglicher politischer Maßnahmen zu identifizieren und dadurch politische Strategien möglichst sozial ausgewogen, ökologisch wirksam und wirtschaftlich rentabel zu gestalten.

Bei der Szenarienanalyse ist zu berücksichtigen, dass nicht alle Aspekte, die in den Szenarien aufgeworfen und diskutiert werden, auch tatsächlich mit dem Modell quantifiziert werden können, wodurch an einigen Stellen ein Bedarf an qualitativen Beschreibungen und Ergänzungen entsteht.

Um die Szenarientwicklung und -modellierung möglichst transparent zu gestalten, wurde der Szenarientwicklungs- und Modellierungsprozess von einem **Stakeholderprozess** begleitet. Die Einbindung von ExpertInnen und Personen, die von den in den Szenarien diskutierten Maßnahmen potentiell betroffen sind, erlaubt, ihr Wissen und ihre Wünsche und Bedürfnisse von Anfang an in die Projektarbeit einzubinden. Ihr Wissen und ihre Erfahrungen halfen bei der Identifikation der wichtigsten Schwerpunktthemen und ihrer konkreten Umsetzung in quantifizierbare Ziele und

Modellvariablen. Durch die Stakeholder-Einbindung in die wissenschaftlichen Arbeitsschritte erhöht sich außerdem die Offenheit und Transparenz der Modellierung, wodurch die Entstehung der Ergebnisse besser nachvollzogen werden kann. Die Einbindung von ExpertInnen- und Stakeholderwissen erhöht auch die Güte der Modellierung, was wiederum in gesteigerter Akzeptanz der Modellierungsergebnisse mündet. Ein erhöhtes Vertrauen in die Modellierung verbessert demnach auch die Möglichkeit der Umsetzung und Verbreitung der empfohlenen Strategien und Maßnahmen in Richtung nachhaltiger Energiekonsum.

Insgesamt nahmen 46 Personen aus Politik, Wirtschaft, Verwaltung und Forschung an drei Workshops teil, die der Szenarienentwicklung und Ergebnisdiskussion gewidmet waren (s. Danksagung).

1.5 Aufbau der Arbeit

Die inhaltliche Darstellung beginnt mit einer kurzen Erklärung des Untersuchungskontextes, d.h. einem Status Quo Bericht zum österreichischen Energiesystem (Kapitel 2). Daran anschließend werden die Szenarien in ihren Grundzügen dargestellt (Kapitel 2.2) und das Modell e3.at kurz beschrieben (Kap. 2.3). Der Hauptteil des Berichtes konzentriert sich auf die Darstellung (Kapitel 2.4) der Modellierungsergebnisse. In Kapitel 3 folgen die Diskussion der Ergebnisse und die Ergänzung um qualitative Aspekte. Kapitel 4 stellt die Beschränkungen der Modellierung und den verbleibenden Forschungsbedarf dar. Der Bericht schließt mit einer Zusammenfassung und politischen Empfehlungen (Kapitel 5).

2. Inhaltliche Darstellung

2.1 Status Quo des österreichischen Energiesystems

Die Auswertung der Energiebilanz der Statistik Austria (2008c) zeigt, dass die österreichische Energieversorgung auf einem relativ ausgewogenen Energieträgermix beruht, wobei sich die Struktur des Bruttoinlandsverbrauchs in den letzten Jahren zugunsten der erneuerbaren Energieträger und zulasten der fossilen Energieträger verschoben hat. Das Niveau des Bruttoinlandsverbrauchs ist bis 2006 stetig gestiegen (vgl. Abbildung 1). Gegenüber dem Vorjahr ging der Bruttoinlandsverbrauch in 2007 um 3 % zurück. Eine wesentliche Ursache war der Rückgang der Heizgradtage von 3.600 auf 3.171 in 2007, d. h. ein vergleichsweise milder Winter.

Der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern (inkl. Wasserkraft) hat sich im Zeitraum 2002 – 2007 nicht nur absolut von 304 PJ auf 359 PJ (plus 18 %) erhöht, sondern gleichzeitig ist auch der prozentuelle Anteil am Energieverbrauch von 23 % auf 25 % gestiegen. Dies hatte gleichzeitig zur Folge, dass der Einsatz fossiler Energieträger verringert wurde. Wasserkraft ist die bedeutendste erneuerbare Energiequelle und trägt mit 9 % zum Bruttoinlandsverbrauch bei. Vor allem im Jahr 2000 – einem regenreichen Jahr – stieg der Bruttoinlandsverbrauch von Energie aus Wasserkraft auf ca. 151 PJ.

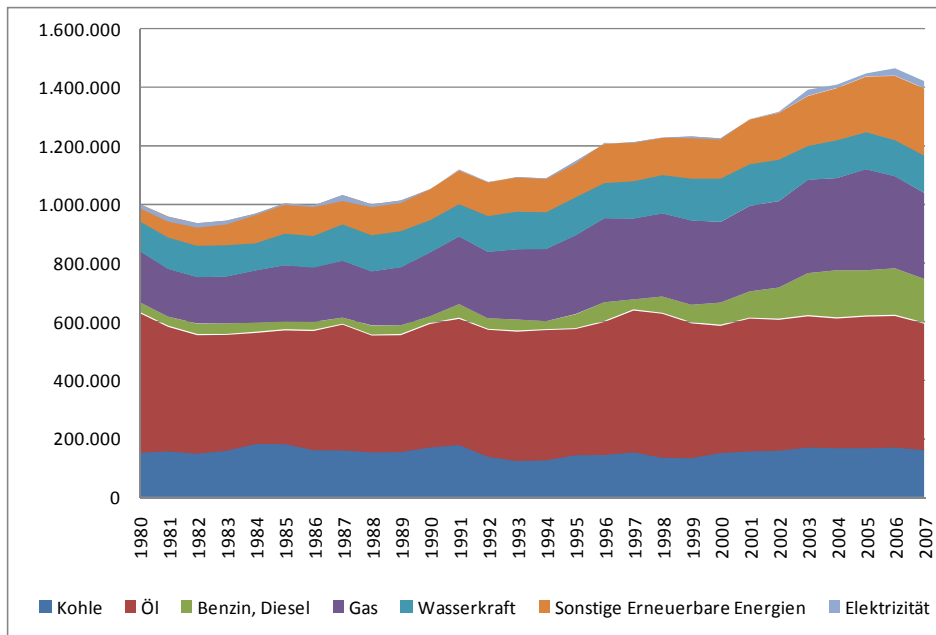


Abbildung 1: Bruttoinlandsverbrauch an Energie in Österreich, 1980-2007 (in TJ)

Quelle: Statistik Austria 2008c, eigene Darstellung.

Da die Entwicklung der inländischen Energieerzeugung nicht mit dem starken Anstieg des Bruttoinlandsverbrauchs Schritt halten konnte, nahmen die Importe von Energieträgern Österreichs bis 2006 zu (vgl. Abbildung 2). Erst mit einem Rückgang des Bruttoinlandsverbrauchs in 2007 nahmen auch die Importe ab.

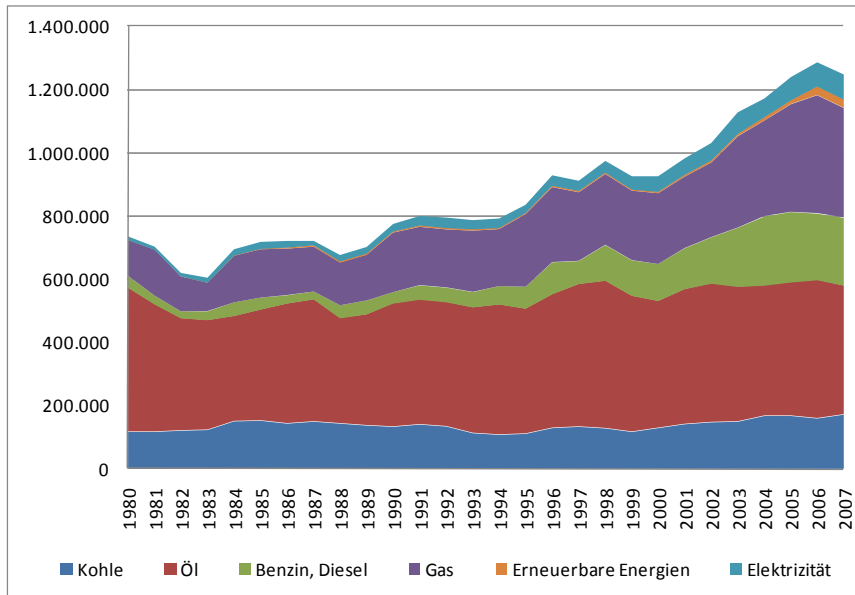


Abbildung 2: Energieimporte in Österreich, 1980-2007 (in TJ)

Quelle: Statistik Austria 2008c, eigene Darstellung.

Aufgrund geringer heimischer Vorkommen an fossilen Brennstoffen beträgt die Importabhängigkeit der österreichischen Energieversorgung insgesamt knapp 70 %, wobei sich die Dominanz von Erdöl und Erdgas im Zeitraum von 2002 bis 2005 noch verstärkt hat (Umweltbundesamt, 2007). Erdöl ist mit rund 33 % (2007) an den gesamten Energieimporten nach wie vor der wichtigste Energieträger.

Wenngleich die Stromimporte mengenmäßig weitaus weniger ins Gewicht fallen, verzeichnen sie seit Mitte der 1990er Jahre höhere Zuwächse.

Seit 2005 werden verstärkt auch erneuerbare Energieträger (Brennholz, biogene Brenn- und Treibstoffe inkl. Pellets) importiert. Der Import von Pellets wurde massiv ausgeweitet. Betrug der Import von Pellets im Jahr 2005 noch 7.327 TJ, stieg dieser innerhalb eines Jahres um 132 % auf ca. 17.000 TJ.

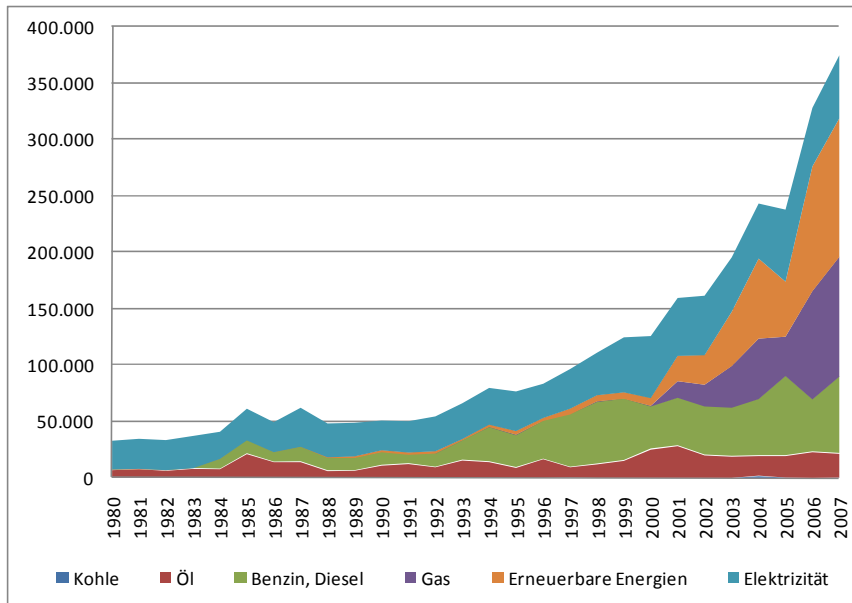


Abbildung 3: Energieexporte in Österreich, 1980-2007 (in TJ)

Quelle: Statistik Austria 2008c, eigene Darstellung.

Die langfristige Entwicklung der *Exporte* ist durch eine starke Zunahme der Ausfuhr von Strom und raffinierten Produkten geprägt (vgl. Abbildung 3). Seit 2000 – einhergehend mit der Entdeckung und Erschließung neuer Gasvorkommen und der forcierten Nutzung erneuerbarer Energien – werden ebenso zunehmend Gas und erneuerbare Energieträger exportiert. Den höchsten Anteil an den Energieexporten haben die erneuerbaren Energieträger zu verzeichnen (2007 ca. 46 %), gefolgt von Gas (ca. 40 %), Benzin/Diesel (ca. 25 %) und Stromexporten mit 21 %.

Abbildung 4 zeigt, dass die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Bruttoinlandsverbrauch nur in kleinen Schritten erfolgte. In den Jahren 2000 – 2005 war trotz einer eher unterdurchschnittlichen gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (BIP-Wachstum von durchschnittlich 1,6 % p. a.) eine starke Energieverbrauchszunahme (durchschnittlich um 3,4 % p. a.) zu verzeichnen. Tendenziell ging der relative Energieverbrauch (Energieverbrauch im Verhältnis zum BIP) bis 2007 zurück. Im Jahr 2000 lag der relative Energieverbrauch um 10 % unter dem Wert des Jahres 1990. Bis 2003 stieg dieses Verhältnis wieder auf das Niveau von 1990 an. In den letzten Jahren (2006 und 2007) gelang es zudem den Energieverbrauch wieder stärker vom Wirtschaftswachstum abzukoppeln.

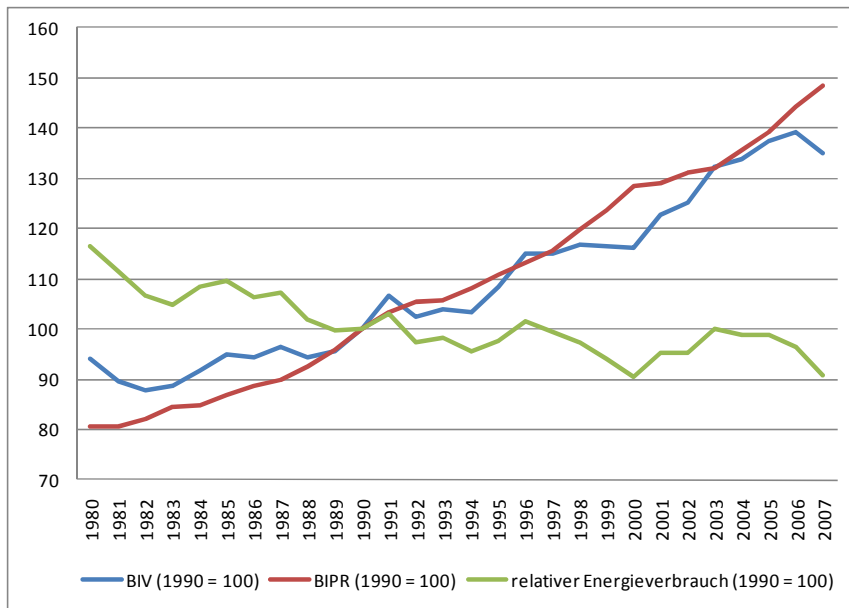


Abbildung 4: Entkopplung Bruttoinlandsverbrauch an Energie und Wirtschaftswachstum

Quelle Statistik Austria 2008c, eigene Darstellung.

Auch der energetische Endverbrauch⁴ ist seit 1980 kontinuierlich gestiegen, der Anstieg hat sich seit den 1990er Jahren sogar beschleunigt. Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der letzten fünf Jahre lag bei ca. 3 %. Betrachtet man den energetischen Endverbrauch der Energieträger im Einzelnen (vgl. Tabelle 1), so ist eine Veränderung in der Struktur hin zu erneuerbaren Energien zu erkennen.

Tabelle 1: Wachstumsraten des energetischen Endverbrauches von 1980 - 2005 (in %)

	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Energetischer Endverbrauch	1,01	0,77	1,96	2,25	3,22
Kohle	4,26	-7,38	-7,76	0,61	-7,42
Erdölprodukte	-5,63	-2,26	1,17	-1,15	0,36
Benzin&Diesel	0,45	3,35	2,85	3,48	5,85
Gas	0,70	3,13	4,80	3,36	2,94
Erdwärme	0,00	0,00	-1,42	7,95	4,65
Sonnenwärme	0,00	0,00	19,19	11,81	7,89
Fernwärme	7,91	4,82	6,74	3,92	5,22
Energie aus Wärmepumpen	0,00	0,00	8,46	4,20	2,83
Brennholz	11,23	-3,19	1,31	-2,23	3,79
Brennbare Abfälle	34,56	18,77	4,70	3,68	12,02
Biogene Brenn-&Treibstoffe	10,44	1,69	-0,53	5,99	0,31
Pellets	20,33	9,26	-3,25	18,14	7,12
Elektrizität	2,83	2,89	1,73	2,26	1,81

Quelle: Statistik Austria 2008c, eigene Berechnungen.

⁴ Der energetische Endverbrauch ist die Energiemenge, die Endverbrauchern in Form von Wärme und Strom zur Verfügung steht oder für die Umsetzung in Nutzenergie z. B. mechanische Arbeit zur Verfügung gestellt wird. Demgegenüber ist der Bruttoinlandsverbrauch die Energiemenge, die benötigt wird, um den Inlandsbedarf (Endverbrauch, Umwandlungseinsatz etc.) zu decken.

Bereits in der Vergangenheit verringerte sich der energetische Endverbrauch von Kohle (1985 – 1990: -7 % und 2000 – 2005: -7 %). Demgegenüber wurde ab Ende der 1980er Jahre vermehrt auf erneuerbare Energien zurückgegriffen. Umgebungswärme wurde für den Endverbrauch nutzbar gemacht, beispielsweise durch Wärmepumpen. Vor allem der Energieträger Sonnenwärme verzeichnete hohe Wachstumsraten (1990 – 1995: ca. +19 % und 2000 – 2005: +8 %). Hohe durchschnittliche Wachstumsraten zeigen im historischen Verlauf auch die Energieträger brennbare Abfälle (1980 – 1985: +35 % und 2000 – 2005: +12 %) und Fernwärme (1980-1985: ca. +8 % und 2000-2005: +5 %). Die prozentuellen Zuwächse sind zwar bis 2005 positiv, jedoch sind sie in ihrer Höhe rückläufig.

Die Erzeugung und Nachfrage nach Elektrizität stieg seit 1980 jährlich um etwa 2,2 % (vgl. Abbildung 5). Der Großteil der Stromnachfrage wird durch die inländische Stromerzeugung gedeckt (teilweise mit importierten Primärenergieträgern). Dementsprechend erhöhte sich der Umwandlungsausstoß an Elektrizität um etwa 1,7 % p. a. Seit dem Jahr 2001 hat sich Österreich allerdings zu einem Nettostromimporteur entwickelt.

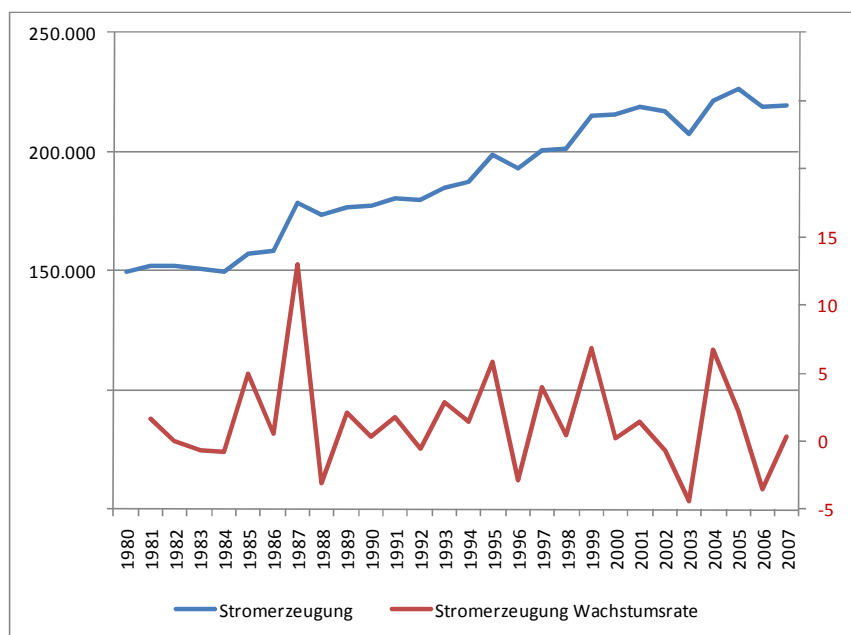


Abbildung 5: Entwicklung Stromerzeugung (in % bzw. in TJ)

Quelle Statistik Austria 2008c, eigene Darstellung.

Die inländische Stromerzeugung wird auch zunehmend durch den Einsatz erneuerbarer Energien gedeckt. Der Einsatz fossiler Energieträger spielt aber weiterhin eine entscheidende Rolle (vgl. Abbildung 6).

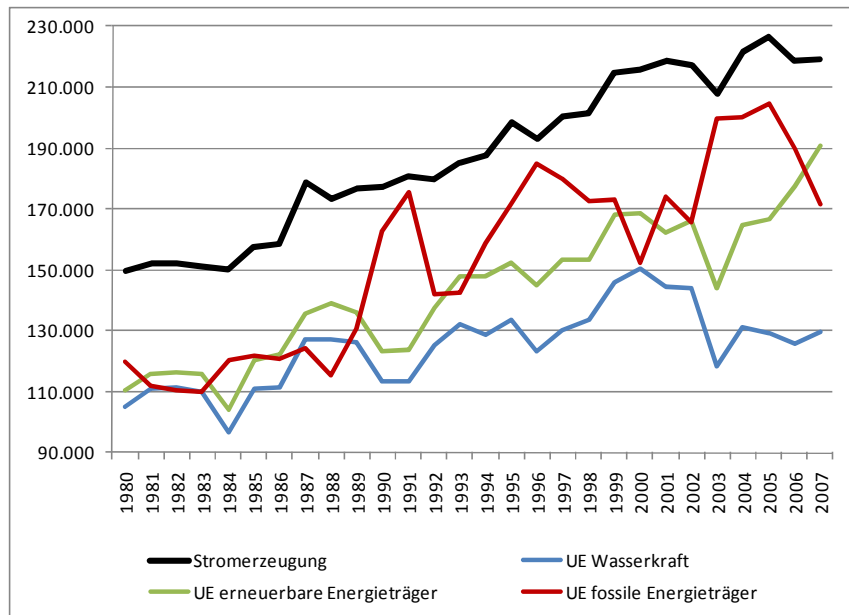


Abbildung 6: Einsatz von fossilen und erneuerbaren Energieträgern in der Stromerzeugung (in TJ)

Quelle Statistik Austria 2008c, eigene Darstellung.

Einhergehend mit dem steigenden Endenergieverbrauch haben sich in der Vergangenheit auch die Treibhausgasemissionen⁵ stark erhöht (vgl. Abbildung 7). Die CO₂-Emissionen sind im betrachteten Zeitraum am stärksten gegenüber den anderen Treibhausgasen gestiegen (+ 28,6 % gegenüber 1990). Im Jahr 2007 lagen die Treibhausgasemissionen mit 88 Mio. Tonnen (Kohlenstoffdioxid-Äquivalente) um ca. 28 % über dem Kyoto-Ziel (68,8 Mio. Tonnen) (Umweltbundesamt 2009b). In den Jahren 2006 und 2007 sank wetterbedingt die Energienachfrage zulasten der Importe fossiler Energieträger. Demzufolge gelang es auch die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

⁵ Zu den Treibhausgasen zählen CO₂ (Kohlendioxid), CH₄ (Methan), N₂O (Lachgas), HFKW (halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe), FKW (Fluorkohlenwasserstoff) und SF₆ (Schwefelhexafluorid).

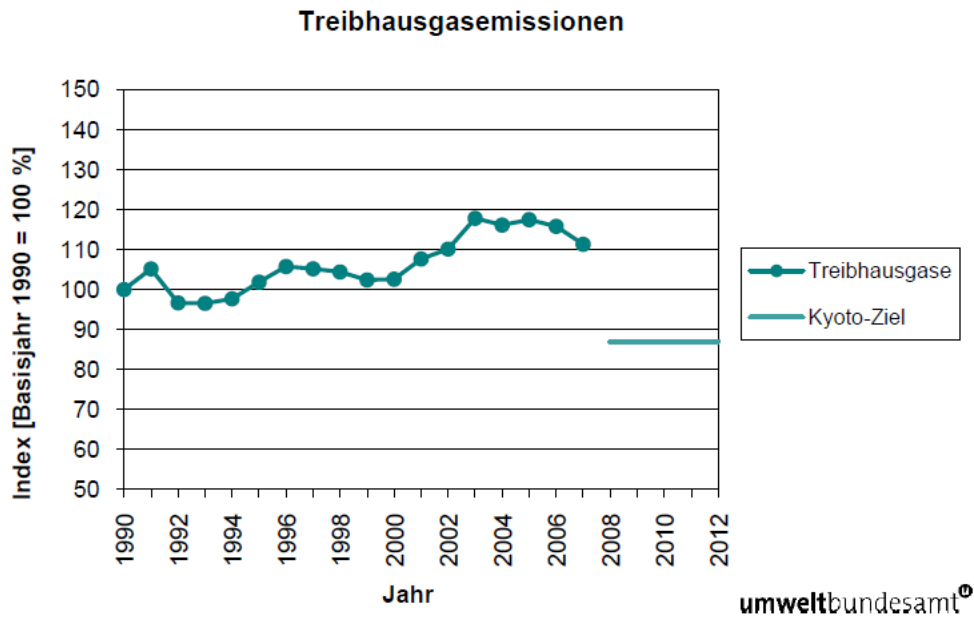


Abbildung 7: Treibhausgasemissionen in Österreich (1990 = 100)

Quelle: Umweltbundesamt (2009b), S. 19.

Die in diesem Kapitel dargestellte historische Entwicklung des österreichischen Energiesystems hat gezeigt, dass der Anteil an erneuerbarer Energie hoch ist, aber das für das Jahr 2020 zu erreichende 34 %-Ziel noch in weiter Ferne liegt.

2.2 Kurzbeschreibung der Szenarien

Im Projekt e-co wurden Szenarien entwickelt, modelliert und ausgewertet, die die drei Eckpfeiler der Umorientierung des Energiekonsums in Richtung Nachhaltigkeit gleichermaßen berücksichtigen: (1) einen Umstieg auf erneuerbare Energieträger, (2) die Steigerung der Energieeffizienz und (3) Verhaltensänderungen. Die Szenarien fokussieren auf die Bereitstellung bzw. Nachfrage von Strom und Wärme durch private Haushalte. Der Verkehrsbereich wird nur auf allgemeiner Ebene bearbeitet.

Im Folgenden werden die Szenarien kurz dargestellt. Für weitere Details zu den Szenarios siehe e-co Working Paper 2 (Bohunovsky et al., 2010).

Das **Basisszenario** (Business-As-Usual Szenario, in Folge: BAU) beschreibt die wahrscheinliche zukünftige Entwicklung bis ins Jahr 2020 unter der Voraussetzung, dass abgesehen von bereits beschlossenen politischen Maßnahmen keine weiteren Änderungen erfolgen. Das heißt, der Status quo wird auf Grundlage der Verhaltensparameter der Vergangenheit fortgeschrieben. Der Basislauf dient damit als „Referenzszenario“, um die Unterschiede zwischen dem im jeweiligen Szenario definierten politischen Ziel und der wahrscheinlichen Entwicklung ohne weiteres politisches Handeln abzubilden.

Außerdem wurden drei **Alternativszenarien** entworfen:

2.2.1 Szenario 1 „Wir nutzen die richtige Energie!“

(Schwerpunkt: erneuerbare Energie)

Dieses Szenario bildet die Auswirkungen auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft ab, wenn die wirtschaftlichen Potenziale der erneuerbaren Energieträger (z.B. feste Biomasse, Biogas, Windenergie, Solarthermie, Photovoltaik) bis 2020 ausgeschöpft werden. Damit wird eine Erhöhung des Anteils an erneuerbarer Energie auf 34 % bis 2020 intendiert. Dieses Ziel ist für Österreich im Energie- und Klimapaket der EU-Kommission festgelegt.

Insgesamt sieht das Szenario einen Anstieg der Nutzung erneuerbarer Energiequellen auf 513.860 TJ vor – im Vergleich zu 421.160 TJ im BAU. Die Zuteilung des Potenzials auf unterschiedliche Energieträger ist in Tabelle 2 zu sehen.

Tabelle 2: Übersicht zu Potenzialen der Erneuerbaren Energieträger im Szenario "Wir nutzen die richtige Energie" und BAU

<i>Energiequelle</i>	<i>2007</i>	<i>BAU 2020</i>	<i>Wir nutzen die richtige Energie! 2020</i>
Biomasse	212.900	241.482	282.585
<i>Strom</i>	<i>26.612</i>	<i>29.586</i>	<i>35.323</i>
<i>Wärme</i>	<i>159.675</i>	<i>182.309</i>	<i>211.939</i>
<i>Verkehr</i>	<i>26.612</i>	<i>29.586</i>	<i>35.323</i>
Wasserkraft	129.575	144.575	154.575
Wind	7.200	12.331	25.200
Solarthermie	4.457	9.000	20.000
Wärmepumpen	3.763	11.300	24.000
Geothermie	764	1.100	1.500
Photovoltaik	60	1.372	6.000
Summe	358.719	421.160	513.860

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung (BAU basierend auf Statistik Austria, 2008c)

Zur Erreichung dieser Potenziale sieht das Szenario die Einführung eines Erneuerbaren Energiegesetzes in Österreich, eine Novellierung des Ökostromgesetzes, sowie begleitende Maßnahmen (Investitionskredite, F&E-Förderung, Beratungsleistungen) vor. Die spezifischen Kosten des Ausbaus entwickeln sich entlang der Lernkurven.

2.2.2 Szenario 2 „Wir nutzen Energie richtig!“

(Schwerpunkt: Effizienzsteigerung)

Das Szenario „Wir nutzen Energie richtig!“ fokussiert auf Maßnahmen, die auf eine Verringerung des Energieverbrauchs durch technische Maßnahmen abzielen. In erster Linie gehören dazu höhere

Standards in der Sanierung und höhere Sanierungsraten. Außerdem wurden höhere Standards im Neubau und Einsparungen durch effizientere Energiegeräte implementiert⁶.

Während für den Neubau ein Entwicklungstrend vorgegeben wurde (Passivhausstandard in 2020 für alle Neubauten), reduziert sich der Nutzenergiebedarf eines durchschnittlichen Neubaus im BAU auf Niedrigenergiestandard (Details s. e-co Working Paper 2 Bohunovsky et al., 2010).

Für das Alternativszenario wurde von einer höheren Sanierungsrate ausgegangen (2 % statt dem aktuellen Mittel der vergangenen Jahre von 1 %). Die unterstellte Sanierungsrate wird auf Wohnungen der Baualtersklassen vor 1919 und nach 1980 nur zur Hälfte angewendet, um so die Nichtsanierbarkeit (Denkmalschutz) ansatzweise zu berücksichtigen. Wohnungen der Baualtersklasse 1919 bis 1980 werden, um die angenommene Sanierungsrate bezogen auf den Gesamtgebäudebestand zu erreichen, dementsprechend häufiger saniert.

Darüber hinaus wurden für die verschiedenen Baualtersklassen unterschiedliche Annahmen in Bezug auf den möglichen Sanierungserfolg und die damit verbundenen Kosten ermittelt. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die getroffenen Annahmen. Zur Umsetzung dieser Potenziale gehen wir vor allem von ordnungspolitischen Maßnahmen aus.

Tabelle 3: Sanierungskosten und -erfolg pro m²

EFH: Altersklasse (Endenergiebedarf vor Sanierung)	Sanierung „Standard“ Nutzen Kosten	Sanierung „top“ Nutzen Kosten
1919–1970 (> 330 kWh/m ² a)	- 170 kWh/m ² a 260 €/m ²	- 280 kWh/m ² a 410 €/m ²
vor 1919, 1970–1980 (260–280 kWh/m ² a)	- 150 kWh/m ² a 260 €/m ²	- 250 kWh/m ² a 410 €/m ²
1980–1990 (ca. 250 kWh/m ² a)	- 135 kWh/m ² a 220 €/m ²	- 210 kWh/m ² a 370 €/m ²
ab 1991 (150–175 kWh/m ² a)	- 90 kWh/m ² a 110 €/m ²	-115 kWh/m ² a 160 €/m ²

MFH: Altersklasse (Endenergiebedarf vor Sanierung)	Sanierung „Standard“ Nutzen Kosten	Sanierung „top“ Nutzen Kosten
1919–1970 (190–210 kWh/m ² a)	-120 kWh/m ² a 195 €/m ²	- 145-165 kWh/m ² a 300 €/m ²
< 1919, > 1980 (140–160 kWh/m ² a)	- 90 kWh/m ² a 110 €/m ²	- 115 kWh/m ² a 240 €/m ²

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung basierend auf Schulze Darup 2004; Enseling, Hinz 2006; BSTMUG; ASUE 2008; Stiftung Warentest 2007; EnOB, Geißhöfer 2008

⁶ Zur Problematik des Stromverbrauchs vgl. Schlussfolgerungen bzw. Working Paper 2 „Szenarien eines nachhaltigeren Energiekonsums“.

2.2.3 Szenario 3 „Wir nutzen Energie bewusst!“

(Schwerpunkt: Verbrauchsreduktion)

Dieses Szenario geht von einem grundlegenden Werte- und Verhaltenswandel in der österreichischen Bevölkerung aus. Es geht darum, Verhaltensänderungen aufzuzeigen, die zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs führen, ohne dabei technische Maßnahmen zu setzen oder Investitionen tätigen zu müssen.

Dazu liegen kaum Erfahrungswerte vor – weder zur Frage, wie es zu einem Bewusstseinswandel der Bevölkerung in größerem Ausmaß kommen kann, noch zur Stärke der Effekte eines solchen Wandels. Daher basiert das Szenario „Wir nutzen Energie bewusst!“ im Vergleich zu den beiden anderen Szenarien weniger auf wissenschaftlichen Studien und ist zwangsläufig hypothetischer. Allerdings gibt es Beispiele von partizipativen Ansätzen, die zu einem massiven Rückgang des Energieverbrauchs führten (Bohunovsky, 2008).

Um den möglichen Einsparungseffekt im Bereich Energie aufzuzeigen, wurden exemplarische Verhaltensänderungen in den Bereichen Wohnen und Raumwärme, elektrische Geräte und Mobilität aufgezeigt. Dazu gehört die Reduktion der Raumtemperatur, geringere Wohnflächen pro Person, geringere Nutzung des PKWs und ein geänderter Umgang mit elektrischen Geräten.

Die folgenden Tabellen 4-6 geben einen Überblick über die angenommenen Reduktionspotenziale. Zur Umsetzung dieser Potenziale gehen wir in erster Linie von bewusstseinsbildenden Maßnahmen aus, ergänzt allerdings durch regionale partizipative Prozesse.

Tabelle 4: Annahmen zum Einsparpotenzial durch Verhaltensänderungen im Bereich Raumwärme

	2007	BAU 2020	Szenario 2020	unterstellte Ersparnis in 2020 in TJ
Heizen	211.667	232.769	195.117	37.652
Maßnahmen				Detailersparnis
Reduktion Raumtemperatur				13.756
Räumliche Einschränkung der Heizung				5.503
Zeitliche Einschränkung der Heizung				2.293
Erhöhte Personenanzahl pro Wohnung				16.100

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung (BAU basierend auf Statistik Austria, 2008c)

Tabelle 5: Annahmen zu Einsparpotenzialen durch Verhaltensänderungen im Bereich elektrische Energie

	2007	BAU 2020	unterstellte Ersparnis in 2020	Szenario 2020	Einsparungspotenzial
Stromverbrauch priv. HH insgesamt (TJ)	50.976	56.076		52.815	
Klimaanlagen	43	47	33%	32	16
Waschmaschinen	2.064	2.270	49%	1.158	1.112
Wäschetrockner	824	906	51%	444	462
Beleuchtung	4.389	4.828	10%	4.346	483
Standby	2.161	2.378	50%	1.189	1.189
Summe der betrachteten Geräte	9.481	10.430		7.168	3.262

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung (BAU basierend auf Statistik Austria, 2008c)

Tabelle 6: Annahmen zu Einsparpotenzialen durch Verhaltensänderungen im Bereich Mobilität

	2007	BAU 2020	unterstellte Ersparnis in 2020	Szenario 2020	Einsparungs- potenzial
Benzin,Diesel so. Landverkehr insgesamt (TJ)	314.809	386.326		309.910	
PKW priv. HH (46% des Verkehrs insgesamt)	144.812	177.710	43%	101.295	76.415

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung (BAU basierend auf Statistik Austria, 2008c)

2.2.4 Integrationsszenario „Wir nutzen die richtige Energie bewusst richtig!“

Dieses Szenario fasst alle Maßnahmen, die in den Einzelszenarien behandelt werden, zusammen, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass sich zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung des Energieverbrauchs alle drei Anknüpfungspunkte (erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Verhalten) ergänzen müssen.

Die in den einzelnen Szenarien getroffenen Maßnahmen schließen sich per se nicht gegenseitig aus. Wie die Annahmen im Verhaltensszenario zeigen, können durch einen Bewusstseinswandel sehr große Einsparungen erzielt werden (100.000 TJ). In einer Gesamtmodellierung würden die Auswirkungen eines solchen Bewusstseinswandels allerdings die Auswirkungen der anderen Szenarien (20.000 TJ Einsparpotenzial durch Effizienzmaßnahmen) so stark überwiegen, dass die Interpretation schwierig und wenig aussagekräftig ist. Dazu kommt der unterschiedliche Charakter der Szenarien. Daher erscheint es sinnvoll, einen Abgleich zwischen den Annahmen zu machen. Für das Integrationsszenario wurde das Einsparpotenzial durch einen Bewusstseinswandel daher um ca. 1/5 reduziert.

Durch diese Vorgangsweise wird die Darstellung der Auswirkungen eines ambitionierten Bewusstseinswandel durch die separate Darstellung des Verhaltensszenarios garantiert. Gleichzeitig wird gewährleistet, dass das Integrationsszenario einen ausgeglichenen Mix aus Annahmen in den drei Handlungsfeldern reflektiert.

2.3 Kurzbeschreibung des Modells e3.at

Das integrierte Modell „e3.at“ ist in der Lage, energie- und nachhaltigkeitspolitische Fragestellungen zu untersuchen. Es bildet die österreichische Volkswirtschaft in allen wesentlichen ökonomischen Aspekten ab und zeigt ihre Wechselwirkungen mit dem Energiesystem und der Umwelt auf. Dadurch wird es möglich, neben der Berechnung des Energieverbrauchs und den CO₂-Emissionen auch die makroökonomischen Auswirkungen auf Wirtschaftswachstum und Beschäftigung zu analysieren.

Als makroökonomisches, multisektorales Modell stellt es ein wirkungsvolles Werkzeug zur Messung der Auswirkungen von Politikmaßnahmen auf die ökologische, ökonomische und soziale Dimension nachhaltiger Entwicklung dar. Es verbessert die Entscheidungsgrundlage für politische Akteure bei der Wahl von geeigneten Instrumenten und Maßnahmen zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung, indem es die systematischen Zielkonflikte zwischen den unterschiedlichen Indikatoren (z. B. Materialverbrauch, Energieverbrauch, CO₂-Emissionen⁷, Wirtschaftswachstum, Beschäftigung etc.) in einem konsistenten Rahmen betrachtet und quantifiziert.

⁷ Zu beachten ist, dass nur CO₂-Emissionen modelliert werden. Diese machen ca. 80% der gesamten Treibhausgase aus.

Das Modell e3.at bildet außerdem die strukturellen Verflechtungen zwischen den einzelnen Branchen der österreichischen Volkswirtschaft und ihre Interaktion mit der Umwelt ab und ermöglicht es somit, Gewinner und Verlierer einer Steigerung von erneuerbaren Energietechnologien zu identifizieren. Dies ist deshalb entscheidend, da das langfristige Ziel nachhaltiger Entwicklung eine Umorientierung der ökonomischen Strukturen erfordert. So ist es möglich, belastende Auswirkungen auf bestimmte Branchen⁸ zu erkennen und durch einen gesellschaftlichen Ausgleich und unterstützende Maßnahmen abfedern zu können. Der Übergang zu einer nachhaltigen Entwicklung kann dadurch mit Bedacht auf soziale und wirtschaftliche Verträglichkeit gestaltet werden.

Durch die detaillierte Abbildung der Wirtschaft – das Modell unterscheidet 57 Wirtschaftsbereiche – können auch die Auswirkungen auf einzelne Branchen betrachtet werden, wodurch wertvolle Aufschlüsse über den strukturellen Wandel und alle damit verbundenen Wirkungen auf vor- und nachgelagerte Wirtschaftsbereiche gewonnen werden können.

Diese mesoökonomische Betrachtungsweise erscheint aktuell wichtiger denn je, da die langfristige wirtschaftliche Entwicklung von einem sich beschleunigenden Strukturwandel begleitet wird. Neue Branchen und Produkte entstehen mit rasanter Geschwindigkeit, während gleichzeitig altbekannte an Bedeutung verlieren. Technologische Neuerungen und politische Entscheidungen haben auf diese Änderungen großen Einfluss.

Neben der tief gegliederten Darstellung der Wirtschaftsbereiche ist auch die Konsumseite im Modell sehr detailliert erfasst, indem die Konsumnachfrage differenziert nach 37 Verwendungszwecken abgebildet wird. Dies hilft bei der Untersuchung von Veränderungen in der Konsumstruktur.

Das Modell „e3.at“ bietet somit ein geeignetes Gerüst für differenzierte Analysen, die über ökonomische Sachverhalte hinausgehen und ökologische und soziale Auswirkungen verschiedener politischer Maßnahmen und Eingriffe aufzeigen.

Die einzelnen Modellkomponenten und die zugrunde liegenden Datenbasen werden detailliert im e-co Working Paper 3 (Großmann und Wolter, 2010) erläutert.

⁸ Die Berechnung von Auswirkungen auf Haushaltstypen (differenziert nach der Zahl der Haushaltsmitglieder und Art der Einkommensquelle) ist zum derzeitigen Moment nicht Bestandteil des Modells. Diese Erweiterung wird im Projekt KONSENS (2009-2011) implementiert.

2.4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

2.4.1 Entwicklungen im Referenzszenario: Business-as-Usual (BAU)

Wirtschaftliche Entwicklung

Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung Österreichs ist geprägt durch die weltweite Wirtschaftskrise und ihre Auswirkungen (vgl. Baumgartner, Kaniovski, Pitlik 2010; IHS 2009; OENB 2009). In Österreich wurden zahlreiche Gegenmaßnahmen ergriffen, um die Folgen der Wirtschaftskrise zu mildern. Die vorgezogene Steuerreform und die Konjunkturpakete I und II umfassen die nachstehend aufgeführten Maßnahmen (vgl. Tabelle 7) und ihre finanziellen Wirkungen (soweit bekannt), die im Modell implementiert wurden.

Tabelle 7: Steuerreform, Konjunkturpakete I&II

Maßnahmen	2009	2010	2011	2012
	in Mio. €			
Infrastrukturinvestitionen	690	745		
- Verkehrswege (ÖBB, ASFINAG)	225	225		
- Breitbanddienste	10	0		
- thermische Sanierung	100	0		
- Bauinvestitionen der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG)	355	520		
Finanzierungskosten der Unternehmen	840	1250	350	100
- degressive Abschreibung	0	250	350	100
- zinsgünstige Kredite u.ä.	840	1000		
Verfügbares Einkommen privater Haushalte	2910	3060		
- Steuerreform	2910	3060		
Staatskonsum, Subventionen	195	195		
- Kindergartenjahr	70	70		
- regionale Beschäftigungsoffensive	75	75		
- Forschung&Entwicklung	50	50		

Quellen: Eigene Darstellung. In Anlehnung an Breuss, Kaniovski, Schratzenstaller (2009); Berger et al. (2009).

Die österreichische Wirtschaft, gemessen am Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt), erholt sich nur langsam. Erst im Zeitraum 2012 - 2014 wird das Niveau des Jahres 2008 wieder erreicht (vgl. Abbildung 8). Der „alte Wachstumspfad“ wird weder im Niveau noch in den Wachstumsraten erreicht.

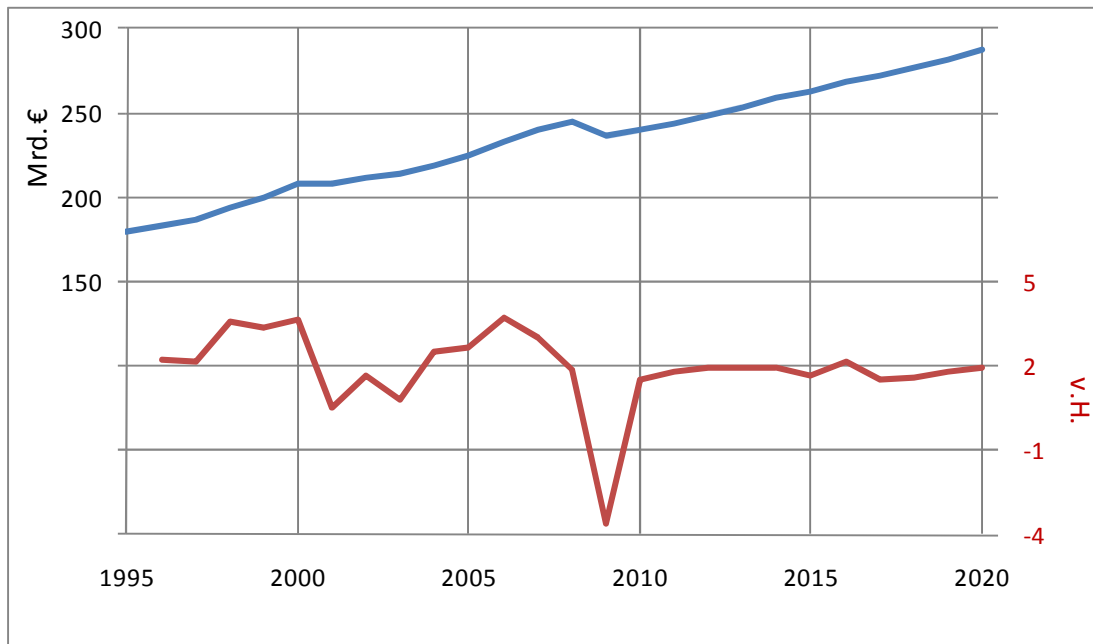


Abbildung 8: Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt) in Mrd. Euro und in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Berechnung & Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009).

Die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (in 2020: 288 Mrd. Euro) wird hauptsächlich durch die unterstellte Erholung der weltwirtschaftlichen Konjunktur getrieben. Investitionen werden nur verhalten getätigt, da die Kapazitäten noch nicht vollständig ausgelastet sind. Die Investitionszurückhaltung kann auch durch die Konjunkturpakete kaum beschleunigt werden. Der Ersatz durch energieeffizientere Maschinen wird vorerst zurückgestellt.

Der private Konsum wird durch die Steuerreform und die Ausweitung der Transfereinkommen gestützt, bleibt aber hinter dem Wachstum des Bruttoinlandsprodukts zurück. (vgl. Tabelle 8). Der Verbrauch der öffentlichen Hand steigt zunächst aufgrund der Maßnahmen gegen die ökonomischen Folgen der Wirtschaftskrise, wird aber zum Ende des Simulationszeitraums stärker auf Konsolidierung ausgerichtet sein.

Die Zahl der Beschäftigten erhöht sich um ca. 70.000 Personen zwischen 2007 und 2020 (+2,1 %). Vor dem Hintergrund einer unterstellten Bevölkerungsentwicklung von 8,3 Mio. Personen⁹ in 2007 auf 8,7 Mio. Personen in 2020 (+4,5 %) impliziert die Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt einen unveränderte Erwerbsquote der 15- bis 65-Jährigen. Durch den unterdurchschnittlichen Anstieg der Beschäftigten und die gleichzeitige Alterung der Bevölkerung bleibt die Erwerbsquote annähernd konstant.

⁹ Statistik Austria „Bevölkerungsprognose 2009“

Tabelle 8: Komponenten des Bruttoinlandsproduktes und Größen des Arbeitsmarktes

	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Bruttoinlandsprodukt und Komponenten in Mrd. €, preisbereinigt						
Bruttoinlandsprodukt	179	208	225	240	263	288
Privater Konsum	106	116	125	131	140	147
Staatsverbrauch	36	40	41	45	46	47
Investitionen	43	50	50	50	57	61
Exporte	54	87	115	127	168	197
Importe	63	88	114	123	158	176
Bruttoinlandsprodukt und Komponenten in. v.H., Wachstumsraten Fünfjahresdurchschnitt						
Bruttoinlandsprodukt		3,0	1,6	1,3	1,9	1,8
Privater Konsum		1,9	1,6	0,9	1,3	1,1
Staatsverbrauch		2,3	0,8	1,9	0,3	0,2
Investitionen		2,9	0,3	-0,2	2,6	1,4
Exporte		10,1	5,8	2,0	5,8	3,3
Importe		6,9	5,4	1,4	5,2	2,2
Arbeitsmarkt						
Beschäftigte in 1000 Personen	3070	3133	3235	3316	3377	3411
Jahreslohnsumme in €	30.515	34.102	36.950	39.765	43.243	47.615

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria (2009), HVB (2009).

Die in der Vergangenheit beobachtbare Entwicklung der Wirtschaftsstruktur wird auch für die zukünftige Entwicklung in abgeschwächter Form unterstellt. Das verarbeitende Gewerbe kann nach Überwindung der Wirtschaftskrise seinen Anteil an der Produktion wieder steigern, ebenso wie der Bereich der unternehmensbezogenen Dienstleistungen. Diese Entwicklung geht insbesondere zu Lasten der übrigen Dienstleistungen, die vor allem durch die Leistungen der öffentlichen Hand geprägt werden. Lediglich in den Jahren der Wirtschaftskrise zeigt sich eine kurzfristige Abkehr vom allgemeinen Trend (vgl. Abbildung 9).

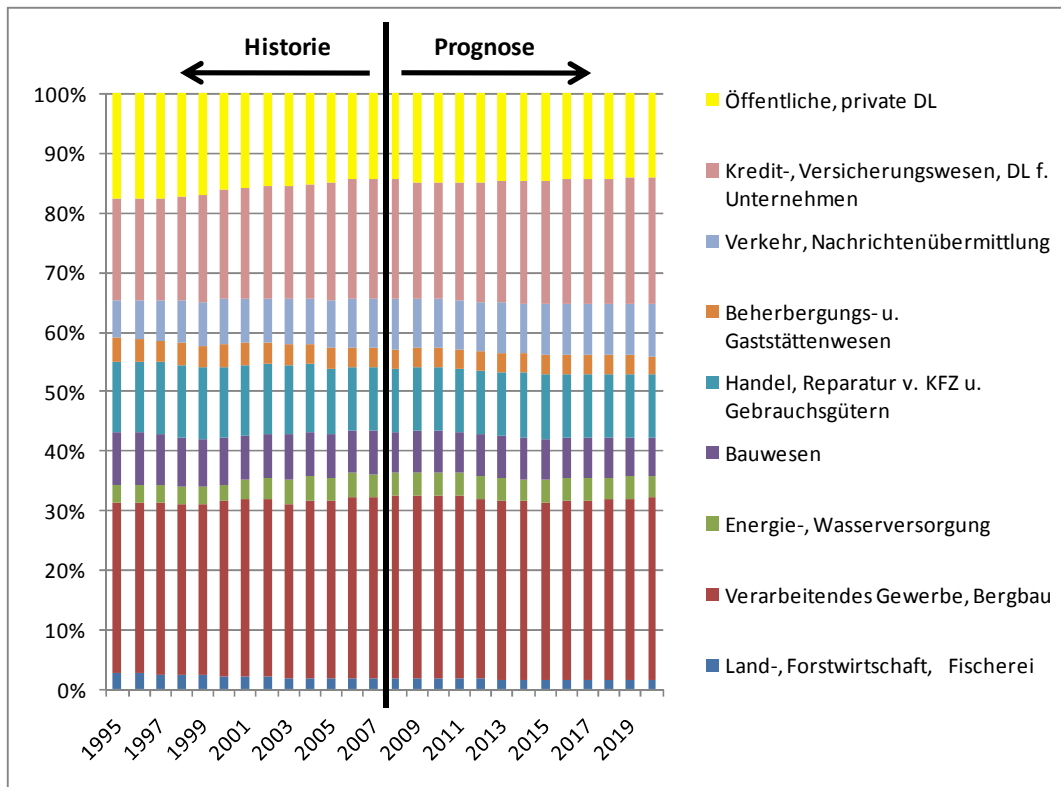


Abbildung 9: Anteile der preisbereinigten Bruttoproduktion von neun Wirtschaftsbereichen an der gesamten Bruttoproduktion

Quelle: Eigene Berechnungen & Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009).

Bezogen auf die Beschäftigten sieht das Bild leicht verändert aus (vgl. Abbildung 10): Im verarbeitenden Gewerbe nimmt die Beschäftigung anteilmäßig wegen der hohen Arbeitsproduktivität pro Kopf geringfügig ab. Die Dienstleistungen für Unternehmen können hingegen nach Überwindung der Wirtschaftskrise deutlich zulegen. Gleiches gilt, wenn auch in vermindertem Maße, für den Bereich der privaten und öffentlichen Dienstleistungen.

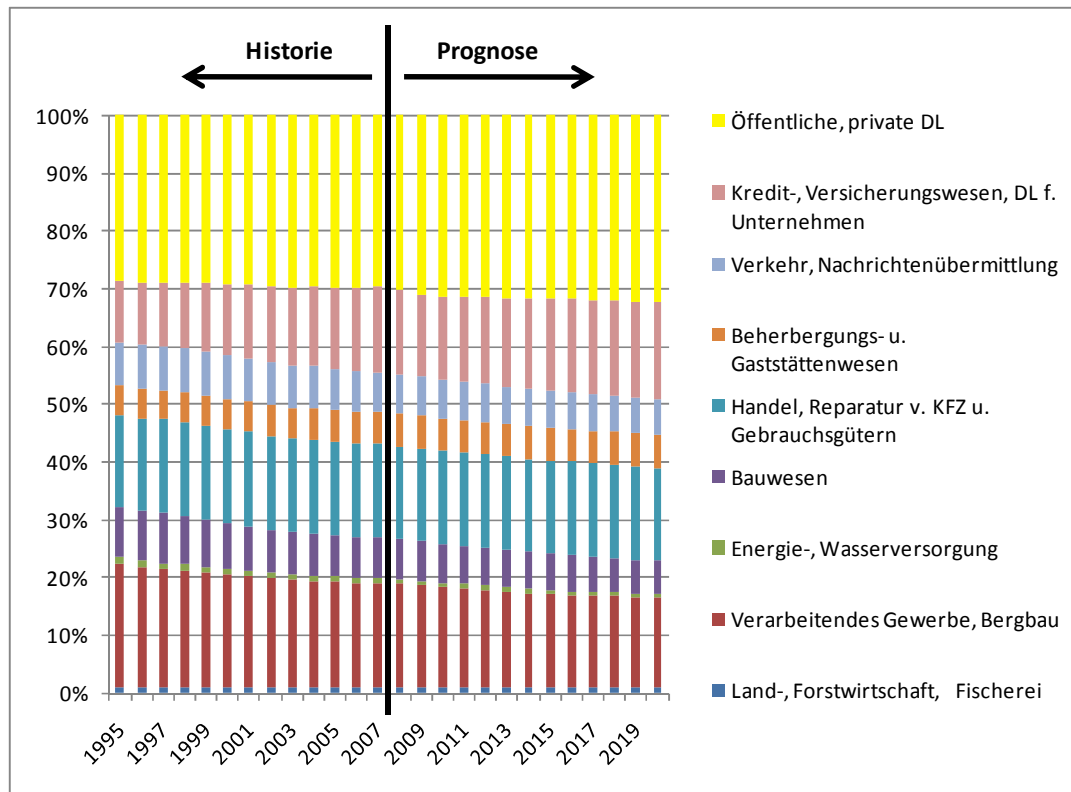


Abbildung 10: Anteil der Beschäftigten nach neun Wirtschaftsbereichen an den Beschäftigten insgesamt

Quelle: eigene Berechnungen & Darstellung basierend auf HVB (2009).

Energetische Entwicklung

Vorausschickend ist festzustellen, dass sich die Wirtschaftskrise auf den Energieverbrauch positiv auswirkt. Mit Wachstumsraten um die 1,4 % p. a. steigt das Bruttoinlandsprodukt nur marginal. Dieser geringfügige Anstieg ist auf den Einbruch der österreichischen Absatzmärkte infolge der Wirtschaftskrise zurückzuführen. Die Folge sind geringere Energieverbräuche und damit auch niedrigere CO₂-Emissionen. Aber auch die Energieproduktivität nimmt leicht zu und trägt damit zu einem etwas besseren Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt und Bruttoinlandsverbrauch bei (vgl. Abbildung 11).

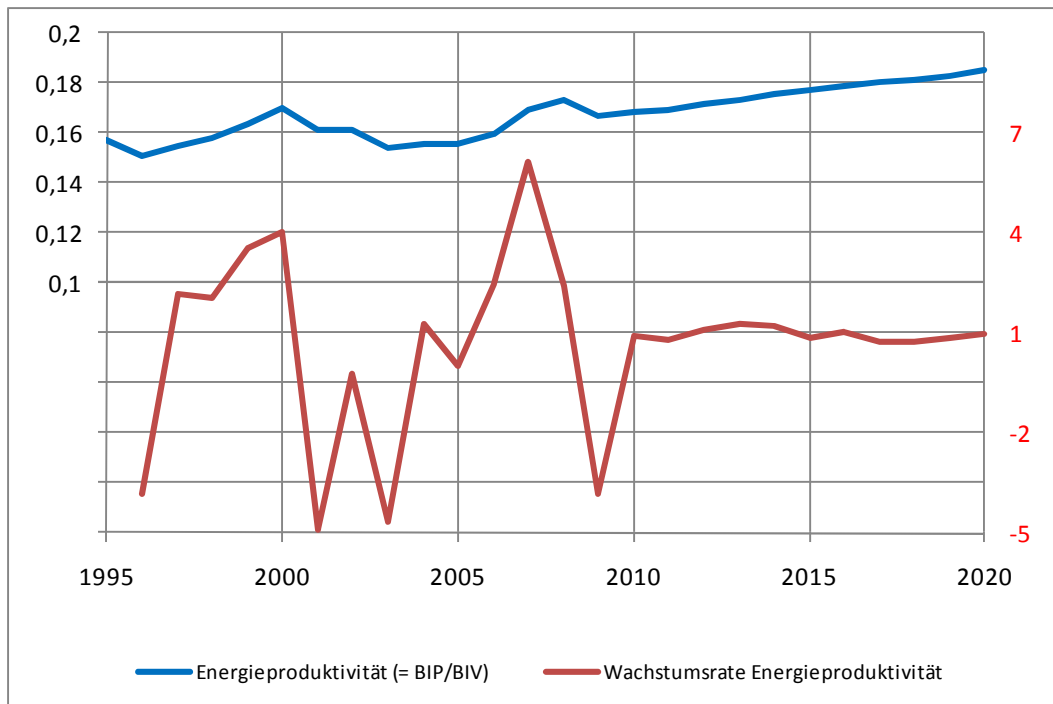


Abbildung 11: Energieproduktivität

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c, 2009).

Die Entwicklung der Energieproduktivität hat sich in den Jahren 1995 bis 2007 verbessert (vgl. Abbildung 12). Im Simulationszeitraum 2007 - 2020 steigt die Energieproduktivität mit ca. 0,7 % p. a. Der starke Rückgang der Energieproduktivität im Jahr 2009 ist bedingt durch den massiven Einbruch der Produktion bei weniger starkem Rückgang des Energieverbrauchs.

In den Jahren 2007 und 2008 lagen die Heizgradtage (3.171 bzw. 3.252) aufgrund der milden Witterungsverhältnisse unter dem langjährigen Durchschnitt. Für die zukünftigen Berechnungen wurden die Heizgradtage wieder auf den Durchschnitt angehoben, so dass der Heizenergieverbrauch um 24.000 TJ höher liegt als ohne Anpassung.

Bei den oben dargestellten Wachstumsraten des BIP (1,4 % p. a.) ergibt sich also ein deutlicher zusätzlicher Energiebedarf.

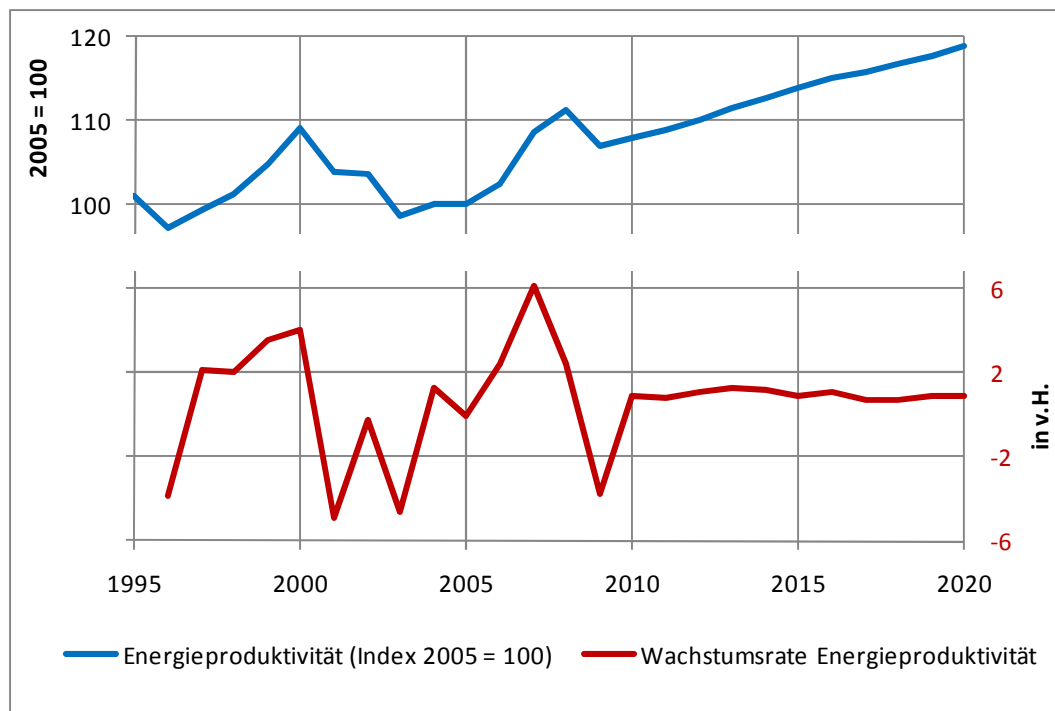


Abbildung 12: Entwicklung der Energieproduktivität (Bruttoinlandsprodukt im Verhältnis zum Bruttoinlandsverbrauch) auf Basis 2005 = 100 und Wachstumsraten

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c, 2009).

Im BAU-Szenario zeigt sich ferner, dass die erneuerbaren Energien ihren Anteil am Bruttoinlandsverbrauch behaupten und auch ausbauen können (vgl. Abbildung 13). Es wird damit deutlich, dass die Nutzung der erneuerbaren Energien auch im BAU-Szenario weiter intensiviert wird, jedoch wesentlich moderater ausfällt als im Szenario „Wir nutzen die richtige Energie“ (vgl. Szenarioannahmen). Der Anteil erneuerbarer Energieträger steigt bis 2020 auf knapp 30 %.

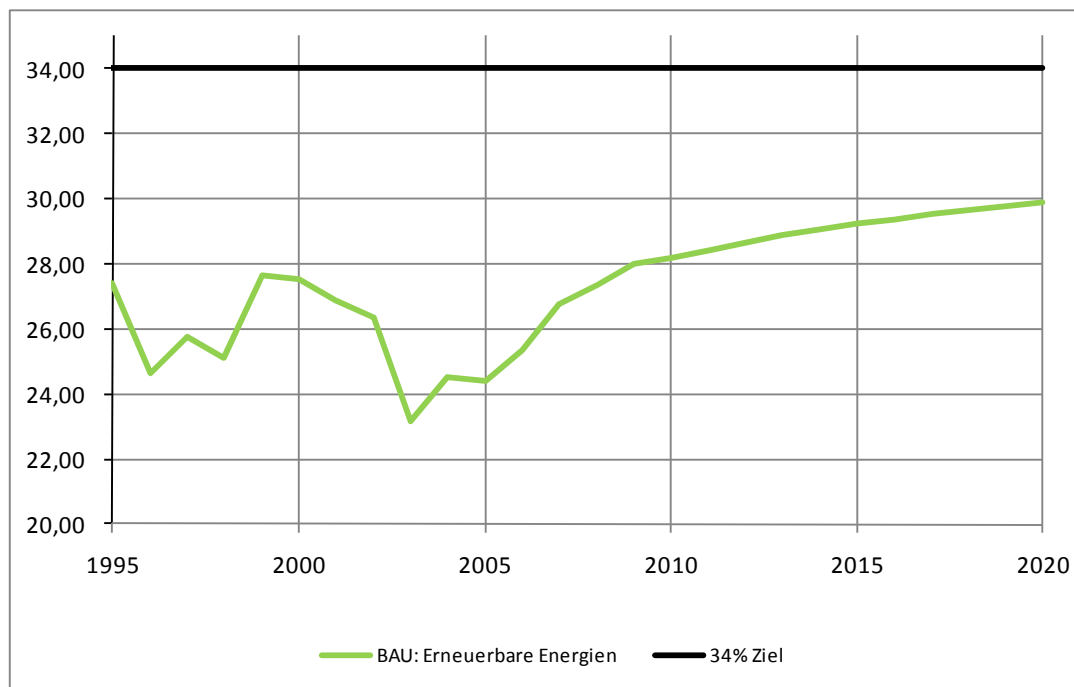


Abbildung 13: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch (in %)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Trotz des höheren Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch ist ein absoluter Anstieg der CO₂-Emissionen im BAU-Szenario unvermeidlich (vgl. Abbildung 14). Der Anstieg belegt, dass ohne weiteres Handeln das Erreichen des österreichischen Kyoto-Ziels (Reduktion der Treibhausgasemissionen um 13 % im Zeitraum 2008-2012 im Vergleich zum Basisjahr 1990 (Umweltbundesamt 2009, S. 13) unwahrscheinlich ist¹⁰.

Während das durchschnittliche Wachstum des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes zwischen 2007 und 2020 1,4 % p. a. beträgt, wachsen die CO₂-Emissionen mit durchschnittlich ca. 0,3 %. Zum Vergleich: In den Jahren 1990 bis 2007 betrug das durchschnittliche Wachstum des Bruttoinlandsproduktes 2,4 %. Die CO₂-Emissionen wuchsen durchschnittlich mit ca. 1 % p. a. Im BAU-Szenario hat, wenn auch nur im geringen Ausmaß, eine relative Entkopplung zwischen beiden Größen stattgefunden.

¹⁰ Das Kyoto-Ziel für Österreich liegt bei 68,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten. Da e3.at nur CO₂ und nicht die gesamten Treibhausgase abbildet, beziehen wir uns in dieser Arbeit auf das CO₂-Stabilisierungsziel von 62,08 Mio. Tonnen CO₂. Würde man das Kyoto-Ziel für 2008-2012 von -13% nur auf diesen Teil beziehen, läge der CO₂-Referenzwert bei ca. 54 Mio. Tonnen.

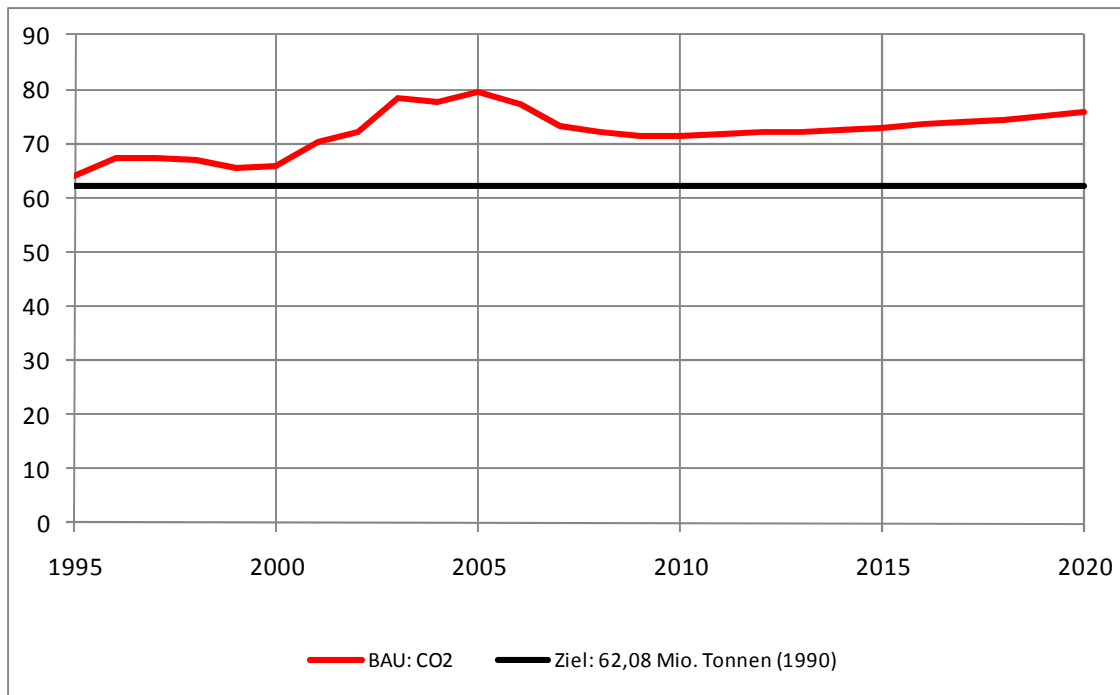


Abbildung 14: Entwicklung der CO₂-Emissionen (in Mio. Tonnen)

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Umweltbundesamt (2008).

Die teilweise festzustellende Entkopplung wird vor allem durch die steigende Energieeffizienz der Wirtschaftsbereiche *sonstiger Landverkehr* und *private Haushalte* erreicht, da diese zusammen ca. 55 % (2007) des energetischen Endverbrauchs ausmachen (vgl. Tabelle 9). Nachdem beide Bereiche keine Verbesserungen in den Jahren 1995 bis 2000 aufweisen, nimmt nun zumindest bei den privaten Haushalten die Energieproduktivität zu. Ab dem Jahr 2005 erhöht sich die Produktivität auch im Bereich sonstiger Landverkehr.

Zu beachten ist, dass die Entwicklung des sonstigen Landverkehrs auf aggregierten Schätzungen beruht und keine detaillierte Modellierung über ein Verkehrsmodell zu Grunde liegt. Die Fortschreibung des Energieverbrauchs des *sonstigen Landverkehrs* muss berücksichtigen, dass dieser nicht nur die Leistungen des Transportsektors, sondern auch die Fahrleistungen der privaten Haushalte umfasst. Demzufolge gehen neben der preisbereinigten Produktionsentwicklung *des Landverkehrs* (Sektor-Klassifikation nach ÖNACE 2003) auch die preisbereinigte Entwicklung der Nachfrage der privaten Haushalte nach *Waren und Dienstleistungen für den Betrieb von Fahrzeugen* in den Schätzansatz ein.

Der Wärmebedarf der privaten Haushalte wird detailliert im Wohnungsbestandsmodell bottom-up bestimmt (vgl. Großmann und Wolter, 2009). Der Stromverbrauch der privaten Haushalte wird in Abhängigkeit des verfügbaren Einkommens und Trends (bspw. effizientere Waschmaschinen, zunehmend mehr Unterhaltungselektronik) erklärt.

Tabelle 9: Entwicklung der Energieproduktivität nach Wirtschaftsbereichen der Energiebilanz

	2007 TJ	durchschnittliche jährliche Wachstumsraten der Energieproduktivität*				
		1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
Eisen- und Stahlerzeugung	39.942	-2,1	3,5	1,6	0,6	1,1
Chemie und Petrochemie	38.014	-2,5	1,7	2,3	-0,4	0,0
Nicht Eisen Metalle	7.666	0,3	0,3	-0,4	0,2	0,3
Steine und Erden, Glas	39.114	-0,3	-0,7	-1,7	0,1	0,1
Fahrzeugbau	6.346	14,6	3,4	3,3	0,2	0,5
Maschinenbau	21.689	4,5	-0,3	1,8	1,9	1,9
Bergbau	6.529	0,0	3,4	-1,1	-2,0	-1,4
Nahrungs- und Genußmittel, Tabak	22.135	0,8	0,7	-0,4	0,3	0,4
Papier und Druck	64.004	1,0	-0,8	0,7	1,4	1,3
Holzverarbeitung	28.931	-7,5	-3,9	-6,2	1,5	0,9
Bau	23.169	-4,4	-6,5	-3,8	0,8	0,2
Textil und Leder	4.620	4,7	-1,5	1,8	0,1	0,8
Sonst. Produzierender Bereich	11.960	22,0	-3,5	-2,4	0,2	0,3
Eisenbahn	8.869	2,3	2,2	2,1	1,6	1,6
Sonstiger Landverkehr	329.084	-0,5	-4,6	2,7	2,2	2,0
Transport in Rohrfernleitungen	8.652	-12,2	0,9	4,7	-0,4	-0,3
Binnenschifffahrt	606	-1,8	-18,5	33,5	-2,1	-3,7
Flugverkehr	31.480	7,3	-1,7	-1,5	0,7	1,0
Öffentliche und Private Dienstleistungen	101.621	3,6	1,0	3,0	2,0	1,4
Private Haushalte**	262.643	-1,7	0,5	0,2	0,0	-0,1
Landwirtschaft	25.547	-2,1	-2,1	3,4	-4,0	1,1

* Energetischer Endverbrauch iVz Produktionswert nach Wirtschaftsbereichen

** Energetischer Endverbrauch iVz Konsumausgaben für Gas, Strom etc.

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria (2008c, 2009).

Bei der Betrachtung des energetischen Endverbrauchs nach Energieträgern fällt vor allem die Entwicklung des Kohleverbrauchs auf (vgl. Tabelle 10). Im Gegensatz zur Vergangenheit geht er bis 2020 nicht weiter zurück. Neben der Wärmeerzeugung in privaten Haushalten wird Kohle vor allem bei der Stahlerzeugung, im Wirtschaftsbereich Steine und Erden sowie im Papier- und Druckgewerbe verwendet. Während Kohle auch in Zukunft bei den privaten Haushalten zur Wärmeerzeugung immer weniger eingesetzt wird (-62 % zwischen 2007 und 2020), wird sie vor allem zur Stahlerzeugung und im Papier- und Druckgewerbe benötigt. Da die Bedeutung der Kohle als Energieträger für private Haushalte auch in 2007 sehr gering war, wird der Rückgang bei den privaten Haushalten durch die Entwicklung im industriellen Sektor überkompensiert.

Tabelle 10: Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern

	Angaben in TJ						durchschnittliche jährl. Wachstumsraten	
	1995	2000	2005	2010	2015	2020	1995-2005	2005-2020
Kohle	35.619	36.719	24.974	25.414	25.709	26.662	-3,5	0,4
Erdöl	-	-	-	-	-	-	-	-
Erdölprodukte	140.110	132.208	134.590	109.397	96.515	90.369	-0,4	-2,6
Benzin, Diesel	224.800	266.794	354.586	324.974	346.985	368.971	4,7	0,3
Gas	144.612	170.611	197.189	183.221	183.847	186.354	3,1	-0,4
Wasser	-	-	-	-	-	-	-	-
Erdwärme	141	206	259	243	297	343	6,3	1,9
Photovoltaik	-	-	-	-	-	-	-	-
Solarthermie	1.494	2.611	3.816	5.937	7.828	9.430	9,8	6,2
Wind	-	-	-	-	-	-	-	-
Fernwärme	35.515	43.045	55.514	67.005	76.302	83.868	4,6	2,8
Wärmepumpen	2.051	2.519	2.896	4.816	7.522	9.996	3,5	8,6
Brennholz	67.354	60.171	72.484	68.970	69.592	69.568	0,7	-0,3
Brennbare Abfälle	5.076	6.081	10.728	16.647	16.755	17.514	7,8	3,3
Biogene Brenn-&Treibstoffe (ohne Pellets, Holzabfälle)	13.321	17.816	18.094	28.622	31.568	34.457	3,1	4,4
Pellets, Holzabfälle	8.619	19.839	27.978	38.139	46.576	53.964	12,5	4,5
Elektrizität	166.123	185.762	203.216	208.849	218.886	232.502	2,0	0,9

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria (2008c).

Die in der Vergangenheit erreichten hohen Zuwächse von Solarthermie und Pellets sind zwar noch deutlich höher als die durchschnittliche Entwicklung über alle erneuerbaren Energieträger hinweg betrachtet, sie gehen aber wegen des Mengeneffekts (Zunahme des Energieverbrauchs) prozentual zurück. Der Einsatz von Brennholz, dem wichtigsten nicht fossilen Energieträger zur Wärmeerzeugung, wird sich - wie in der Vergangenheit - kaum erhöhen. Die Nutzung von Gas als Energieträger zur Wärmeerzeugung stabilisiert sich auf einem Niveau von ca. 186 PJ. Der Verbrauch von Heizöl ist demgegenüber weiterhin rückläufig. Im Ergebnis steigt der Anteil der erneuerbaren Energien am energetischen Endverbrauch (ohne Strom und Fernwärme) leicht an (1995: ca. 15 %; 2020: 22 %). Werden Strom¹¹ und Fernwärme¹² in die Betrachtung mit einbezogen, zeigt sich, dass der Anteil erneuerbarer Energieträger aufgrund des stark steigenden energetischen Endverbrauches leicht abgenommen hat (BMLFUWa, 2009, S. 31).

Ein Blick auf die Bundesländer zeigt, dass sich diese Entwicklung in unterschiedlichem Maße in den Regionen vollzieht. Ausgehend von einem regional unterschiedlichen Energieträgermix, erhöht sich die energetische Nachfrage nach erneuerbaren Energien und verdrängt gleichzeitig fossile Energieträger (vgl. Abbildung 15). Dieser Prozess ist bereits im Zeitraum zwischen 1995 und 2007 zu erkennen und setzt sich annahmegemäß auch in Zukunft fort.

¹¹ Im Jahr 2007 wurden 69 % des Stromes aus erneuerbaren Energien produziert.

¹² Fernwärme wurde 2007 zu 58 % aus fossilen und zu 42 % aus erneuerbaren Energieträgern hergestellt.

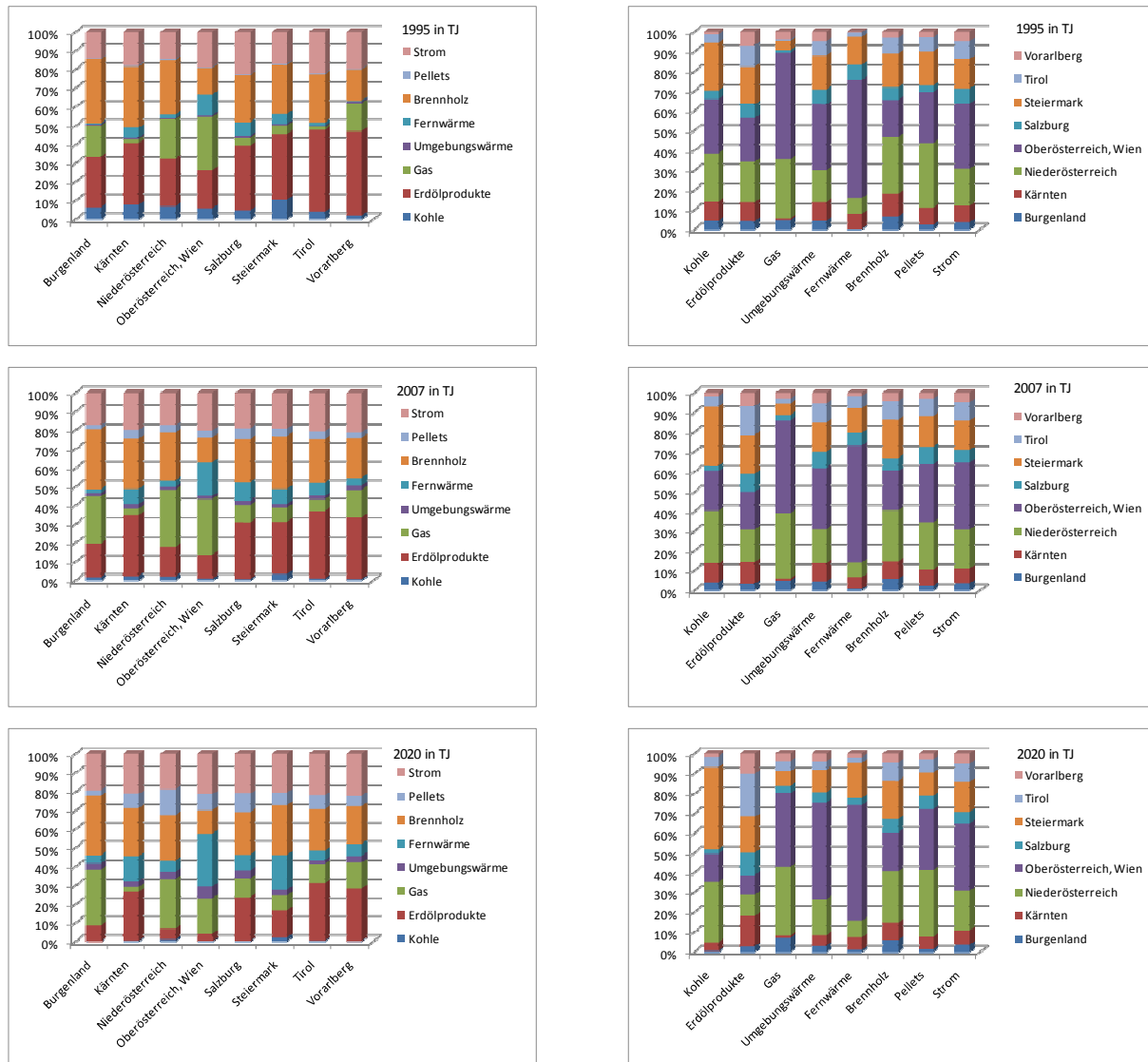


Abbildung 15: Energetischer Endverbrauch der privaten Haushalte in Prozent (v.H.) nach Bundesländern und Energieträgern (1995, 2007, 2020)

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008b)

Vor allem der Einsatz von Kohle zur Wärmeerzeugung in privaten Haushalten reduziert sich in allen Bundesländern massiv. In der Steiermark wird Kohle – bezogen auf den Kohleverbrauch insgesamt – am meisten eingesetzt (vgl. Abbildung 15 rechte Seite).

Der Anteil von Gas am energetischen Endverbrauch der privaten Haushalte gewinnt absolut in allen Bundesländern bis 1999 an Bedeutung. Danach setzt sich vor allem in Vorarlberg, Salzburg und der

Steiermark ein Abwärtstrend in Gang. In dicht besiedelten Räumen wie Wien¹³ erlangt Gas und auch Fernwärme zunehmend an Bedeutung (vgl. Abbildung 15).

Anteilig gewinnen sowohl Solarthermie und Energie aus Wärmepumpen (Umgebungswärme) als auch Pellets und Hackschnitzel an Bedeutung. Je stärker die Regionen einen ländlich geprägten Charakter aufweisen (eher Ein- und Zweifamilienhäuser mit Einzelöfen), desto mehr werden Pellets und Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Oberösterreich und Niederösterreich haben jeweils den größten Anteil an den genannten erneuerbaren Energien.

Abbildung 16 stellt die absolute Entwicklung für fossile und erneuerbare Energieträger sowie Strom und Fernwärme dar.

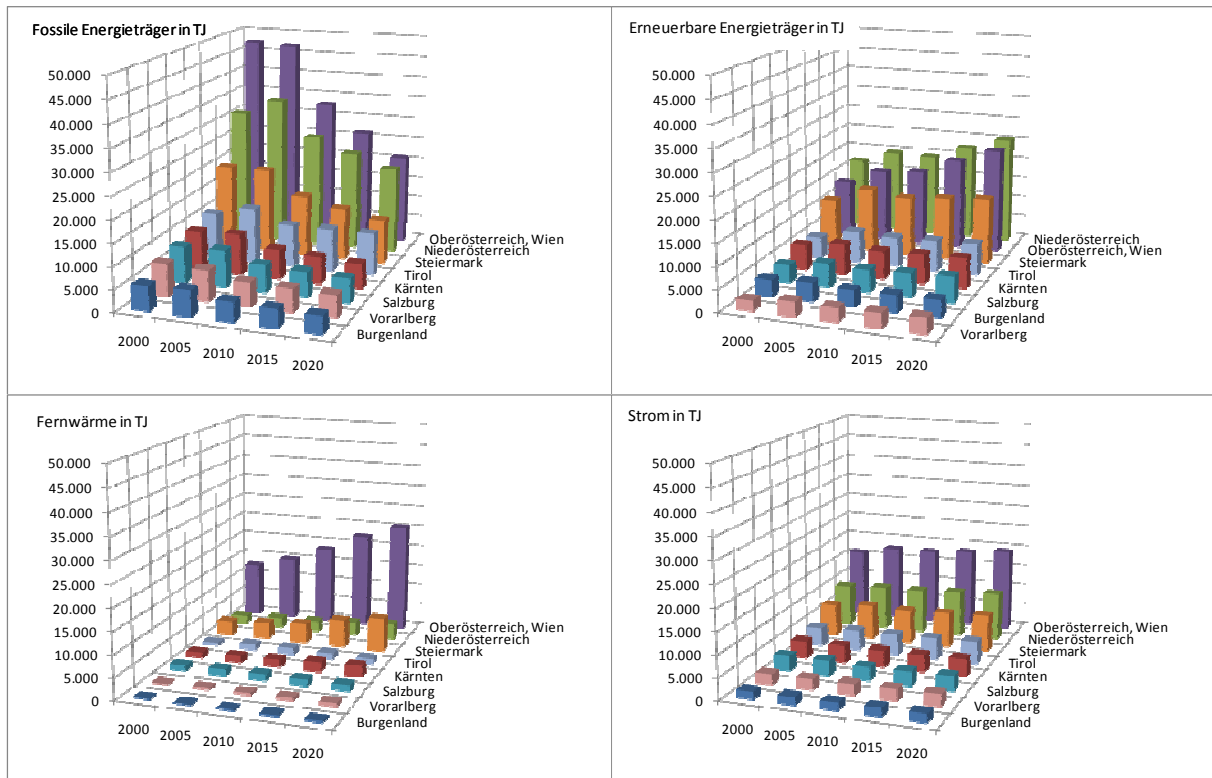


Abbildung 16: Energetischer Endverbrauch privater Haushalte nach Bundesländern und Jahren

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008b).

¹³ Wien und Oberösterreich werden zusammen dargestellt, da die regionalen Energiebilanzen nicht vorlagen.

Abschließend wird die Entwicklung des Energieträgermix bei der Stromerzeugung in Kraftwerken (KW) und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) betrachtet (vgl. Tabelle 11).

Auffällig ist die Entwicklung der Erdölprodukte, die auf der Modellierung der Umwandlungseinsätze für Kraftwerke und KWK-Anlagen beruht. Es wird davon ausgegangen, dass Kapazitäten, die nicht durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden, die Umwandlungseinsätze von fossilen Energieträgern erhöhen. Im BAU-Szenario wird eine moderate Entwicklung der erneuerbaren Energieträger unterstellt.

Photovoltaik und Windenergie wachsen weiter kräftig. Insgesamt erreichen die erneuerbaren Energien ohne Wasser einen Anteil von 13 % im Jahr 2020 (10 % in 2007). Wird Wasserkraft mit berücksichtigt, so liegt der Anteil erneuerbarer Ressourcen an der Stromerzeugung 2020 bei 72 % (69 % in 2007). Unter den getroffenen Annahmen des Basisszenarios kann Österreich bis zum Jahr 2020 den Anteil der Ökostromerzeugung steigern.

Tabelle 11: Entwicklung des Energieträgermix bei der Stromerzeugung (KW und KWK)

	Angaben in TJ					
	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Umwandlungseinsatz						
Kohle	15.557	20.616	25.798	20.076	19.411	20.194
Erdölprodukte	7.622	6.132	5.912	4.920	5.387	5.860
Gas	35.157	31.935	51.605	42.765	46.627	50.649
Wasser	133.442	150.621	129.575	133.035	138.801	144.567
Erdwärme	-	-	7	7	7	7
Photovoltaik	4	12	60	360	862	1.363
Wind	2	240	7.255	8.449	10.437	12.426
Wärmepumpen	-	-	155	150	154	161
Brennbare Abfälle	313	549	1.966	2.524	2.707	2.904
Biogene Brenn-&Treibstoffe	6.546	5.386	7.323	13.056	14.272	15.445
Umwandlungsausstoß						
Elektrizität (KW&KWK)	198.643	215.491	226.655	220.927	231.545	245.949
Anteil der Ökostromerzeugung						
inkl. Wasserkraft	70,6	72,8	64,6	71,3	72,2	71,9
exkl. Wasserkraft	3,5	2,9	7,4	11,1	12,3	13,1

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria (2008c).

Der indikative Zielwert der EU-Richtlinie (RL 2001/77/EG), welcher einen Anteil erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung von 78 % in 2010 (21,1 % ohne Großwasserkraft) vorgibt, kann bei einem Verbrauch von 221 PJ nicht erreicht werden. Der Anteil beträgt lediglich 71,3 % bzw. 11,1 % ohne Wasserkraft (vgl. Tabelle 11) in 2010. Bis 2020 werden in BAU knapp 72% des Stroms durch erneuerbare Energieträger bereit gestellt (13,1% ohne Berücksichtigung der Wasserkraft).

Bei einem unterstellten Referenzwert für den Stromverbrauch von 56,1 TWh (202 PJ) (lt. E-Control 2009, S. 100) wird dieses Ziel – zumindest bei Berücksichtigung der Großwasserkraft – erfüllt. Wird diese Berechnung ohne den Stromerzeugungsbeitrag der Großwasserkraft vorgenommen, beträgt der Anteil lediglich 12 % statt des Richtwertes von 21,1 %.

2.4.2 Entwicklungen im Szenario 1: „Wir nutzen die richtige Energie“

Wirtschaftliche Entwicklung

Zu Beginn erfolgt ein Blick auf die wirtschaftliche Entwicklung: Das Szenario „Wir nutzen die richtige Energie“ beruht auf einem massiven Ausbau erneuerbarer Energien. Damit sind höhere Investitionen verbunden, die das Bruttoinlandsprodukt positiv beeinflussen. Wie bereits beschrieben, geht die Modellierung davon aus, dass ein Großteil der Investitionsgüter auch tatsächlich in Österreich produziert werden kann. Ist dies nicht der Fall, würden steigende Importe das heimische Wachstum bremsen.

Infolge der Investitionen (+ ca. 1,9 % gegenüber BAU in 2020 bzw. 9 Mrd. Euro kumuliert über den Zeitraum 2008 – 2020), steigt das Bruttoinlandsprodukt um 0,05 % (ca. 3,3 Mrd. Euro kumuliert 2008 – 2020). Der Außenhandelssaldo verschlechtert sich marginal.

Ein Blick auf die Beschäftigung zeigt, dass parallel zur wirtschaftlichen Entwicklung die Anzahl der Erwerbstätigen mit steigenden Investitionen im Vergleich zum BAU-Szenario zunimmt. Während im BAU-Szenario die Anzahl der Beschäftigten um 70.000 Personen zwischen 2007 und 2020 (+ 0,16 %) steigt, erhöht sich dieser Wert im Szenario 1 auf ca. 73.000 Personen (vgl. Abbildung 17).

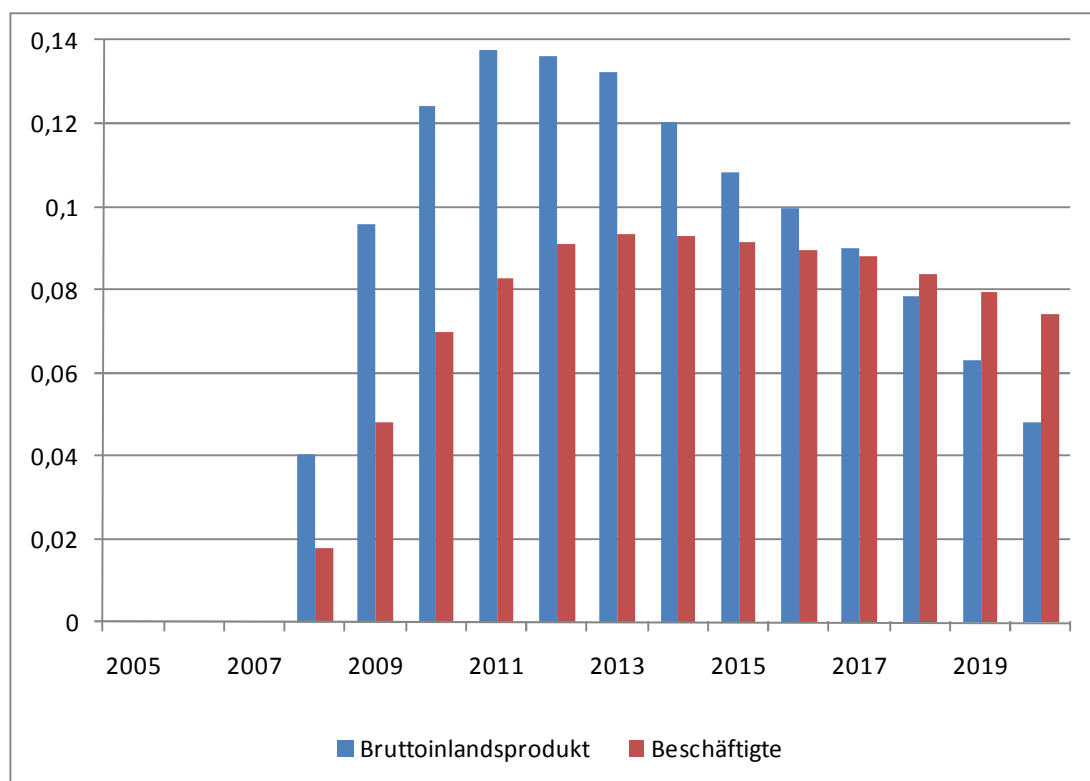


Abbildung 17: Prozentuale Abweichungen der Anzahl der Beschäftigten zwischen dem BAU und dem Szenario 1

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009), HVB (2009).

Eine Betrachtung der Beschäftigungswirkungen in den Wirtschaftsbereichen zeigt, dass sich über die Zeit ein Strukturwandel in Richtung einer stärkeren Dienstleistungsorientierung ergibt, der im Szenario 1 stärker ausfällt als im BAU-Szenario. Am stärksten profitiert der Bereich der unternehmensbezogenen Dienstleistungen mit einem Zuwachs von ca. 1.000 Arbeitsplätzen gegenüber dem Referenzlauf.

Das Szenario „Wir nutzen die richtige Energie“ unterscheidet sich vom BAU deutlich in den Preisentwicklungen der *Bruttoproduktion der Energiewirtschaft* (vgl. Abbildung 18). Neben den höheren Abschreibungen aufgrund der höheren Investitionen wirken auch die höheren Einspeisevergütungen auf die Preisentwicklung. Im Szenario 1 liegen die Preise im Jahr 2020 um 17 % über jenen des BAU-Szenarios. Dabei ist zu beachten, dass davon ausgegangen wird, es seien u. a. genügend Solarzellen verfügbar und dass sich wegen einer eintretenden Knappheit dieses intermediären Inputfaktors keine zusätzlichen Preisentwicklungen ergeben.

Die *gesamtwirtschaftlichen* Einflüsse dieser Preissteigerung sind gering, da z.B. beim privaten Verbrauch nur rund 3,4 % (2007) auf Strom, Gas und andere Brennstoffe entfallen. Im Jahr 2020 ist die Preisentwicklung des gesamten Konsums der privaten Haushalte mit ca. 0,4 % stärker als im BAU-Szenario. Die durchschnittliche Preisentwicklung der gesamten Bruttoproduktion reagiert mit 0,8 % stärker.



Abbildung 18: Preisentwicklung der Bruttoproduktion der Energiewirtschaft, Basisjahr 2000

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009).

Energetische Entwicklung

Die Entwicklung des Energieverbrauchs ist durch das Wirtschaftswachstum sowie durch steigende Preise geprägt (vgl. Abbildung 19). Während anfangs die höheren Investitionen eine höhere wirtschaftliche Dynamik entfalten und damit auch der energetische Endverbrauch ansteigt, wird mit zunehmendem Zeitverlauf die Wirkung der Preisentwicklung einflussreicher, so dass der Verbrauch am Ende des Simulationszeitraums weniger stark vom Referenzlauf abweicht.

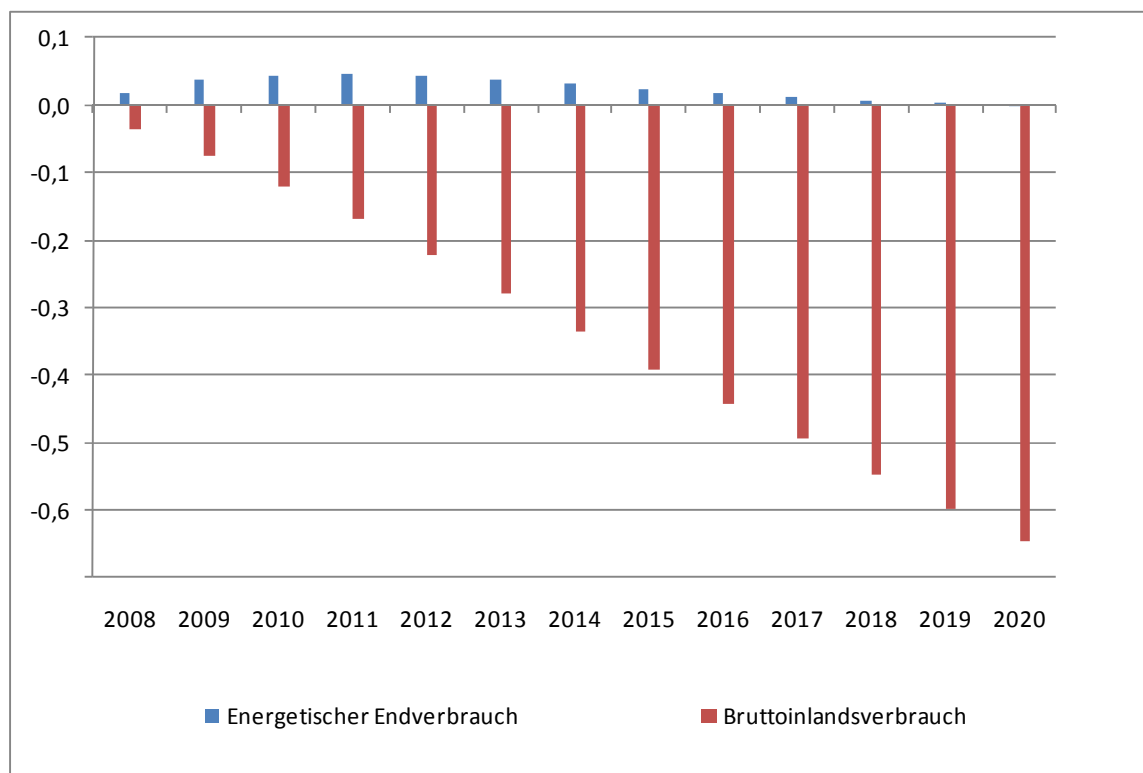


Abbildung 19: Entwicklung des Bruttoinlandsverbrauchs und Energetischen Endverbrauchs – Abweichungen vom BAU-Szenario (in %)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Der Bruttoinlandsverbrauch, der sich definitionsgemäß aus dem energetischen und nichtenergetischen Endverbrauch, dem Eigenverbrauch des Sektors Energie, den Transportverlusten und dem Umwandlungseinsatz abzüglich des Umwandlungsausstoßes berechnet, verringert sich bis zum Jahr 2020 nur sehr geringfügig (-0,63 %) gegenüber dem Basislauf. Diese Reduktion des Energieverbrauchs kommt durch die etwas höhere Energieeffizienz der erneuerbaren Energietechnologien zustande.

Da erneuerbare Energieträger zumeist direkt beim Endverbraucher verortet sind, treten keine Verluste beim Transport auf (Erzeugung beim Verbraucher) und der Wirkungsgrad (das Verhältnis von Umwandlungseinsatz zu Umwandlungsausstoß) ist oftmals größer als bei herkömmlichen Umwandlungsanlagen. D. h. durch die Verdrängung der fossilen Energieträger, die zentral in den Anlagen (KWK, Kraftwerke, Heizwerke etc.) von Primärenergieträgern in Sekundärenergieträger umgewandelt werden, verringern sich dementsprechend die Transportverluste und je nach Grad der dezentralen Erzeugung reduziert sich annahmegemäß auch der Energieeinsatz im Sektor Energie (Eigenverbrauch und Umwandlungseinsatz). Beide Faktoren bewirken einen Rückgang des Bruttoinlandsverbrauches gegenüber dem BAU-Szenario.

Die Zusammensetzung des energetischen Endverbrauchs nach Energieträgern spiegelt die unterstellten Potenzial- bzw. Verbrauchsentwicklungen wider (vgl. Abbildung 20). Der Ausbau der erneuerbaren Energien drängt die fossilen Energieträger zurück. Der Verbrauch von Strom steigt leicht an. Dies ist unter anderem auf den massiven Einsatz von Wärmepumpen zurückzuführen, die ihrerseits für den Betrieb Strom benötigen. Je nach Technologie ist das Verhältnis zwischen Strom und Wärme 1:3 oder 1:4. Durch den Zuwachs an erneuerbaren Energieträgern steigt im Bereich Strom der Anteil erneuerbarer Energieträger auf 74,5 % (13,3 % ohne Wasserkraft) in 2010 bzw. 84,1 % (21,3 %) in 2020. Damit wird auch in diesem Szenario das 78 % Ziel für 2010 verfehlt.

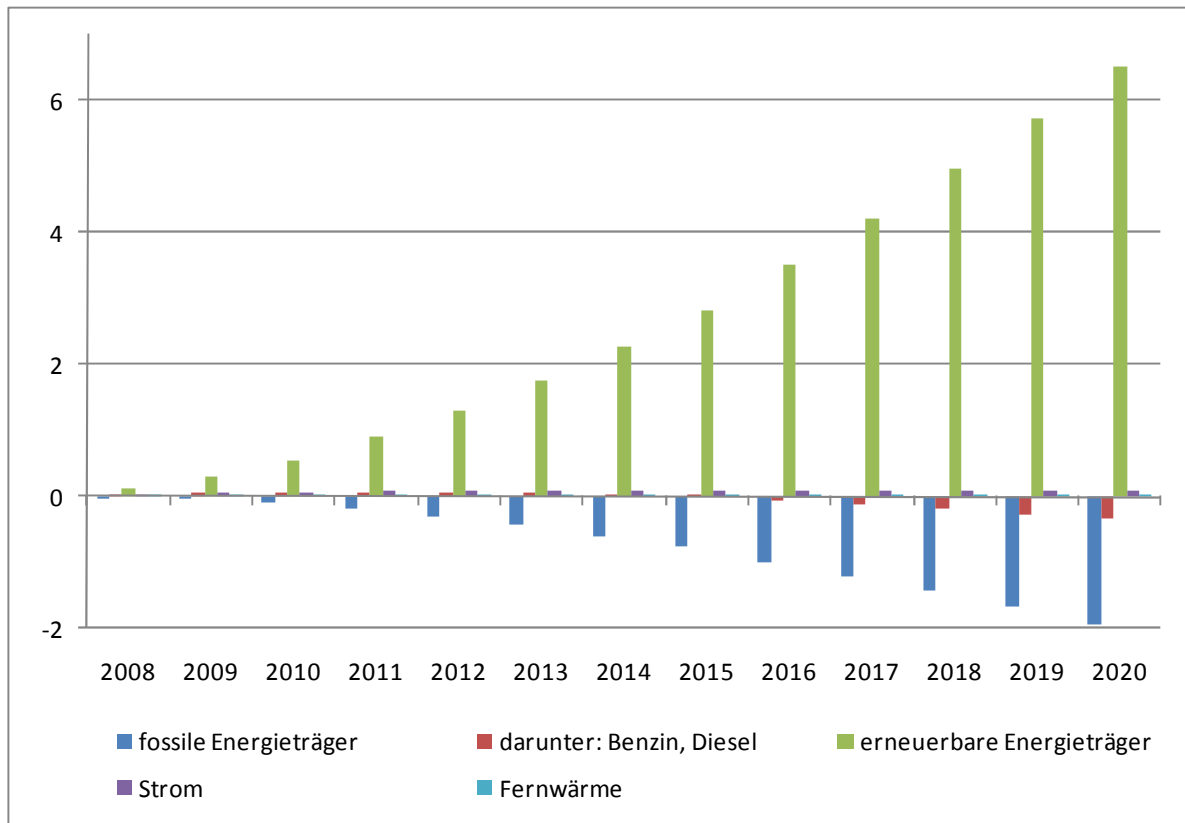


Abbildung 20: Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern, Abweichungen vom BAU-Szenario in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Ein Blick auf die Bundesländer zeigt die regionalspezifischen Entwicklungen: Grundsätzlich vollzieht sich in allen Bundesländern in den privaten Haushalten ein Umstieg von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien. Das Ausmaß hängt stark von der Siedlungsstruktur ab. Einerseits wird, je dichter besiedelt eine Region ist, umso eher Fernwärme zur Deckung des Wärmebedarfs eingesetzt. Andererseits ist der Energieverbrauch stark von der Anzahl der Haushalte abhängig (vgl. Abbildung 21). Wien mit 915.000 Haushalten, gefolgt von Nieder- und Oberösterreich (718.000 bzw. 628.000 Haushalte) hat demzufolge den höchsten Energiebedarf. Burgenland mit den wenigsten Haushalten in Österreich (118.000 Haushalte) verbraucht am wenigsten Energie.

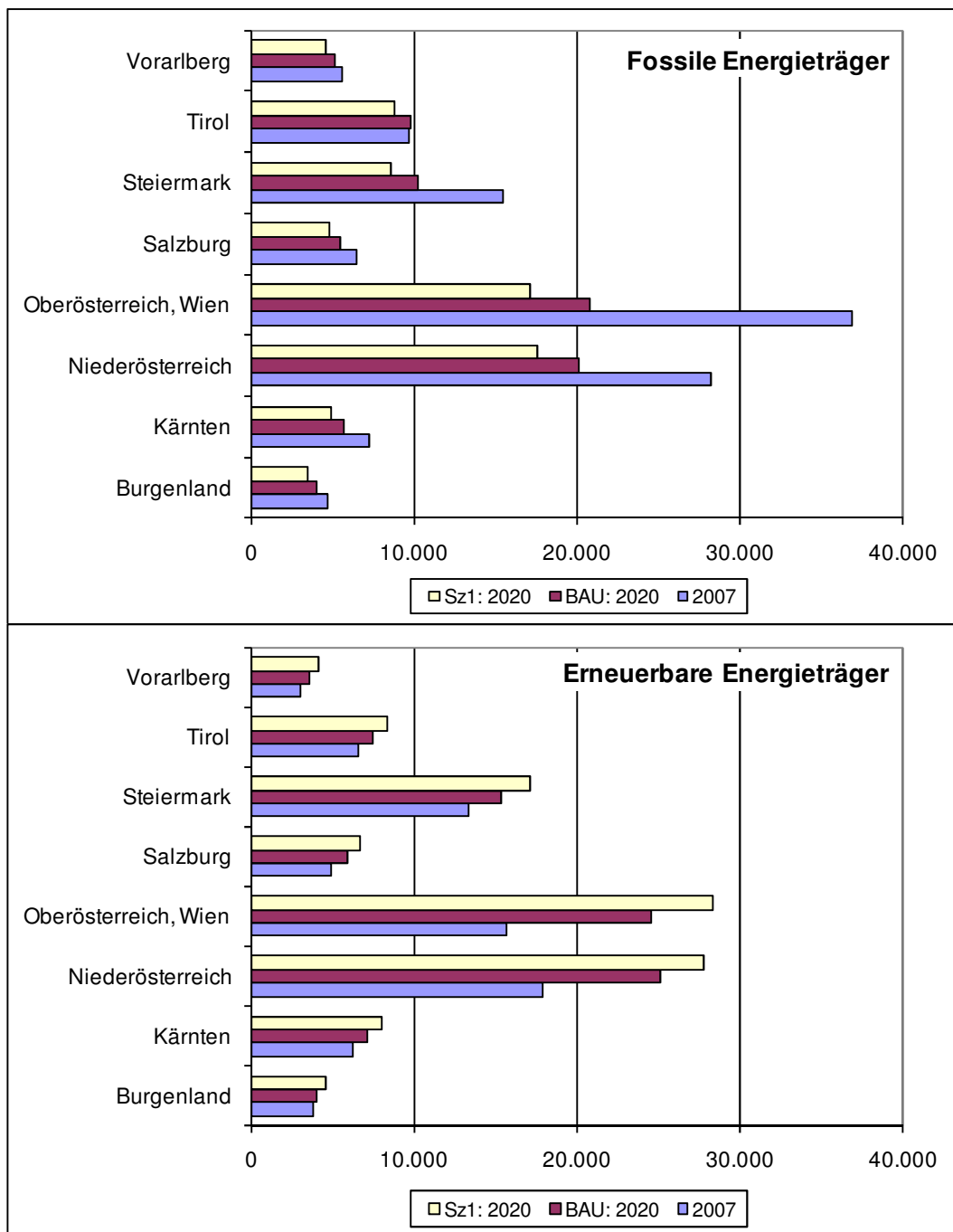


Abbildung 21: Energetischer Endverbrauch privater Haushalte (in TJ) nach Energieträgern (ohne Strom und Fernwärme) und Bundesländern

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008b).

Für das Szenario „Wir nutzen die richtige Energie“ zeigt sich, dass ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien zu dem gewünschten deutlich höheren Anteil am Energieträgermix führt (vgl. Abbildung 22). Einen erheblichen Beitrag leisten dazu die privaten Haushalte. Sie setzen im Szenario 1 im Jahr 2020 ca. 20.000 TJ mehr an erneuerbaren Energien gegenüber dem BAU-Szenario ein. Der Einsatz im Bereich der Energieumwandlung erhöht sich annahmegemäß um ca. 45.000 TJ, um Strom und Wärme zu erzeugen.

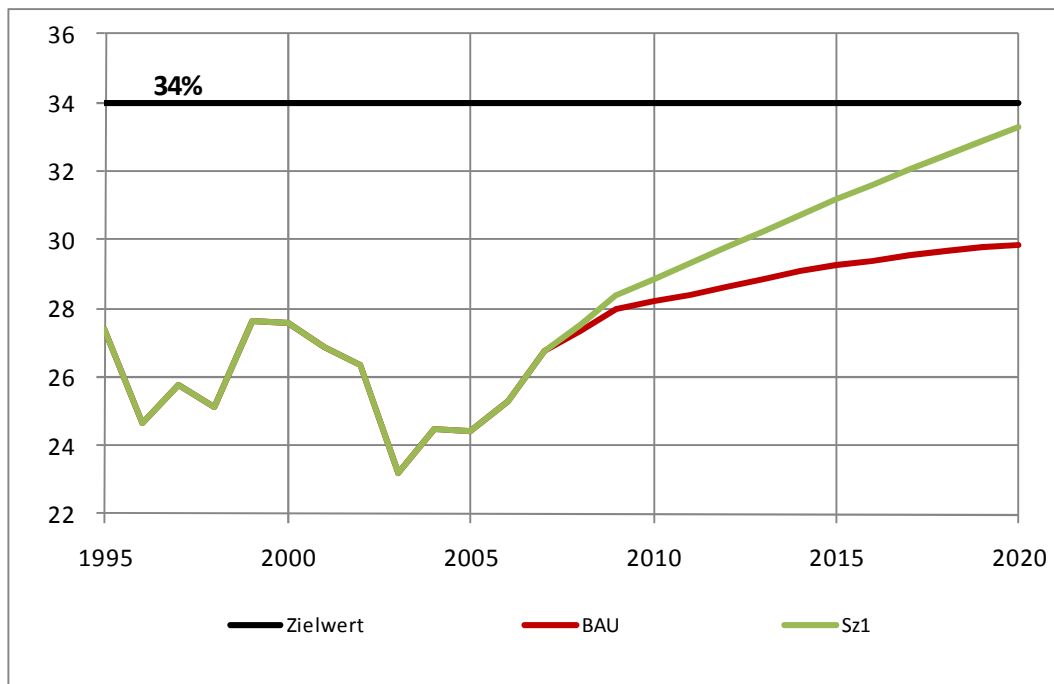


Abbildung 22: 34 %-Ziel¹⁴

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Das Ziel, im Jahr 2020 34 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen zu decken, wird in diesem Szenario knapp verfehlt. Einerseits ist die Zielerreichung vom gesamtwirtschaftlichen Wachstumspfad abhängig, andererseits wurden in diesem Szenario ausschließlich der Ausbau erneuerbarer Energien fokussiert und weitere wichtige Komponenten außer Acht gelassen. Dazu zählt insbesondere die energetische Sanierung des Wohnungsbestandes oder der effizientere Einsatz von Energie bei den privaten Haushalten sowie Verhaltensänderungen der VerbraucherInnen. Die Entwicklung der Energieverbräuche im Verkehr spielt bei der Erreichung des 34 %-Ziels eine wichtige Rolle. Da der Verkehrsbereich allein 30 % des energetischen Endverbrauchs umfasst, ist die unterstellte Entwicklung ein nicht unerheblicher Einflussfaktor. Würde man für den Verkehrsbereich einen Energieverbrauch von ca. 390 PJ in 2020 unterstellen – was einer Fortschreibung der historischen Zahlen entspricht – erreichen die erneuerbaren Energien nur einen Anteil von ca. 32,3 % in 2020. Demgegenüber wird *ceteris paribus* bei einer unterstellten Entwicklung von 355 PJ in 2020 das Ziel so gut wie erreicht (33,3 %). Die hier getroffene, niedrigere Annahme beruht auf Erkenntnissen des VCÖ (2003).

Die CO₂-Emissionen verringern sich gegenüber dem Referenzlauf bis zum Jahr 2020 um 6,7 % aufgrund der Abkehr von fossilen Energieträgern und Zuwendung zu erneuerbaren Energien. Aber auch hier ist festzustellen, dass der Zielwert von 1990 (62,08 Mio. Tonnen CO₂) im Simulationszeitraum nicht erreicht werden kann (vgl. Abbildung 23). Nichtsdestotrotz findet eine deutliche Entkopplung der CO₂-Emissionen vom Bruttoinlandsprodukt statt.

¹⁴ Berechnung erfolgte auf Basis der EU-Richtlinie 2008/0016 (COD).

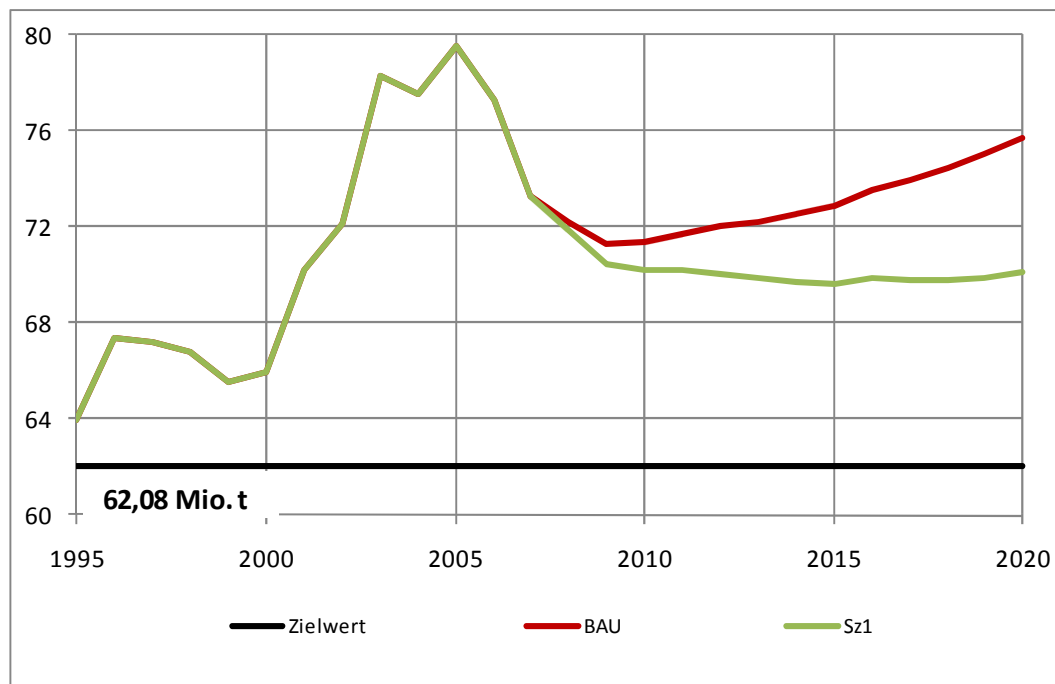


Abbildung 23: Zielwert CO₂-Emissionen

Quelle: Eigene Berechnung & Darstellung basierend auf Umweltbundesamt (2008).

2.4.3 Entwicklungen im Szenario 2: „Wir nutzen Energie richtig“

Das Szenario „Wir nutzen Energie richtig“ beruht auf Effizienzsteigerungen, die insbesondere auf der qualitativ und quantitativ verbesserten Wohnbausanierung beruhen. Annahmegemäß wird die Sanierungsquote um einen Prozentpunkt gegenüber dem BAU-Szenario erhöht (2 % statt 1 %). Darüber hinaus wurde eine Sensitivitätsanalyse im Rahmen des Szenarios „Wir nutzen Energie richtig“ durchgeführt, um die in Modellrechnungen und (politischen) Strategiepapieren häufig unterstellte Sanierungsrate von 3 % zu berücksichtigen (dieses Sensitivitätsszenario ist als 2.1 gekennzeichnet), obwohl ihre kurzfristige Erreichung wenig plausibel erscheint (vgl. e-co Working Paper 2: Bohunovsky, 2010). Christian et al. (2008) führen beispielsweise aus, dass eine derartige Erhöhung allein schon aufgrund der nicht so rasch erweiterbaren Kapazitäten in der Bauwirtschaft schwer erreichbar sei. Eher sehen die Autoren eine stufenweise Anhebung der Sanierungsrate auf 3 % bis 2020 als realisierbar, und zwar vor allem im problematischen Gebäudebestand 1945 bis 1980. Entwicklung der Sanierungsquote

Laut Müller (2009) waren im Jahr 2007 zwei Drittel der Wohnungen unzureichend thermisch saniert, davon sind fast alle österreichischen Wohneinheiten der Baualtersklasse bis 1980 (2.433.000 Wohnungen bzw. 69 % aller Wohnungen¹⁵) betroffen. Unter der Annahme, dass der Anteil der ausreichend thermisch sanierten Wohnungen auf Länderebene dem Ergebnis für Österreich folgt (33 %), sind – absolut gesehen – in Wien die meisten Wohnungen ausreichend thermisch saniert (vgl. Abbildung 24). Bezogen auf den Wohnungsbestand der Baualtersklasse bis 1980 zeigt sich gerade in Wien Nachholbedarf. Allerdings sind in Wien ca. 24 % des Gebäudebestands vor 1919 errichtet worden. In vielen dieser Fälle ist die thermisch-energetische Sanierbarkeit nicht gegeben (Rechnungshof 2009, S. 32).

¹⁵ Hauptwohnsitze.

Auf der Ebene der Bundesländer ergibt sich, bezogen auf das Alter des Wohnungsbestandes, ein heterogenes Bild (vgl. Abbildung 24). Vor allem der Wohnungsbestand in Wien hat einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Wohnungen der Baualtersklasse 1980 und älter (81 %). Demgegenüber ist der Anteil des Wohnungsbestandes der Baualtersklasse bis einschließlich 1980 in Vorarlberg mit 61 % recht gering.

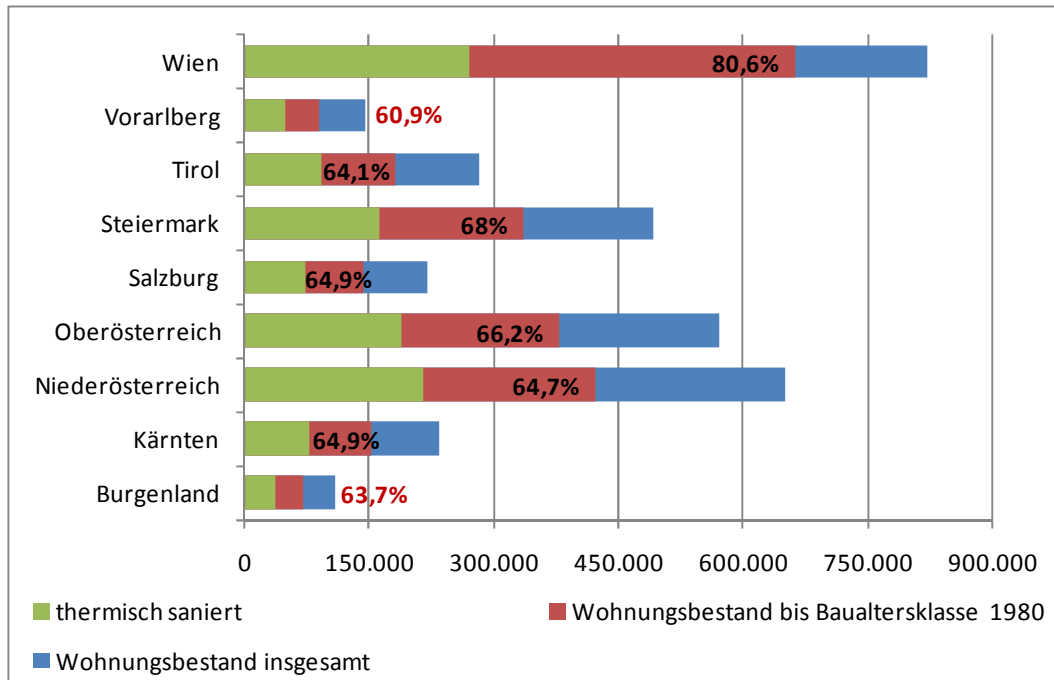


Abbildung 24: Wohnungsbestand 2007 nach Bundesländern

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009b), Müller (2009); die Prozentwerte geben den Anteil des Wohnungsbestandes bis Baualtersklasse 1980 am gesamten Wohnungsbestand an.

Um einerseits die regionalen Unterschiede des Wohnungsbestandes und andererseits annähernd die tatsächlich vorhandene thermisch-energetische Sanierbarkeit zu berücksichtigen, werden für jedes Bundesland einzeln die Sanierungsmaßnahmen modelliert und die Energie- und CO₂-Einsparungen berechnet.

In den Szenarienvorgaben sind Sanierungsraten von 2 bzw. 3 % festgelegt. In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass bei einer unterstellten Sanierungsrate von 2 % p. a. etwa 70.000 Wohnungen thermisch saniert werden, so dass im Jahr 2020 59 % (55%) des Wohnungsbestandes von 2007 (2020)¹⁶ ausreichend thermisch saniert sind. Bei einer nochmaligen Anhebung der Sanierungsrate um einen Prozentpunkt auf 3 % werden kumuliert über den betrachteten Zeitraum (2007 – 2020) um ca. 460.000 mehr Wohnungen thermisch saniert als bei einer Sanierungsrate von 2 %. In 2020 wären somit österreichweit 72 % (67 %) des Wohnungsbestandes von 2007 (2020) saniert.

Die Sanierungsquote¹⁷ reicht von 52 % (2 % jährliche Sanierungsrate) bzw. 63 % (3 % jährliche Sanierungsrate) in Vorarlberg bis zu 57 % bzw. 70 % in Burgenland und Kärnten. Abbildung 25 stellt

¹⁶ Der Wohnungsbestand beträgt in 2020 unter Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung, der Anzahl der Haushalte und der Ab- und Zugänge an Wohnungen 3.816 Tsd. Wohnungen.

¹⁷ Verhältnis von thermisch sanierten Wohnungen zum gesamten Wohnungsbestand in 2020.

den Sanierungsfortschritt für alle Bundesländer für 2020 in absoluten Zahlen dar. Eine darüber hinausgehende Sanierung ist nur begrenzt möglich.

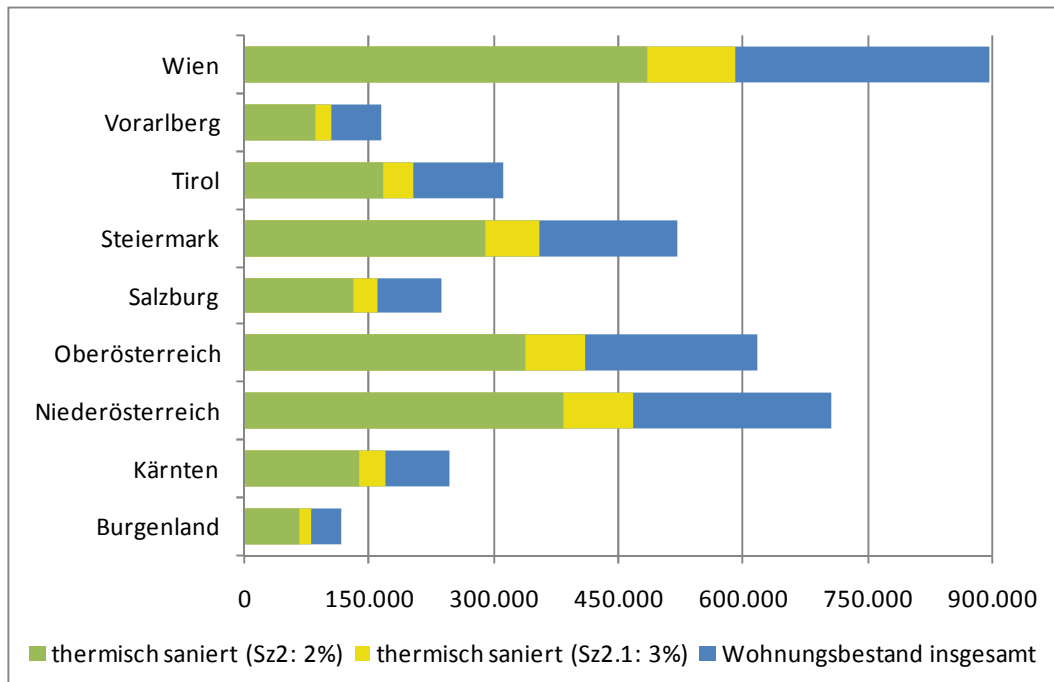


Abbildung 25: Wohnungsbestand 2020 nach Bundesländern Quelle: Eigene Berechnungen & Darstellung.

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009b). Müller 2009.

Wirtschaftliche Entwicklung

Verbunden mit der Wohnbausanierung sind zusätzliche Investitionen in Höhe von ca. 1,5 Mrd. Euro p. a. (Sz. 2) bzw. 3 Mrd. Euro p. a. (Sz. 2.1). Die Finanzierung der Investitionen wird gemäß dem Eigentumsverhältnis – ca. 50 % der Wohnungen werden von EigentümerInnen bewohnt – auch den privaten Haushalten zugeschlagen. Die Hälfte der Tilgungsleistungen trägt der private Haushalt in Form von Konsumverzicht. Die unterstellte jährliche Tilgung in Höhe von 10 % wurde gewählt, um einen Großteil der Tilgungs- und Zinszahlungen im Simulationszeitraum abbilden zu können (Lehr et al. 2008). Abbildung 26 zeigt die Entwicklung der Tilgungszahlungen der privaten Haushalte. Die restlichen 50 % der Finanzierung werden vom Sektor Grundstücks- und Wohnungswesen übernommen.

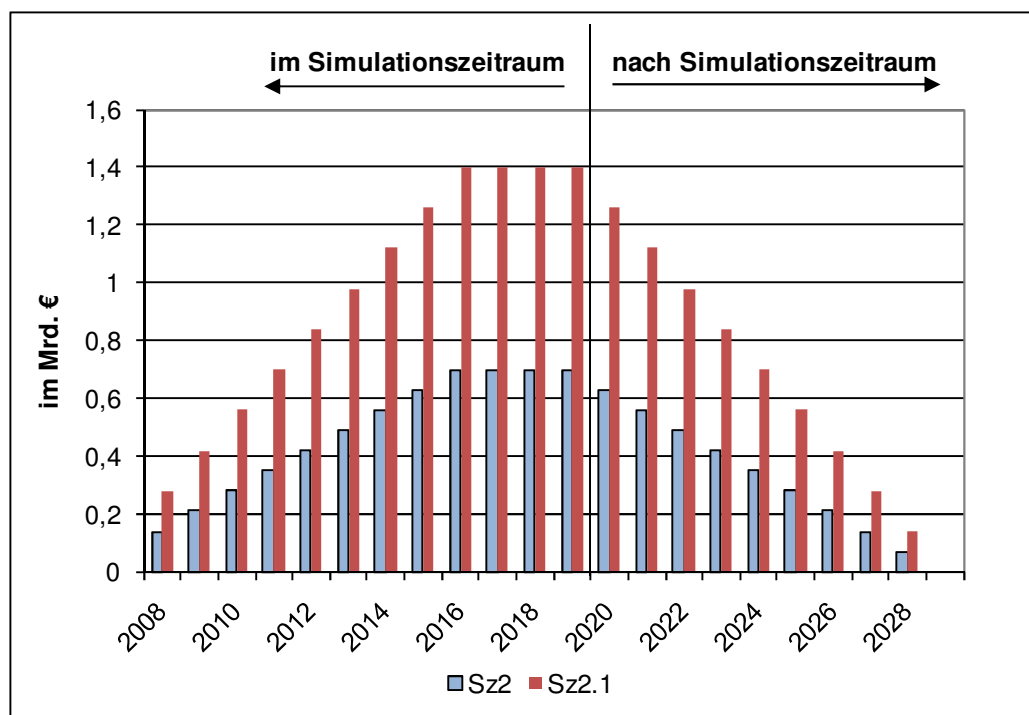


Abbildung 26: Tilgungszahlungen der privaten Haushalte

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung.

Ab dem Jahr 2017 steigen die Zinszahlungen nicht weiter an, da die ersten Sanierungsmaßnahmen bereits im Jahr 2017 vollständig bezahlt sein werden, und in den Folgejahren mehr Anlagen abbezahlt sind, als durch neue Investitionen hinzukommen. Ab dem Jahr 2020 gehen die Zinszahlungen zurück, aber erst im Jahr 2028 werden alle Tilgungszahlungen, die im Zusammenhang mit der Wohnbausanierung stehen, geleistet sein, auch dann, wenn ab 2020 wieder auf dem „alten“ Niveau (wie im BAU-Szenario) saniert wird. Dies bedeutet, dass die Investitionen in die Wohnungsbausanierung auf das „normale Niveau“ zurückgehen, trotzdem die negativen Folgen der Tilgungszahlungen eine zeitlang bestehen bleiben werden.

Für die Tilgungszahlungen im Szenario 2.1 werden die gleichen Annahmen (50 % der Investitionskosten trägt der private Haushalt, jährliche Tilgung 10 %) unterstellt. Aufgrund der höheren Investitionen (3 Mrd. Euro p.a.) steigen die Tilgungszahlungen auf das Doppelte an (vgl. Abbildung 26).

Infolge der Sanierungsmaßnahmen wird Wachstum und Beschäftigung durch die Ausweitung der Bauinvestitionen stimuliert, deren Impulse überwiegend im Inland verbleiben. Ca. 16,5 Mrd. Euro werden kumuliert über den Zeitraum 2008 bis 2020 investiert. Die daraus resultierenden positiven ökonomischen Effekte nehmen im Zeitablauf ab, da der Konsum der privaten Haushalte zunehmend unter den Tilgungsleistungen leidet (vgl. Abbildung 27).

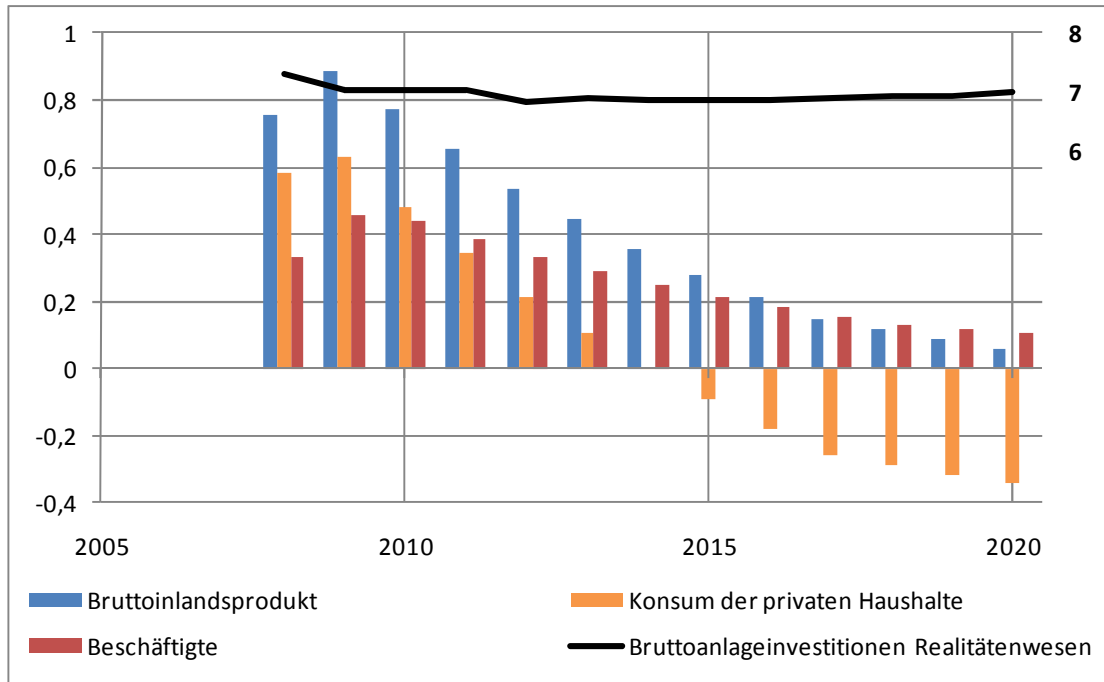


Abbildung 27: BIP, Beschäftigung, Investitionen, Konsum bei einer Sanierungsrate von 2%– Abweichungen vom BAU-Szenario in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009), HVB (2009).

Bei einer 3 %igen Sanierungsrate sind die beobachtbaren Effekte des Szenarios 2 stärker ausgeprägt (vgl. Abbildung 28).

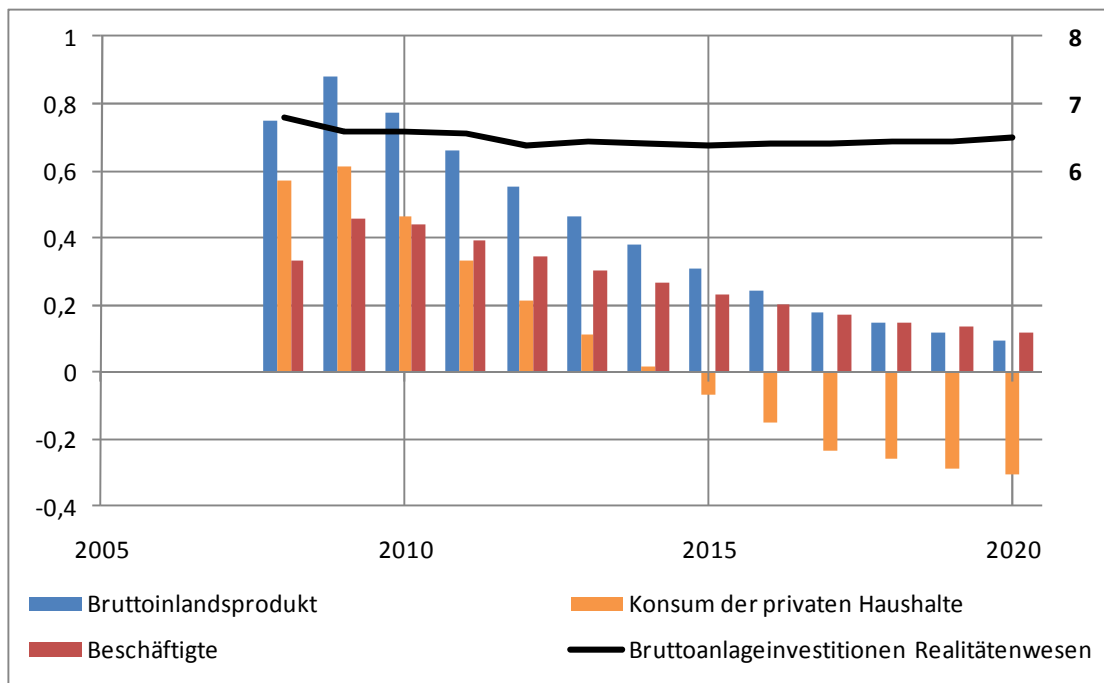


Abbildung 28: BIP, Beschäftigung, Investitionen, Konsum bei einer Sanierungsrate von 3%– Abweichungen vom Szenario 2 in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009), HVB (2009).

Die Bauinvestitionen im Bereich Realitätenwesen sind gegenüber dem Szenario 2 um ca. 1,2 Mrd. Euro p. a. höher und verstärken die positiven ökonomischen Effekte auf die Beschäftigung und das Bruttoinlandsprodukt. Im Zeitablauf nehmen diese positiven Effekte aber ebenso wie im Vergleichsszenario (Sanierungsrate von 2 %) ab, da die Tilgungsleistungen der privaten Haushalte im Zeitablauf zunehmen und dadurch der Konsum der privaten Haushalte leidet.

Energetische Entwicklung

Der energetische Endverbrauch entwickelt sich im Zeitablauf vorerst stärker und ab 2011 schwächer als im Referenzszenario. Der anfangs zu beobachtende Anstieg ist auf den expansiven Effekt der zusätzlichen Investitionen im Wohnungsbau zurückzuführen. Erst im weiteren zeitlichen Verlauf überwiegt der Einspareffekt durch den effizienten Einsatz von Energie zur Wärmeerzeugung, der den energetischen Endverbrauch im Vergleich zum BAU-Szenario zurückgehen lässt (vgl. Abbildung 30).

Der Bruttoinlandsverbrauch im Szenario 2.1 steigt in den ersten zwei Jahren nach Beginn der Sanierungsmaßnahmen noch um 0,4 % bzw. 0,2 % gegenüber dem Referenzlauf BAU an. Die zusätzliche Investitionsnachfrage löst diesen expansiven Effekt aus. Gegenüber dem Szenario 2 (2 % Sanierungsrate) bewirken die verstärkten Sanierungsmaßnahmen größere Energieeinsparungen und damit bereits ab dem 3. Modellierungsjahr einen Rückgang des Bruttoinlandsenergieverbrauchs (vgl. Abbildung 29).

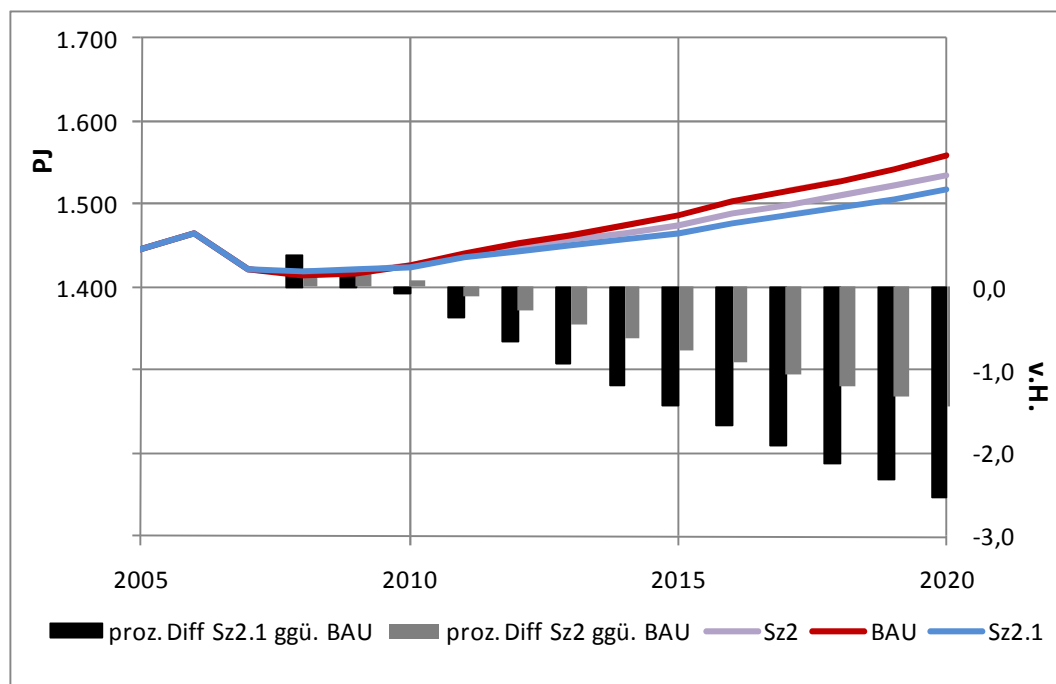


Abbildung 29: Bruttoinlandsverbrauch an Energie – absolut und Abweichungen vom BAU-Szenario in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009).

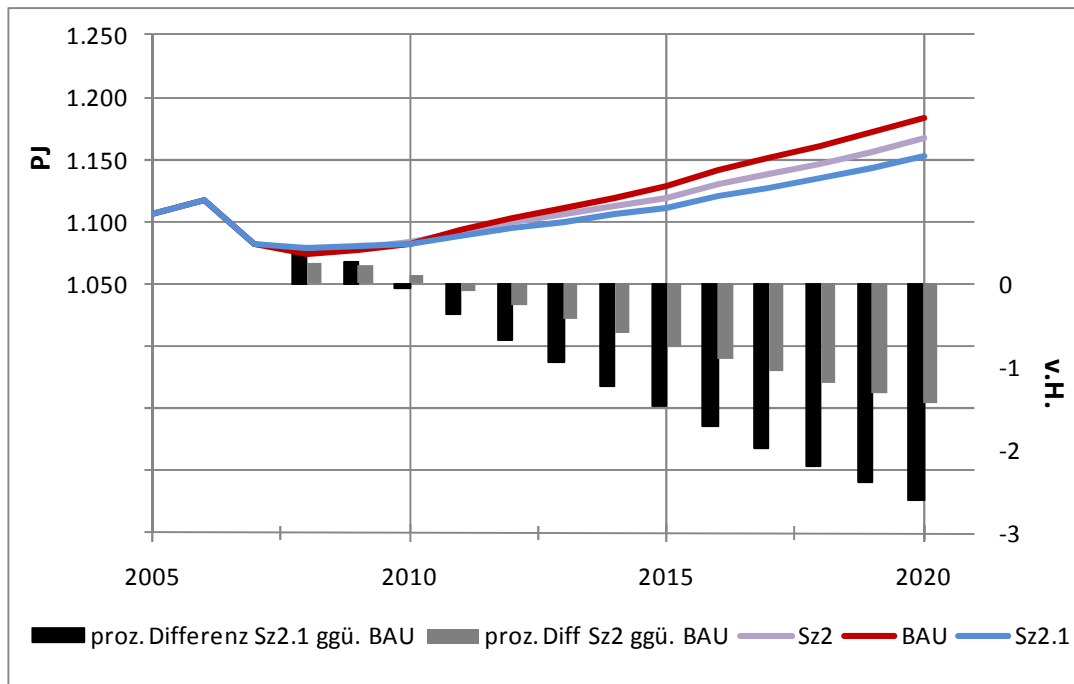


Abbildung 30: Energetischer Endverbrauch – Abweichungen vom BAU-Szenario in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Betrachtet man nur den energetischen Endverbrauch der privaten Haushalte, sieht man auch hier die verringerte Wärmenachfrage durch die thermische Wohnbausanierung (vgl. Abbildung 31). Gegenüber dem BAU-Szenario reduziert sich der energetische Endverbrauch der privaten Haushalte bei einer Sanierungsrate von 2 % im Jahr 2020 um ca. 18 PJ bzw. 6 %. Bei einer Sanierungsrate von 3 % liegt die Reduktion bei 32 PJ bzw. 11,3 % in 2020.

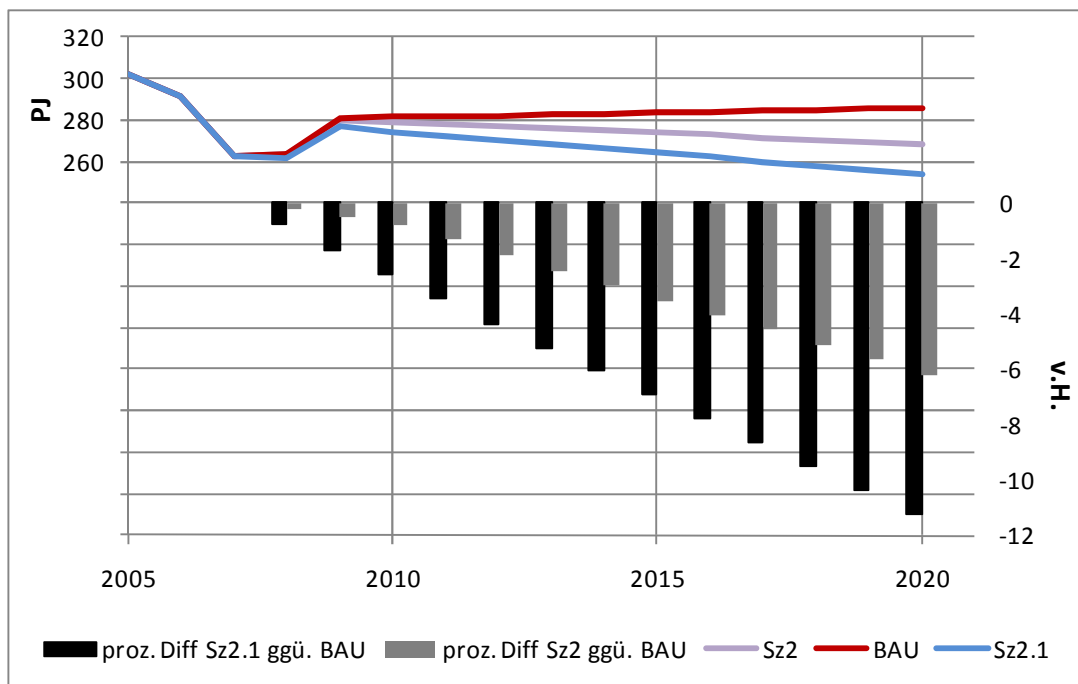


Abbildung 31: Energetischer Endverbrauch der privaten Haushalte – absolut und Abweichungen vom BAU-Szenario in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung¹⁸ basierend auf Statistik Austria (2008c).

Der Energieträgermix verändert sich durch das Effizienzscenario kaum. Der bestehende Energieträgermix wird lediglich effizienter genutzt. Daraus folgt, dass das energie- und umweltpolitische Ziel der Bundesregierung, 34 % des Energieverbrauches aus erneuerbaren Energien zu erzeugen, nicht erreicht wird (vgl. Abbildung 32).

¹⁸ Der starke Anstieg des energetischen Endverbrauchs der privaten Haushalte in den Jahren 2007 bis 2009 ist auf die Anpassung der Heizgradtage auf das Niveau von vor 2007 zurückzuführen.

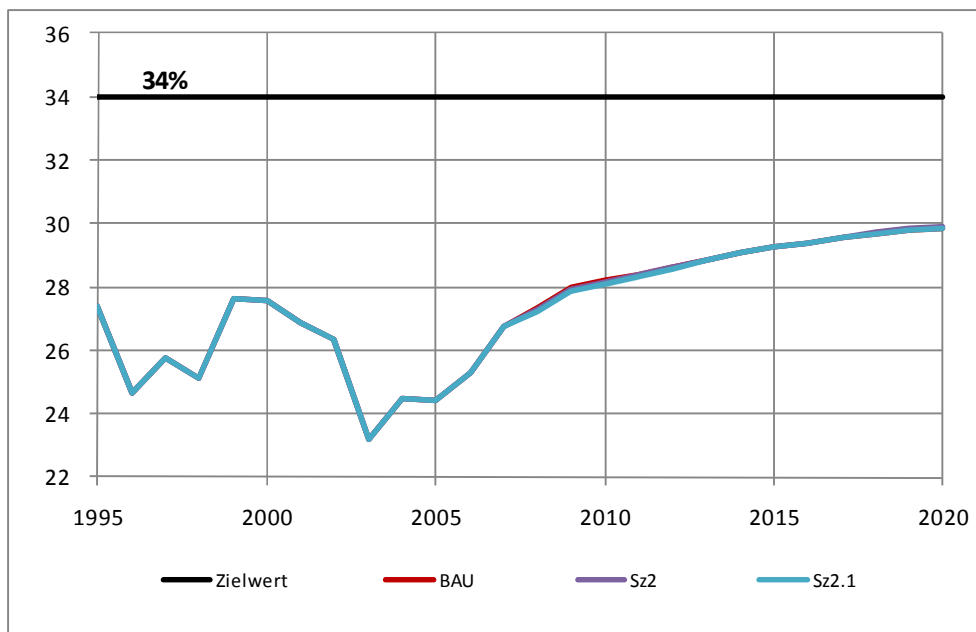


Abbildung 32: Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren gegenüber dem 34 %-Ziel

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Die CO₂-Emissionen verringern sich – in Abhängigkeit von der angenommenen Sanierungsrate – unterschiedlich (vgl. Abbildung 33). Die CO₂-Emissionen steigen auf fast 75 Mio. Tonnen im Szenario 2 mit einer Sanierungsrate von 2 % p.a. beziehungsweise auf knapp 74,5 Mio. Tonnen bei einer Sanierungsrate von 3 % p.a. Bei einer Sanierungsrate von 2 % weichen die CO₂-Emissionen nur geringfügig vom BAU-Szenario ab (-1 %, 0,8 Mio. t.). Wird allerdings eine Sanierungsrate von 3 % unterstellt, so verringern sie sich bis 2020 gegenüber dem BAU-Szenario um -1,7 % (1,3 Mio. t.).

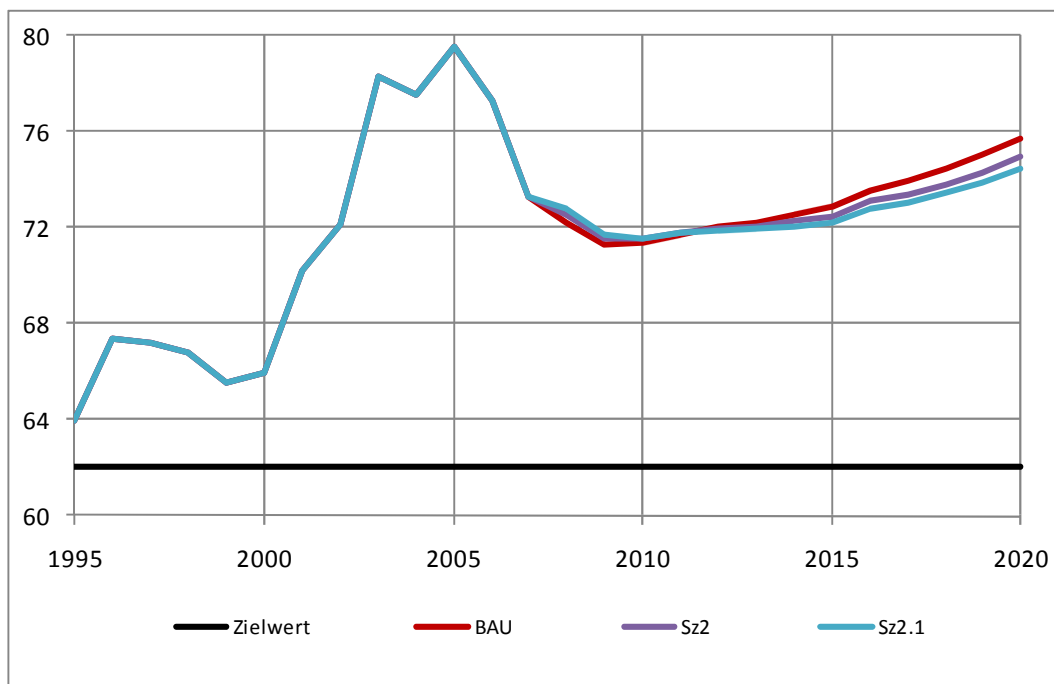


Abbildung 33: Entwicklung der CO₂-Emissionen, 1995-2020

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Umweltbundesamt (2008).

Die Neubauaktivitäten mit höheren energietechnischen Standards sind zwar geeignet, die Emissionen gegenüber dem Referenzlauf zu reduzieren, jedoch führt jeder Wohnungsneubau zu weiteren Emissionen. Eine absolute Reduktion des Energieverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen kann nur erfolgen, wenn entweder der Gebäudebestand nicht weiter zunimmt oder bestehende Gebäude dergestalt saniert werden, dass die Reduktion des Energieverbrauchs bzw. der CO₂-Emissionen des Bestandes größer ist als die Zunahme des Energieverbrauchs durch den Wohnungsneubau. Mit den getroffenen Annahmen (d.h. Fortschreibung historischer Neubauraten, 2 bzw. 3 % Sanierungsrate p. a.) wird dies nicht erreicht.

2.4.4 Entwicklungen im Szenario 3: „Wir nutzen Energie bewusst“

Dieses Szenario beschreibt eine radikale Umkehr bisheriger Verhaltensweisen hin zu einem nachhaltigeren Lebensstil.

Die wesentlichen Stellschrauben des Szenarios in Bezug auf die Modellierung betreffen die Anzahl der Haushalte und die Änderung der Konsumstruktur. Konkret verringert sich die Anzahl der Haushalte um ca. 300.000 gegenüber dem BAU-Szenario (-8 % in 2020) und private Haushalte strukturieren ihre Konsumnachfrage im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (s.u.) um.

Wirtschaftliche Entwicklung

Ein Rückgang der Haushalte ist bei gleichbleibender Einwohnerzahl gleichbedeutend mit einer Zunahme der Personen pro Haushalt. In diesem Szenario wurde unterstellt, dass ab 2010 alle zehn Jahre eine Person pro Haushalt hinzukommt (vgl. Abbildung 34).

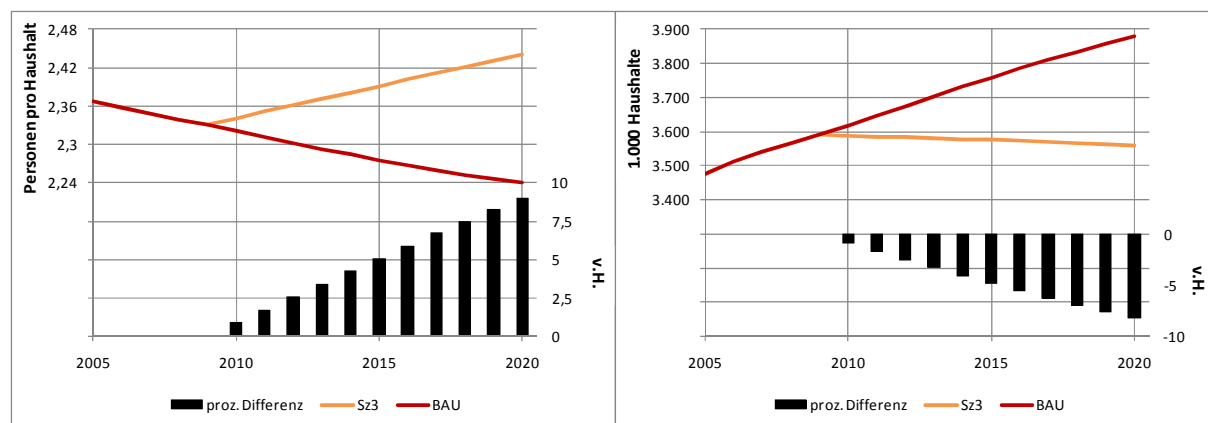


Abbildung 34: Personen pro Haushalt (links), Anzahl der Haushalte (rechts) – Abweichungen vom BAU-Szenario in Prozent (v.H.)

Quelle: Eigene Darstellung. Statistik Austria (2008a)

Durch die steigende Anzahl an Personen pro Haushalt nehmen die Anzahl der benötigten Wohnungen und damit die Zahl der Neubauten ab. Nicht alle Wohnungen sind jedoch für größere Haushalte geeignet. Die Haushalte müssen die Wohnungen an die neuen Erfordernisse anpassen. Dadurch entstehen höhere Ausgaben der privaten Haushalte für den Umbau ihrer Wohnungen. Die privaten Haushalte geben kumuliert zwischen 2010 und 2020 2,5 Mrd. Euro mehr für die Instandhaltung und den Umbau der Wohnungen aus.

Einige Wohnungen können aber nicht auf die Bedürfnisse größerer Haushalte abgestimmt werden. Dementsprechend nehmen die Abgänge an Wohnungen deutlich zu. Das heißt, 2 % der Wohnungen werden jährlich abgerissen bzw. aufgelassen (d.h. sie verbrauchen keine Energie mehr). Die Fertigstellungen von Wohnungen (Neubau) bleiben dadurch positiv und betragen im Durchschnitt 18.000 Wohnungen p. a.

Im Ergebnis leidet das Bauwesen unter diesen Entwicklungen. Die sinkenden Wohnungsbauinvestitionen sorgen für einen Rückgang des Produktionswerts und damit auch der Beschäftigung in der Baubranche gegenüber dem Referenzlauf um durchschnittlich ca. 6 % p. a. (Produktionswert) bzw. 5 % p. a. (Beschäftigung).

Das Ergebnis hängt stark davon ab, wie hoch die notwendigen Ausgaben für die Anpassungen der Wohnungen ausfallen. Erkenntnisse aus Fallstudien – z. B. Mehrgenerationenhäuser – müssen für eine genauere Abschätzung der Kosten ins Kalkül gezogen werden, um valide Aussagen zu treffen. Im Rahmen des Projektes war das nicht zu leisten.

Annahmegemäß ändern sich die Bedürfnisse der privaten Haushalte dahingehend, dass sie sich energiebewusster verhalten (z. B. Wäscheleine statt Wäschetrockner) und ihre (PKW-)Mobilität einschränken. Im Gegenzug werden vor allem Dienstleistungen stärker nachgefragt.

Die Umstrukturierung der Konsumnachfrage der privaten Haushalte löst positive Wachstumsimpulse aus. Einerseits werden gemäß Szenariovorgabe Güter mit hohem Importanteil weniger nachgefragt, andererseits steigt die Nachfrage nach Dienstleistungen mit geringerer Arbeitsproduktivität (vgl. Abbildung 35).

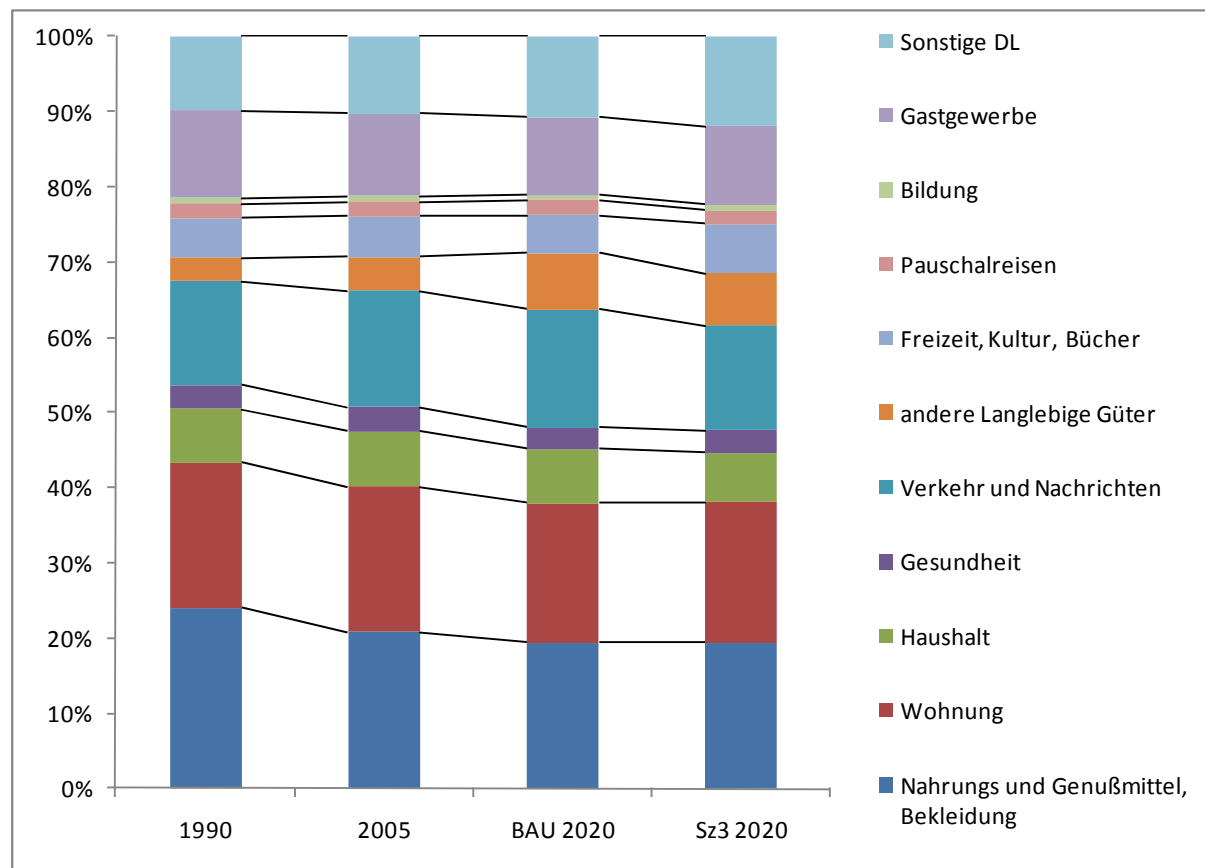


Abbildung 35: Struktur der Konsumverwendung

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009).

Die stärkere Nachfrage nach Dienstleistungen bewirkt eine Zunahme der Beschäftigten in den dienstleistungsorientierten Wirtschaftsbereichen. Abbildung 36 zeigt die Struktur der ArbeitnehmerInnen im Jahr 2020 für das BAU-Szenario und das Szenario 3.

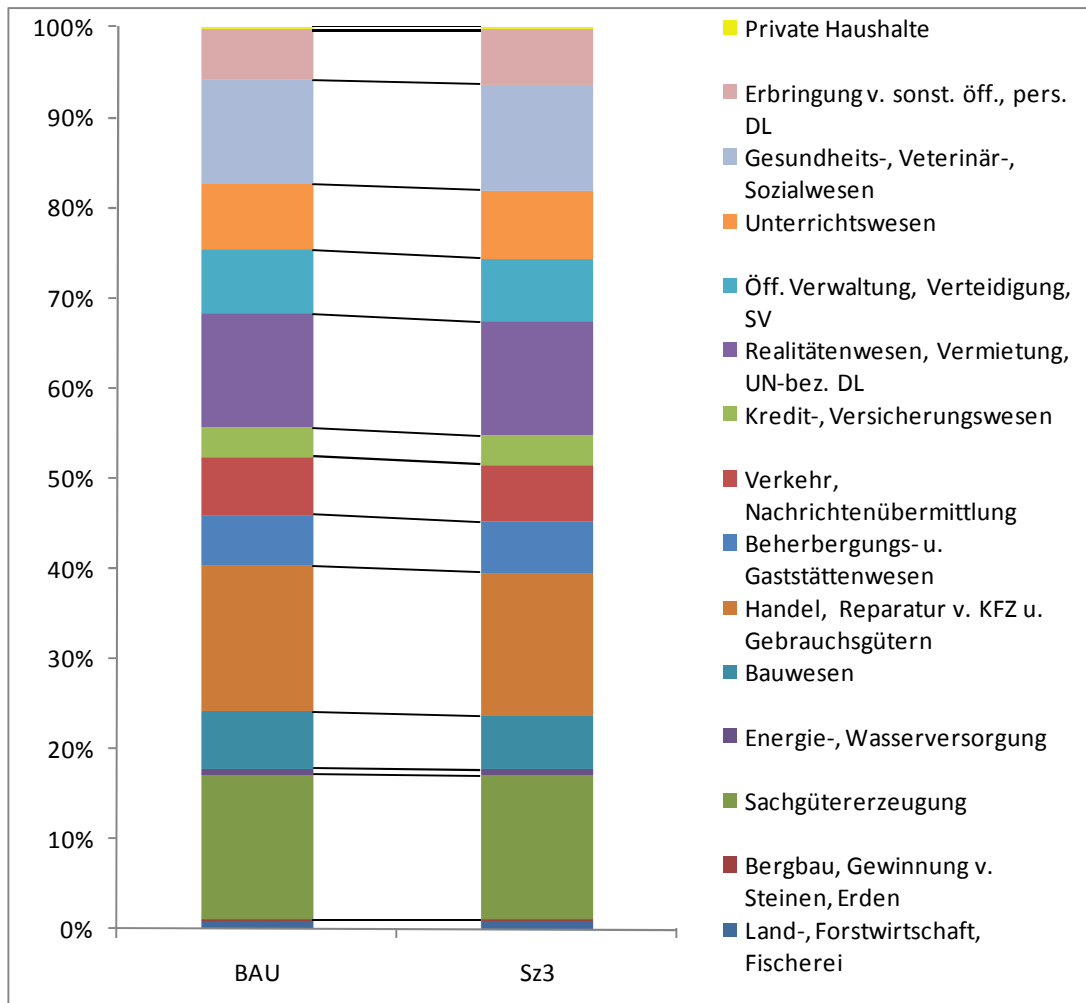


Abbildung 36: Struktur der Beschäftigten im Jahr 2020

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf HVB (2009).

Die Auswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung aller Annahmen des Szenarios „Wir nutzen Energie bewusst“ sind in Abbildung 37 dargestellt.

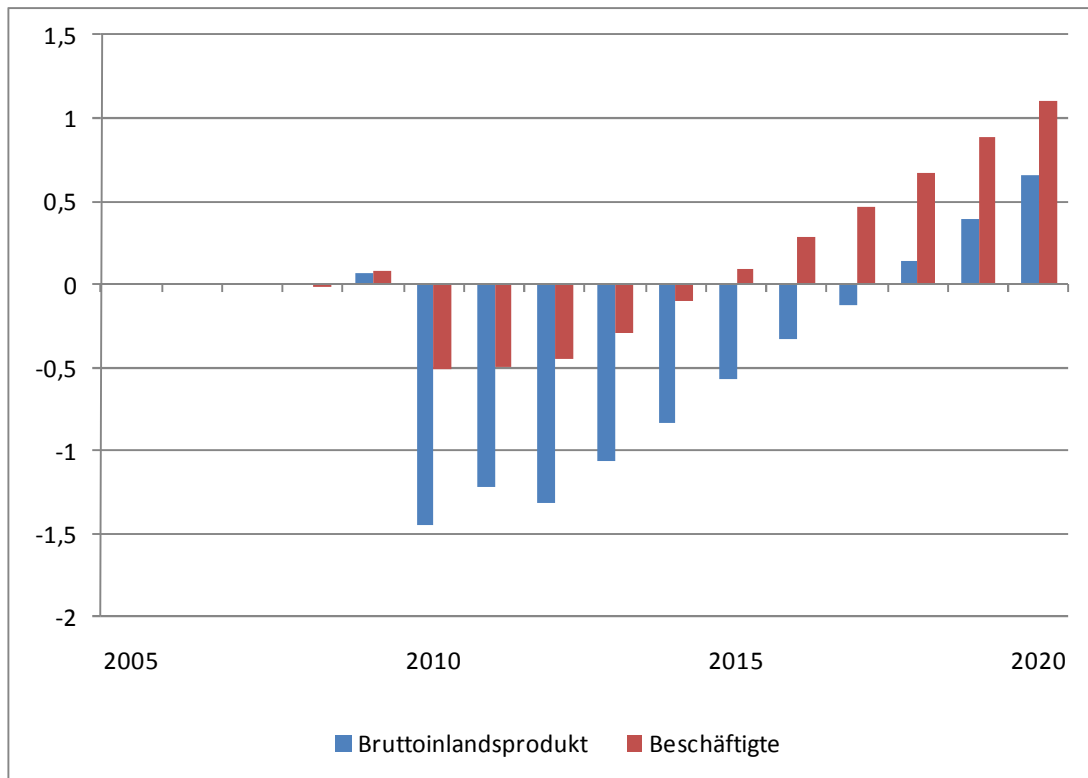


Abbildung 37: Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung – Abweichungen vom BAU-Szenario in v. H.

Quelle: Eigene Berechnungen & Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009), HVB (2009).

Die anfangs negativen Effekte der sinkenden Wohnungsbauinvestitionen (ab 2010) werden langfristig ausgeglichen. Die zunehmende Nachfrage nach Dienstleistungen führt zu mehr Beschäftigung, die den Rückgang der Erwerbstätigen in der Baubranche ab 2015 überkompensiert. Letztendlich kann der Umstieg hin zu einem nachhaltigeren Lebensstil durchaus mit einer positiven ökonomischen Entwicklung einhergehen, er ist allerdings vorübergehend mit Einschränkungen verbunden.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen sind stark davon abhängig, in welcher Weise die Haushalte ihre Konsumstruktur ändern. Eine generelle Antwort auf die Frage nach den wirtschaftlichen Folgen kann hier nicht gegeben werden. Immerhin bleibt festzuhalten, dass es Konsummuster geben kann, die sich grundsätzlich positiv auswirken.

Energetische Entwicklung

Für das 34 %-Ziel bedeuten die Szenariovorgaben eine Verbesserung gegenüber dem BAU-Szenario. Der Anteil erneuerbarer Energien erhöht sich gegenüber dem Referenzszenario in 2020 um zwei Prozentpunkte auf 31,8 % (vgl. Abbildung 38). Der Anteil erneuerbarer Energien im Elektrizitätsbereich steigt nur auf 71,8 % in 2010 und 72,2 % in 2020 – auch hier wird das 78 % Ziel für 2010 deutlich verfehlt.

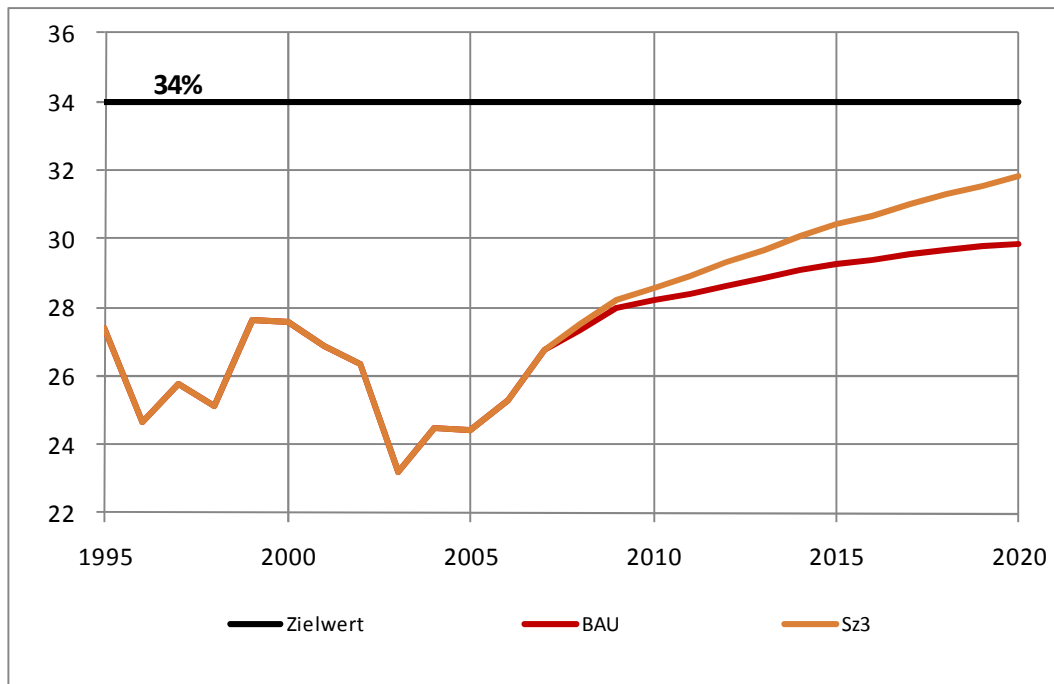


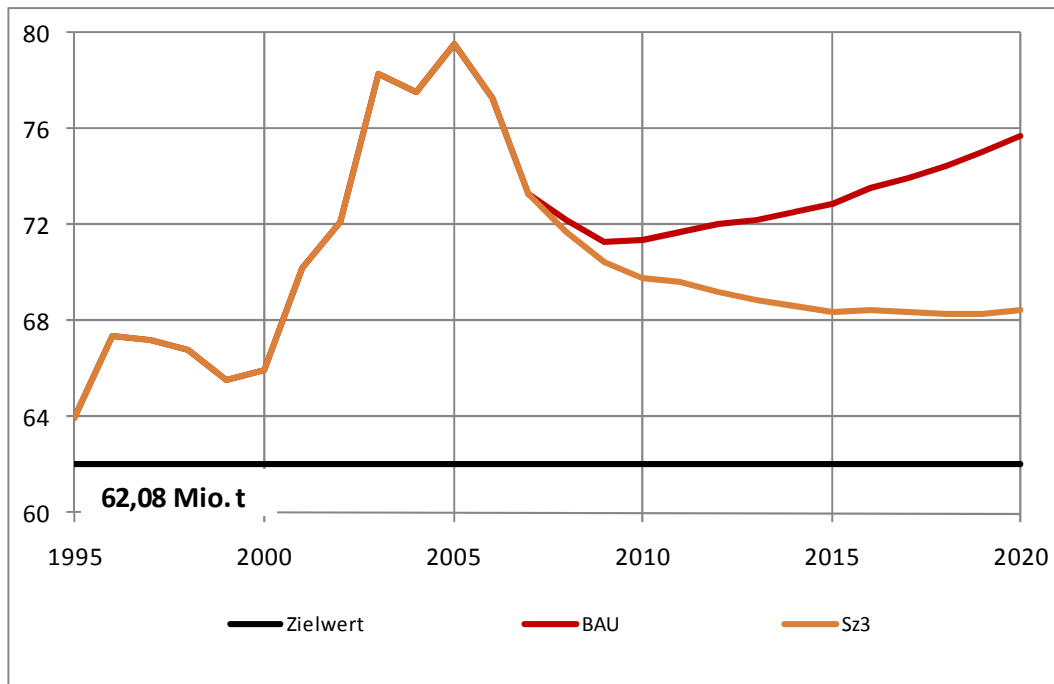
Abbildung 38: 34 %-Ziel

Quelle: Eigene Berechnungen & Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Die Verbesserung wird hauptsächlich durch die höheren Wohnungsabgänge (d.h. Abbrüche bzw. ohne Nutzung) getragen. Der Energieträgereinsatz zur Wärmeerzeugung wird bei Gebäuden älterer Baualtersklassen überwiegend aus fossilen Energieträgern gespeist. Der Abgang dieser Wohnungen/Gebäude aus dem Bestand bewirkt somit auch diese Veränderung des Energieträgermixes zugunsten der erneuerbaren Energien.

Damit einher geht auch ein Rückgang der CO₂-Emissionen (vgl. Abbildung 39). Die Reduktion beträgt gegenüber dem Referenzlauf in 2020 ca. 10 %. Der geringere CO₂-Ausstoß ist auch beeinflusst durch die unterstellte geringere Mobilität¹⁹ der Haushalte.

¹⁹ Im Bereich des privaten PKW-Verkehrs wurde angenommen, dass im Vergleich zu BAU die Bestandszahlen (-15 %), die Jahreskilometer pro PKW (-20 %) und die spezifischen Verbräuche (-17 %) geringer sind. Unter diesen Annahmen liegt die Einsparung im Vergleich zu BAU im Jahr 2020 bei 76.415 TJ/a bzw. 43 %.

Abbildung 39: CO₂-Emissionen

Quelle: Eigene Berechnungen & Darstellung basierend auf Umweltbundesamt (2008).

2.4.5 Entwicklungen im Szenario 4: „Wir nutzen die richtige Energie bewusst richtig“

Dieses Szenario vereint die Annahmen der zuvor beschriebenen Szenarien. Die Annahmen des Szenarios 3 und die daraus resultierenden Einsparungen wurden jeweils um ein Fünftel reduziert, um ein ausgeglicheneres Verhältnis der Auswirkungen zu erhalten (s.a. Bohunovsky et al., 2010). Die Umstrukturierung des Konsums privater Haushalte wird wie im Szenario 3 beschrieben beibehalten.

Tabelle 12 stellt die Ergebnisse im Einzelnen und für das Integrationsszenario (Szenario 4) auf einen Blick dar.

Tabelle 12: Ausgewählte Ergebnisse – Abweichungen vom BAU-Szenario absolut und in Prozent (v.H.)

	Sz1	Sz2	Sz3	Sz4
CO₂-Emissionen in Mio. t	-5,1	-0,8	-7,3	-8,7
- in Prozent	-6,7	-1,0	-9,6	-11,5
Bruttoinlandsverbrauch PJ	-10,1	-22,5	-118,8	-86,9
- in Prozent	-0,6	-1,4	-7,6	-5,6
Bruttoinlandsprodukt Mrd. Euro	0,1	0,2	1,9	3,2
- in Prozent	0,05	0,1	0,7	1,1
Arbeitnehmer in 1000	2,5	3,6	37,8	52,3
- in Prozent	0,1	0,1	1,1	1,5

Quelle: Eigene Berechnungen.

Wirtschaftliche Entwicklung

Insgesamt weist Szenario 4 das stärkste Wirtschaftswachstum bei steigender Beschäftigung auf. Das angepasste Szenario 3 hat im Vergleich dazu immer noch einen starken Einfluss auf das Gesamtergebnis. Auch im Hinblick auf den privaten Konsum (149 Mrd. Euro), das Investitionsvolumen

(62 Mrd. Euro) und die Beschäftigungswirkung (3.464.000 ArbeitnehmerInnen in 2020, d.h. ein Plus von 52.000 gegenüber dem BAU) schneidet das Integrationsszenario durchwegs gleichrangig oder sogar positiver ab als die Vergleichsszenarien.

Energetische Entwicklung

Auch in Bezug auf die energiepolitischen Ziele schneidet das Integrationsszenario positiv ab. So erreicht es als einziges das 34 % Ziel in Bezug auf den Anteil erneuerbarer Energieträger. Die CO₂-Emissionen werden im Vergleich zu allen anderen Szenarien deutlich reduziert (67 Mio. t) – allerdings bleibt das CO₂-Stabilisierungsziel in weiter Ferne. Durch die kurze Frist bis 2010 bleibt auch das 78 % Ziel der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen in weiter Ferne – der Anteil steigt auf 74,4 %. In 2020 erreicht dieser Anteil allerdings 83,9 %.

Das angepasste Szenario 3 (Verhaltensänderungen) leistet weiterhin einen erheblichen Beitrag zur Nachhaltigkeit i. w. S.: Einerseits wird mehr Beschäftigung und Wachstum initiiert und andererseits der Energie- (und Material-)verbrauch reduziert.

2.4.6 Ergebnisse im Überblick

Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Entwicklung der wichtigsten Kenngrößen innerhalb der Szenarien.

Tabelle 13: Entwicklung wichtiger Größen im Überblick

	2007	BAU 2020	Sz1 2020	Sz2 2020	Sz2.1 2020	Sz3 2020	Sz4 2020
Energetische Entwicklung							
Anteil erneuerbarer Energie vH	26,8	29,9	33,3	29,9	29,9	31,8	34,3
Bruttoinlandsverbrauch PJ	1421	1558	1548	1535	1519	1439	1471
Energetischer Endverbrauch	1083	1184	1184	1167	1153	1076	1120
CO2-Emissionen Mio. t	73,3	75,7	70,6	74,9	74	68,4	67,0
Energieproduktivität (BIP iVz BIV)	16,9	18,5	18,6	18,8	19,0	20,1	19,8
Wirtschaftliche Entwicklung							
Bruttoinlandsprodukt Mrd. €	240	288	288	288	288	290	291
privater Konsum Mrd. €	130	147	147	147	146	149	149
Investitionen Mrd. €	54	61	62	62	63	58	62
Arbeitnehmer in 1000 Personen	3341	3411	3414	3415	3419	3449	3464

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c, 2009), HVB (2009).

Nur im Szenario 4, das Maßnahmen zum Ausbau von erneuerbaren Energien, Effizienz und Verhaltensänderungen integriert, wird das 34 %-Ziel in Bezug auf Erneuerbare Energien erreicht (vgl. Abbildung 40). Szenario 3 mit weitreichenden Verhaltensänderungen kommt auf knapp 32 %. Mit 33,3 % wird im Szenario 1 (Erneuerbare Energien) das 34 %-Ziel recht knapp verfehlt. Alleinige Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich der privaten Haushalte und ein Zuwachs an erneuerbaren Energien wie im BAU unterstellt, erreichen einen Anteil dieser Energieträger von unter 30 %.

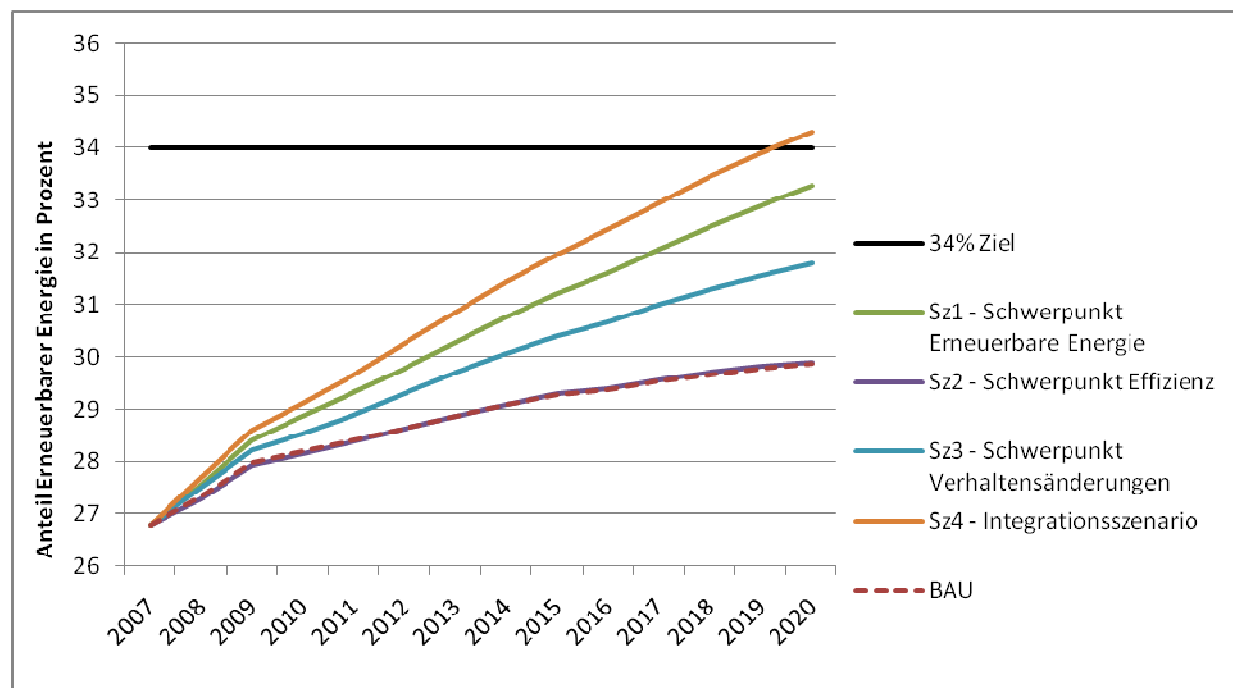


Abbildung 40: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in %

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).

Der Energieverbrauch (BIV und energetischer Endverbrauch) sinkt am stärksten durch die in Szenario 3 modellierten Verhaltensänderungen. Nur in diesem Szenario kommt es zu einer tatsächlichen Reduktion des energetischen Endverbrauchs unter das Niveau von 2007 (vgl. Abbildung 41).

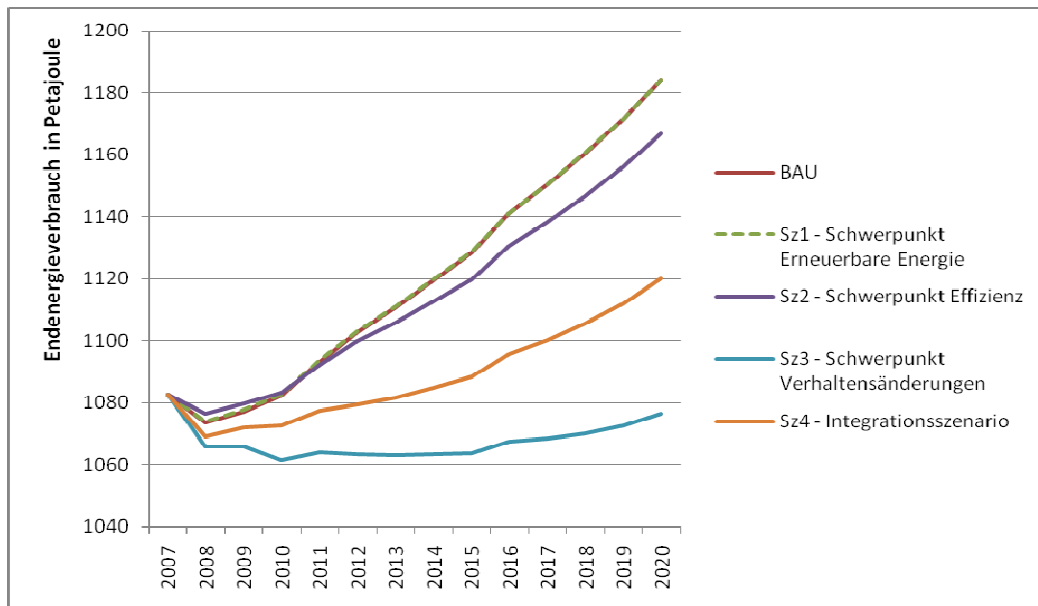


Abbildung 41: Endenergieverbrauch in PJ

Quelle: *Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2008c).*

Im Rahmen der Modellrechnungen konnten nur die CO₂-Emissionen simuliert werden. Aussagen über das Gesamtniveau der Treibhausgasemissionen sind nicht möglich. Die CO₂-Emissionen weisen allerdings den größten Anteil an den Treibhausgasemissionen auf, im Jahr 2007 belief er sich beispielsweise auf 84,7 % (Umweltbundesamt, 2009).

Lagen die CO₂-Emissionen 1990 bei 62,08 Mio. Tonnen, so liegen sie in allen modellierten Szenarien 2020 noch über diesem Stabilisierungsziel (vgl. Abbildung 42). Die größte Reduktion erreicht wiederum das Integrationsszenario, das Maßnahmen in den Bereichen Erneuerbare, Energieeffizienz und Verhaltensänderungen zusammenfasst (67 Mio. t). Allein durch Effizienzmaßnahmen durch Gebäudesanierung kommt es nur zu einer vergleichsweise geringen Reduktion im Vergleich zum BAU (-0,8 Mio. t). Verstärkte Maßnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energieträger resultieren in CO₂-Emissionen von 70,6 Mio. t.

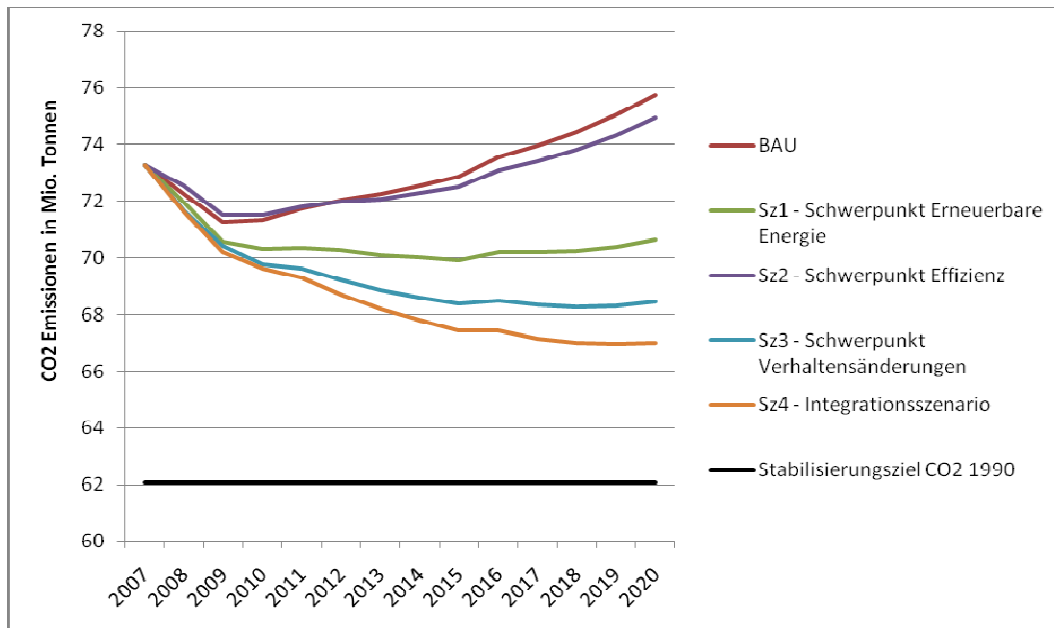


Abbildung 42: CO₂-Emissionen in Mio. Tonnen

Quelle: *Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Umweltbundesamt (2008).*

Die Energieproduktivität (BIP im Verhältnis zum Bruttoinlandsverbrauch) nimmt am stärksten im Verhaltensszenario zu (20,1 vs. 18,5 im BAU), was vor allem durch die starke Verlagerung des privaten Konsums in Richtung Dienstleistungen bedingt ist. In den Szenarien 1 und 2 (Erneuerbare Energien und Effizienz) steigt sie nur um 0,1 (18,6 vs. 18,5) bzw. 0,3 (18,8 vs. 18,5) Prozentpunkte gegenüber der Energieproduktivität in 2020 im BAU.

Trotz zum Teil leicht unterschiedlicher Verläufe (Abbildung 43) entwickelt sich das BIP innerhalb der Szenarien sehr ähnlich. Das BIP in 2020 unterscheidet sich nur im Szenario mit Schwerpunkt Verhaltensänderung und dem Integrationsszenario (plus 2 bzw. 3 Mrd. Euro) nennenswert vom BAU. Das fehlende Wirtschaftswachstum in den ersten Jahren im Verhaltensszenario ist durch einen Rückgang im Baugewerbe bedingt.

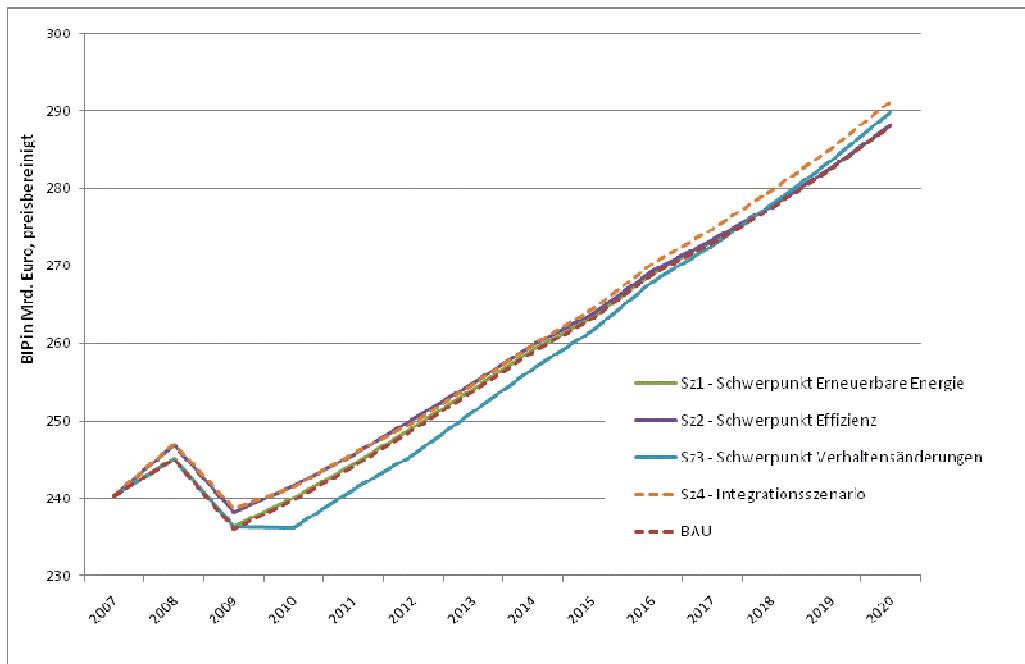


Abbildung 43: Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts in den Szenarien bis 2020

Quelle: *Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009).*

Ähnlich entwickelt sich der private Konsum, der in 2020 ebenfalls im Integrations- und Verhaltensszenario am höchsten ausfällt (vgl. Abbildung 44). Im Verhaltensszenario sackt er in den ersten Jahren ab (bedingt durch die Schwäche des Baugewerbes), mit den Jahren steigt er allerdings stark an (bedingt durch die Verlagerung in Richtung Dienstleistungen). Im Integrationszenario verläuft der Anstieg des privaten Konsums kontinuierlicher, da die Entwicklungen durch Effizienzmaßnahmen und Investitionen in Erneuerbare Energien größtenteils ausgeglichen wird.

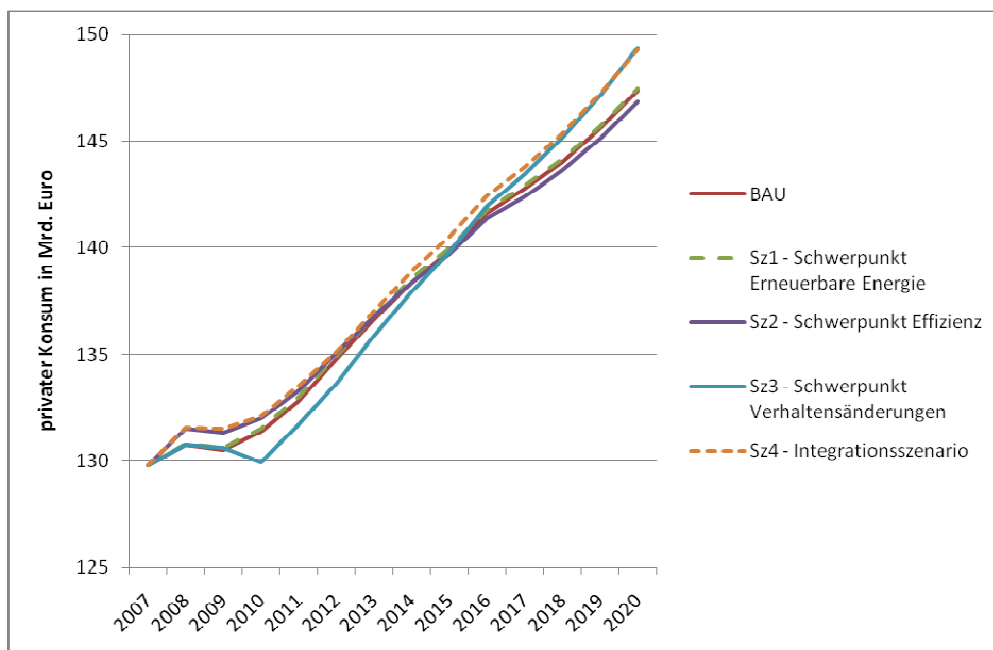


Abbildung 44: Privater Konsum in Milliarden Euro

Quelle: *Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Statistik Austria (2009).*

Während sich im BAU die Zahl der Beschäftigten zwischen 2007 und 2020 um ca. 70.000 Personen (+ 2,1 %) erhöht, entstehen in allen anderen Szenarien mehr Arbeitsplätze. Im Szenario „Wir nutzen die richtige Energie!“ (Schwerpunkt Erneuerbare Energien) gibt es 2020 rund 2.500 zusätzliche Arbeitsplätze, im EffizienzszENARIO rund 3.500. Im VerhaltensszENARIO gibt es in den ersten Jahren bis 2015 zwar einen starken Einbruch bei den Beschäftigtenzahlen (bis minus 16.700 Arbeitsplätze). Durch die Zunahme des tertiären Sektors wird dieser Einbruch allerdings schnell wieder aufgeholt. In 2020 entstehen rund 37.800 zusätzliche Arbeitsplätze. Der größte Zuwachs ist im Integrationsszenario mit einem Plus von 52.300 Arbeitsplätzen zu verzeichnen (vgl. Abbildung 45).

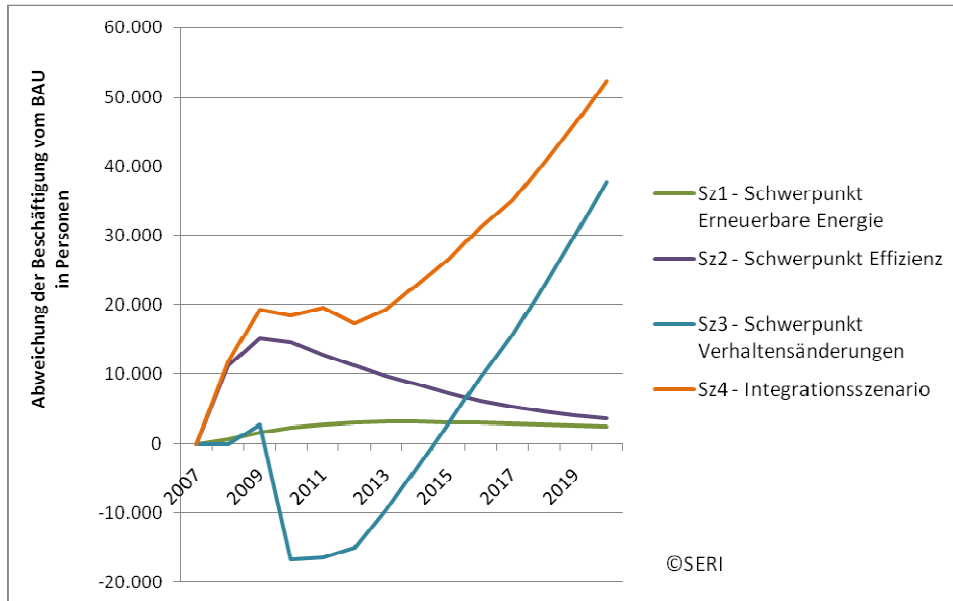


Abbildung 45: Abweichungen der Beschäftigung vom BAU in Personen

Quelle: *Eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf HVB (2009).*

3 Diskussion und qualitative Aspekte

Das e3.at Modell bietet die Möglichkeit, die österreichische Volkswirtschaft detailliert abzubilden. Eine Ergänzung der Modellierungsergebnisse um ausgewählte qualitative Aspekte ist dennoch unabdingbar. Im Folgenden werden die Fragen zu Flächenkonkurrenzen und Versorgungssicherheit in Bezug auf eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger kurz angesprochen. Eine detailliertere Diskussion findet sich in Stocker, Bohunovsky et al. (2008). Anschließend werden qualitative Aspekte im Zusammenhang mit einer verstärkten Sanierungsinitiative bzw. einer Verhaltensänderung beleuchtet.

3.1 Flächenkonkurrenzen und Versorgungssicherheit

Ein wesentlicher Aspekt eines forcierten Ausbaus erneuerbarer Energien, der durch das Modell nicht abgebildet werden kann, betrifft das Thema Flächenkonkurrenzen (sowohl zwischen unterschiedlichen Formen erneuerbarer Energien als auch zwischen erneuerbaren Energieträgern und alternativen Nutzungen, v.a. Nahrungsmittelproduktion, Siedlungsfläche).

Im Szenario „Wir nutzen die richtige Energie!“ wurde für Biomasse ein Potenzial von 282.000 TJ angenommen. Dabei gehen wir davon aus, dass die Rohstoffe für den Biomasse-Ausbau zu mehr als der Hälfte aus der Forstwirtschaft kommen (Brennholz, Hackschnitzel, Waldhackgut, Pellets), zu einem Viertel sind es Abfälle (brennbare Abfälle und Ablauge der Papierindustrie), der Rest stammt aus der Landwirtschaft. Im Bereich Forstwirtschaft und Abfälle sind es hauptsächlich Maßnahmen zur Mobilisierung der Ressourcen, die getroffen werden müssten. Ein zusätzlicher Flächenbedarf entsteht vor allem aus der Bereitstellung von Biomasse aus der Landwirtschaft. Hier nennt die Task Force Erneuerbare Energie (BMLFUW, 2009b) ein realisierbares Potenzial von 20,6 bis 25,6 PJ. Die Differenz müsste sowohl im Szenario als auch im BAU durch Importe aufgebracht werden (24 – 29 PJ bzw. 16 – 21 PJ im BAU).

Durch die Zusammenführung der verschiedenen Schwerpunkte aus dem Vorgängerprojekt (Biomasse, Wind-/Wasserkraft und Photovoltaik) wurde ein Szenario entwickelt, das einen möglichst guten Ausgleich zwischen flächenintensiven und flächenarmen Formen der erneuerbaren Energietechnologien erreicht. Es kann daher trotz fehlender Modellierung davon ausgegangen werden, dass keine akuten Flächenkonkurrenzen auftreten.

Aber auch die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit muss angesprochen werden. Hier stellt sich vor allem die Frage des Lastenausgleichs. Die Modellierung inkludiert den Ausbau der erneuerbaren Energieträger über ein Jahr hinweg, kann jedoch keine Aussagen über die zeitliche Verfügbarkeit der Energie im Tages- und Jahresverlauf treffen. Innerhalb der erneuerbaren Energieträger sind es vor allem die Wasserkraft und die Biomasse, die zu einem Lastenausgleich beitragen können – sowohl im Hinblick auf ihr Gesamtpotenzial als auch in Bezug auf die Möglichkeit der Energiespeicherung und -verlagerung. Diese beiden Energietechnologien stellen im Szenario „Wir nutzen die richtige Energie“ über 80 % des Gesamtpotenzials an erneuerbaren Technologien. Eine entsprechende Verteilung sollte daher zu keinen größeren Problemen der Lastenverteilung führen.

3.2 Akzeptanz der Bevölkerung

Die Diskussion von Maßnahmen im Bereich der privaten Haushalte muss zwangsläufig mögliche Hemmnisse durch eine fehlende Akzeptanz der Bevölkerung inkludieren. Mögliche Einwände und Akzeptanzprobleme lassen sich für alle drei Schwerpunkte des Projektes (Erneuerbare, Energieeffizienz, Verhalten) finden.

Im Bereich der Erneuerbaren Energien sind es vor allem Standortfragen und mit dem Ausbau verbundene Kosten, die auf Widerstand in der Bevölkerung treffen können. In Bezug auf Effizienzsteigerungen ist hauptsächlich mit Herausforderungen durch steigende Kosten für den Privathaushalt zu rechnen. Am schwierigsten lässt sich die Akzeptanz der Bevölkerung in Bezug auf Verhaltensänderungen abschätzen.

Poortinga et al. (2003) untersuchten die Akzeptanz der Bevölkerung von verschiedenen energieeffizienzsteigernden Maßnahmen und stellten fest, dass technische Maßnahmen eher gebilligt werden als Verhaltensmaßnahmen. Änderungen im Bereich des Konsumverhaltens werden am wenigsten akzeptiert. Aus diesen Ergebnissen ließe sich leicht schließen, dass die Annahmen im Szenario „Wir nutzen Energie bewusst!“ am schwierigsten umsetzbar sind. Eine Untersuchung von Karmasin Motivforschung und dem Klima- und Energiefonds (2009) unterstreicht diese Ergebnisse: Energie wird vor allem gespart, um Kosten zu reduzieren, selten aus Umweltschutzgründen. Wenn Verhalten mit Verzicht, hohen Kosten oder einem Verlust an Bequemlichkeit verbunden ist, fallen Veränderungen schwer.

Auf der anderen Seite sind durchaus Ansatzpunkte für die Rechtfertigung der im Verhaltensszenario unterstellten Maßnahmen gegeben: So wird der Klimawandel immerhin von 69 % der österreichischen Bevölkerung als eines der größten Probleme der Menschheit gesehen (Eurobarometer, 2008).

Die Modellergebnisse sagen nichts über die Wahrscheinlichkeit der Verhaltensänderungen aus. Möglichkeiten, wie hier von Seiten der Politik und Verwaltung präventiv gehandelt werden kann, wurden unter dem Aspekt „Sonstige Maßnahmen“ angesprochen (Beratungen, Bewusstseinsbildung, Schulungen, etc.). Karmasin Motivforschung and Klima- und Energiefonds (2009) zeigen noch weitere Aspekte einer erfolgreichen Kommunikation auf, z.B. emotional ansprechend, Problembewusstsein stärkend, einfache Sprache, Visualisierung.

Das Problem der Akzeptanz von Verhaltensänderungen wurde im Bezug auf das Szenario „Wir nutzen Energie bewusst!“ auch von den eingebundenen Stakeholdern angesprochen. Dieses Szenario stützt sich sehr stark auf die Annahme, dass es zu Verhaltensänderungen in der Bevölkerung kommt. Diese Möglichkeit wurde von den Stakeholdern sowohl im Dialog, als auch in den Fragebögen sehr ambivalent gesehen. Andererseits stützt sich das Szenario auf Pilotprojekte, in denen es zu starken Veränderungen von beteiligten Personen gekommen ist. So berichtet Benders (NOVEM, 2000) über das Perspective Projekt, dass die beteiligten Personen 40 % ihre direkten und indirekten Energieverbrauchs eingespart haben.

3.3 Sanierung vs. Verhaltensänderungen

Derzeitige Trends (steigender Wohlstand der Bevölkerung und seine Nebenerscheinungen) legen den Schluss nahe, dass es auch zukünftig zu einer kontinuierlichen Zunahme der Wohnfläche pro Person und einem Anstieg an Einpersonen-Haushalten bzw. einer Abnahme der Personenzahl pro Wohnung kommen wird. Beide Trends wurden über eine Zunahme der durchschnittlichen Wohnfläche pro Person in das Modell aufgenommen und bedingen eine Erhöhung des Energieverbrauchs.

Technische Maßnahmen, wie die bessere Sanierung von Wohngebäuden und erhöhte Wärmeschutzstandards von Neubauten führen nur bedingt zu Einsparungseffekten (s. Szenario „Wir nutzen Energie richtig!“). Zwar verringert sich der energetische Endbedarf privater Haushalte um 18 PJ in 2020, die möglichen Einspareffekte durch Verhaltensänderungen liegen mit 37 PJ jedoch deutlich darüber. Für die Einsparungen durch Sanierungen sind zusätzliche Investitionen im Ausmaß von 1,5 Mrd. Euro p. a. notwendig, die zu 50 % von den EigentümerInnen zu tragen sind.

Demgegenüber geben die Haushalte zwischen 2010 und 2020 im Verhaltensszenario 2,5 Mrd. mehr für Instandhaltung und Umbau der Wohnungen aus. Dabei wurde davon ausgegangen, dass weniger Wohnraum pro Person nicht alleine durch weniger Wohnungen pro Person in das Modell implementiert werden kann – da auch unterschiedliche Anforderungen an den Wohnraum gestellt werden (z.B. mehrere kleinere Zimmer, größere Wohnräume, zusätzliche Sanitärräume). Das impliziert auf der einen Seite notwendige Umbauten, aber eben auch den Abriss von Gebäuden, die sich nicht für einen Umbau eignen.

Wenn man dabei davon ausgeht, dass im Rahmen eines solchen Umbaus auch thermische Sanierungsarbeiten vorgenommen und erneuerbare Energietechnologien installiert werden (was aufgrund des geänderten Energiebewusstseins durchaus plausibel ist), liegen die Einsparungen rasch

im Bereich des Integrationsszenarios. Während in einem Szenario, das allein auf Effizienz oder auf den Ausbau erneuerbarer Energieträger setzt, ein Großteil des Einsparpotenzials durch direkte (vergrößerter Wohnraum, ineffizienteres Heizverhalten, etc.) und indirekte bzw. gesamtwirtschaftliche Reboundeffekte (erhöhter Energieverbrauch durch Wirtschaftswachstum in Folge von Investitionen) verloren geht, kann durch eine *zusätzliche* Bewusstseinsänderung hingegen das gesamte Potenzial ausgeschöpft werden.

3.4 Wechselwirkungen zwischen Energieeinsparungen und wirtschaftlicher Entwicklung

Der wesentliche Vorteil einer integrierten Modellierung im Vergleich zu reinen Potenzialabschätzungen liegt darin, dass die wirtschaftlichen Verknüpfungen besser abgebildet werden und die Kosten von Maßnahmen voll erfasst sind – d.h. dass jedweder finanzieller Input an einer Stelle des Systems an einer anderen Stelle aufgebracht werden muss und damit wiederum wirksam wird.

Die Investitionen für den Ausbau der erneuerbaren Energie werden somit unmittelbar preiswirksam, jene für die thermische Sanierung im Szenario 2 führen langfristig zu einem Rückgang des Konsums und damit auch zu einem reduzierten Wachstum des BIP und der Beschäftigung.

Im Szenario 3 wird durch verändertes Verhalten Geld „frei“, da Haushalte weniger für Energie ausgeben. Die entscheidende Frage in diesem Zusammenhang ist die der Verwendung dieses Geldes. Hier wurden im Stakeholderprozess mehrere Möglichkeiten andiskutiert:

- (1) Durch verringerte Arbeitszeiten ohne Lohnausgleich würde das „freie Geld“ in „freie Zeit“ (Nichtstun) verwandelt und damit – bei entsprechender Verwendung der Zeit weniger umweltwirksam.
- (2) Durch Anlage des Geldes in Green Investments könnte jener Teil der Wirtschaft gefördert werden, der den geringsten Umwelteinfluss hat;
- (3) Das Geld könnte für späteren Konsum gespart werden – dies würde allerdings nur eine Verschiebung des Konsums bedeuten und damit keinen Unterschied im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung machen.
- (4) Das Geld könnte von den privaten Haushalten bewusst in jene Wirtschaftsbereiche geleitet werden, die weniger energie- und materialintensiv sind, d.h. vor allem zu Sektoren, die Dienstleistungen anbieten.

Im Rahmen von e-co wurde Möglichkeit (4) implementiert. Diese Variante zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass die wirtschaftliche Entwicklung des Landes dadurch positiv beeinflusst wird und die negativen Auswirkungen der Bewusstseinsänderungen (z.B. starke Reduktion des Baugewerbes) deutlich abgeschwächt werden.

Neben dieser monetären Betrachtungsweise erlaubt die Modellierung aber auch, direkte Auswirkungen auf den Energieverbrauch aufzuzeigen. Interessant ist in diesem Zusammenhang die positive Rückkoppelung der Maßnahmen im Bereich der erneuerbaren Energien und Energieeffizienz, die über höhere Investitionen zu einem Anstieg des BIP und der Beschäftigung führen, andererseits aber auch zu einem Anstieg des Endenergieverbrauchs ähnlich dem BIP.

4 Beschränkungen der Modellierung und weiterer Forschungsbedarf

Die Bewertung von Energieszenarien durch ein integriertes Modell wie e3.at erlaubt es, die unterschiedlichsten Aspekte des Energiesystems zu betrachten und einen Bogen von wirtschaftlichen zu energetischen Auswirkungen zu spannen. Die Komplexität der Materie macht es dennoch notwendig, sich im Rahmen eines Forschungsprojektes auf bestimmte Aspekte zu konzentrieren. Im Falle von e-co lag der Focus auf dem privaten Haushalt. Eine Ausdehnung der Betrachtung auf unterschiedliche

Wirtschaftsbereiche v.a. in Hinblick auf die Energieeffizienz konnte im Rahmen des Projekts nicht geleistet werden.

Im Rahmen des Stakeholderprozesses wurden verschiedene Aspekte aufgezeigt, die entweder aufgrund des gewählten Fokus oder aufgrund einer noch nicht hinreichend detaillierten Ausgestaltung des Modellsystems nicht berücksichtigt werden konnten. Einige davon werden bereits in Folgeprojekten behandelt. Im Folgenden zeigen wir kurz jene Aspekte auf, die bereits in Folgeprojekten behandelt werden. Im Anschluss werden noch weitere Gesichtspunkte angesprochen, die eine nähere Betrachtung verdienen würden, aber bisher noch nicht aufgegriffen werden konnten.

4.1 Soziale Aspekte

Da das Projekt e-co gezeigt hat, wie wichtig Verhaltensänderungen zur Erreichung eines nachhaltigen Energiesystems sind, ist in Zukunft geplant, in diesem Bereich weiter zu arbeiten. Hier ist vor allem eine bessere Einbindung von privaten Haushalten in die Forschungstätigkeit entscheidend.

Da private Haushalte für ein Viertel des Energieverbrauchs verantwortlich sind, sollten sie zumindestens im Ausmaß ihrer Verursachung an der Reduzierung des Energieverbrauchs (und der CO₂-Emissionen) beteiligt werden. Dazu ist es notwendig, ein Portfolio von unterschiedlichen Maßnahmen und Instrumenten einzuführen, die direkt auf die Zielgruppe wirken und somit über Verhaltensänderungen die angestrebte Reduktion unterstützen.

Während die herkömmlichen Ansätze von Energieabgaben und handelbaren Emissionszertifikaten für die Industrie bereits eingehend untersucht wurden und auch in der Praxis erprobt sind, handelt es sich bei den potentiellen Maßnahmen für private Haushalte (z.B. CO₂-Card) um Instrumente, die noch einer genaueren Analyse der Auswirkungen bedürfen. Vor allem im Hinblick auf ihre soziale Verträglichkeit sind energie- und klimapolitische Maßnahmen noch eingehend zu beleuchten.

Damit das Modell e3.at diesen Anforderungen genügt, wird eine Differenzierung der privaten Haushalte auf Basis der **Haushaltsgrößen** (Anzahl der Personen) und **Konsumverwendungen** (gegliedert nach unterschiedlichen Verwendungszwecken) vorgenommen. Private Haushalte sind in e3.at bisher nur pauschal als durchschnittlicher österreichischer Haushalt abgebildet, der zwischen 41 Konsumverwendungszwecken unterscheiden kann. Um soziale und verteilungspolitische Auswirkungen von energiepolitischen Maßnahmen darstellen zu können, werden in einem Folgeprojekt von e-co daher unterschiedliche Typen von Haushalten im Modell abgebildet (KONSENS, Projektnummer: 822021 Klima- und Energiefonds).

4.2 Ausgestaltung der Szenarien

Der Stakeholderdialog, die weit auseinanderliegenden Angaben in Studien und Positionspapieren diverser Verbände und Organisationen, aber auch die Tatsache, dass die österreichischen Ziele der Energiepolitik durch die vorgegebenen Werte nicht zu erreichen sind, haben immer wieder Diskussionen aufkommen lassen, inwiefern die Annahmen in den Szenarien zu moderat sind.

Im Vorgängerprojekt (siehe Stocker et al. 2008) wurden unterschiedliche Szenarien für den Bereich erneuerbare Energien entwickelt. Vor allem das Szenario „Denk an morgen“ stach durch seine sehr ambitionierten Annahmen im Bereich Photovoltaik hervor (ca. 83.000 TJ). Für e-co wurden bewusst gemäßigte Annahmen getroffen – auch um einen Mittelweg zwischen verschiedenen Interessenspositionen zu gehen. Von VertreterInnen unterschiedlicher Interessensverbände, aber auch von anderen Stakeholdern kam mehrfach der legitime Wunsch, radikalere Szenarien zu analysieren. Dies bezog sich meist auf radikalere Annahmen beim Ausbau erneuerbarer Energietechnologien, da gerade auch im Hinblick darauf große Hoffnungen unterschiedlicher ProponentInnen gelegt werden.

Andererseits wäre auch die Betrachtung von Szenarien mit radikaleren Annahmen zur Entwicklung des Wirtschaftssystems interessant. Im Rahmen eines Projektes für das Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und das Lebensministeriums („Auswirkungen einer anhaltenden Wachstumsschwäche. Eine Szenarienanalyse“)

werden zurzeit Szenarien entwickelt und gerechnet, welche die makroökonomischen Auswirkungen (auf Beschäftigung, Konsum, Einkommen, Staatsfinanzen, Ressourcenverbrauch, CO₂-Emissionen etc.) einer anhaltenden Wachstumsschwäche in Österreich analysieren. Es geht dabei um die Frage, wie das Wirtschaftssystem umgestaltet werden kann, um eine nachhaltige Entwicklung zu ermöglichen und die Lebensqualität der Menschen zu erhöhen.

4.3 Fokus auf den Aspekt des Materialverbrauchs

Änderungen im Energie- und Wirtschaftssystem gehen immer auch mit Änderungen von Materialflüssen einher. Zwar sind im e3.at Modell Materialverbräuche integriert (so führt z.B. die erhöhte Nachfrage der Baubranche zu vermehrter Entnahme an Baumineralien, was über die Vorleistungsverflechtung erfasst ist), eine detaillierte Analyse der Materialverbräuche war aber im finanziellen und zeitlichen Rahmen von e-co nicht möglich.

Änderungen des Materialverbrauchs in den e-co Szenarien ergeben sich hauptsächlich durch (1) die Zunahme der Biomasse im Szenario 1 und (2) die Änderungen der Bauwirtschaft in den Szenarien 2 und 3. Der Aspekt der Ressourcennutzung im Zusammenhang mit der Zunahme von erneuerbaren Energietechnologien steht im Mittelpunkt des Projektes „Feasible Futures“ (Neue Energien 2020, Projektnummer 825604). Dieses Projekt analysiert den Bedarf an nicht-erneuerbaren Ressourcen von erneuerbaren Energietechnologien, die geopolitische Verteilung dieser Ressourcen und die Auswirkungen von Rohstoffknappheit für den Ausbau erneuerbarer Energietechnologien in Österreich und der EU.

4.4 Verkehr

Private, aber auch arbeitsbezogene Mobilität und Transportleistungen sind in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich stark gestiegen. Dieser Anstieg und die Tatsache, dass der Verkehrssektor insgesamt bereits der größte Energieverbraucher ist, machen eine genaue Analyse notwendig. Dies war im Rahmen von e-co jedoch weder aufgrund der Modellstruktur (fehlendes Verkehrsmodul) noch zeitlich möglich. Aufgrund der Wichtigkeit des Verkehrssektors arbeiten SERI und die GWS bereits an der Integration eines Verkehrsmoduls in e3.at, das die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den Verkehrsleistungen, oder dem Fahrzeugbestand und Treibstoffverbrauch nach Güter- und Personenverkehr und den Elementen des Umwelt-Energie-Wirtschaftsmodells abbildet. Durch diese Erweiterung ist es möglich, den Verkehrsbereich wesentlich detaillierter zu untersuchen.

4.5 Klimaanpassungsstrategien

Nachdem in zahlreichen Studien Maßnahmen und technologische Möglichkeiten zur Reduktion der Treibhausgasemissionen diskutiert und analysiert worden sind, wird es zukünftig auch zusätzlich darum gehen, die Folgen des Klimawandels und potentielle Anpassungsstrategien in die Betrachtungen einzubeziehen. Wichtige Fragestellungen werden sein: Welche Maßnahmen sind wünschenswert? Welche sind notwendig (z.B. Hochwasserschutz)? Wie hoch sind entstehende Lasten / Investitionsnotwendigkeiten und wer trägt sie (z.B.: allgemeines Steueraufkommen oder gezielte Abgaben)? Welche sozioökonomischen und ökologischen Folgen sind zu erwarten im Hinblick z.B. auf Beschäftigung, Wachstum und regionale Disparitäten?

4.6 Weitere Verbesserungsmöglichkeiten des Modells

Von Vorteil wäre darüber hinaus die Ausweitung bzw. Verbesserung des Modells e3.at in folgenden Bereichen:

- Detailtiefe des Systems der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen
- Verbesserung der Modellierung des technologischen Wandels
- Modellierung auf Bundesländerebene

- Detailliertere Modellierung des Arbeitsmarktes (Differenzierung nach Bildung, Geschlecht, Alter, etc.)

Darüberhinaus muss eine kontinuierliche Aktualisierung der Datenbasis des Modells stattfinden. Diese ist durch die Anwendung des Modells in verschiedenen Forschungskontexten gegeben.

4.7 Weitere Aspekte

Die Verteilung der Wohngebäude im Raum hat entscheidende Auswirkungen auf den Endenergieverbrauch privater Haushalte. Eine höhere Zersiedelung führt zu einem gesteigerten Verkehrsaufkommen durch Berufs-, Schulpendeln, Einkaufs-, Hol- und Bringverkehr, etc. Mit dem geplanten Verkehrsmodul in e3.at können in Zukunft auch diese Aspekte stärker berücksichtigt werden.

Darüber hinaus gibt es noch weitere politische Maßnahmen, für die sich eine detaillierte Modellierung lohnen würde. Während im Rahmen von e-co vor allem ordnungspolitische Maßnahmen in die Szenarien aufgenommen wurden, würde die Modellierung einer umfassenden ökosozialen Steuerreform zusätzliche Informationen generieren können. Die Integration des EU-weiten Emissionshandelssystems war zwar im Rahmen der e-co Fragestellung nicht notwendig, wäre aber für eine detaillierte Branchenbetrachtung wünschenswert.

Außerdem muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass sich die berechneten Emissionsreduktionen nur auf CO₂-Emissionen (nicht auf CO₂-Äquivalente) beziehen und die restlichen Treibhausgase nicht betrachten. Daher mussten auch die Ziele, die für die gesamten Treibhausgasemissionen formuliert sind, auf CO₂ bezogen werden. Daher ist der Richtwert den wir in dieser Studie zu Grunde gelegt haben ein Stabilisierungsziel von 62,08 Mio. Tonnen.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass die Modellierungen nur bis 2020 durchgeführt wurden, da makroökonomische Modelle eine längerfristige Betrachtungsweise nicht unterstützen. Dadurch kann jedoch z.B. die Lebensdauer von neuen Kraftwerken und neuen Heizsystemen nicht vollständig abgebildet werden.

5 Zusammenfassung und politische Empfehlungen

Die in e-co entwickelten und modellierten Szenarien berücksichtigen alle drei Eckpfeiler der Umorientierung des Energiekonsums in Richtung Nachhaltigkeit gleichermaßen: die Substitution von fossilen Brennstoffen durch erneuerbare Energieträger (Szenario „Wir nutzen die richtige Energie!“), die Erhöhung der Energieeffizienz (Szenario „Wir nutzen Energie richtig!“) sowie eine Reduktion des absoluten Energieverbrauchs durch Verhaltensänderungen (Szenario „Wir nutzen Energie bewusst!“). Das Integrationsszenario „Wir nutzen die richtige Energie bewusst richtig!“ fasst alle Parameter der Einzelszenarien zusammen und berücksichtigt damit alle drei Eckpfeiler in einem Szenario.

Die in den Szenarien genannten Maßnahmen umfassen einerseits ordnungspolitische Maßnahmen (z.B. Erneuerbares Energiegesetz, einheitliche und verbindliche Baustandards für alle Wohngebäude), andererseits spielen aber auch begleitende Maßnahmen eine wichtige Rolle (z.B. Beratung und Schulungen, Ausbau der Contractingmöglichkeiten). So ist es insbesondere wichtig, Strukturen zu schaffen, die einer Energiewende im weitesten Sinne nicht abträglich sind (z.B. die Lösung des Nutzer-Investor-Problems als Anreizmechanismus von Wohnbausanierung).

Um die Unterschiede zwischen dem im jeweiligen Szenario definierten Ziel und der wahrscheinlichen Entwicklung ohne weiteres politisches Handeln aufzuzeigen, wurde als Referenz ein Business-As-Usual-Szenario (BAU) entwickelt: Wie alle Szenarien fokussiert auch das BAU auf die Bereitstellung bzw. Nachfrage von Strom und Wärme durch private Haushalte.

Im Folgenden werden die Hauptkenntnisse aus der Szenarienmodellierung und -analyse kurz zusammengefasst:

Energie- und Klimaziele sind nur mit ambitionierten Maßnahmen und massiven Verhaltensänderungen zu erreichen

Die Projektergebnisse zeigen deutlich, dass Effizienzsteigerungen und die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie wichtige Bestandteile einer „Energiewende“ sind, alleine jedoch nicht ausreichen, um die Energie- und Klimaziele Österreichs und der EU zu erreichen. Nur wenn es gelingt über Verhaltensänderungen den Anstieg des Energieverbrauchs zu stoppen, können erneuerbare Energien und Effizienzsteigerungen die ihnen zugesprochene Rolle zur Erreichung eines nachhaltigen Energiesystems auch erfüllen.

Potenzial von erneuerbaren Energiequellen nutzen

Erneuerbare Energiequellen sind im Gegensatz zu fossilen oder nuklearen Ressourcen die einzigen, die uns langfristig eine nachhaltige Entwicklung unterstützen können. Ein Energiesystem auf Basis erneuerbarer Energieträger hat den Vorteil, dass es auf einer großen Zahl unterschiedlicher Ressourcen beruht, die Herkunftsländer der Energieträger dadurch weiter gestreut sind und dass die Energiequellen meist dezentraler strukturiert sind. Daher wirkt es sich positiv auf die Versorgungssicherheit aus, was ein wesentliches Qualitätsmerkmal eines zuverlässigen Energiesystems darstellt. Neben der Klimafreundlichkeit ist somit auch ihre Krisensicherheit ein überzeugendes Argument für den verstärkten Einsatz regenerativer Energien.

Ihr großes Potenzial, insbesondere der Sonnenenergie, lässt sich in den nächsten Jahren jedoch aufgrund der fehlenden Wirtschaftlichkeit noch nicht voll entfalten. Daher ist der jetzige Energiebedarf mit erneuerbaren Energiequellen ohne Eingriffe in die Natur nicht vollständig zu decken, da unter anderem der Anbau von Biomasse oder die Installation von Sonnenkollektoren in dem nötigen Ausmaß riesige Flächen benötigen würde oder die Artenvielfalt durch Monokulturen für Energiepflanzen weiter bedroht wäre (siehe z.B. Haberl et al., 2002).

Trotzdem ist bis 2020 ein erheblicher Ausbau des Potenzials möglich: Im Szenario „Wir nutzen die richtige Energie“ erreicht der Ausbau erneuerbarer Energieträger ein Potenzial von knapp 514 PJ, das entspricht einem Zuwachs von 155 PJ im Vergleich zu 2007. Die Annahmen basieren auf diversen Strategiepapieren unterschiedlicher Quellen, wobei versucht wurde, einen Mittelweg zwischen sehr

ambitionierten und konservativen Annahmen zu gehen, die auch intensiv im Rahmen des Stakeholderprozesses diskutiert wurden.

Um die Konkurrenzfähigkeit von erneuerbaren Energien zu verbessern, sind sie durch Investitionszuschüsse und zusätzliche Förderung von Forschung und Entwicklung weiterhin zu unterstützen.

Effizienzerhöhungen durch Sanierungen forcieren

Zusätzlich zum Ausbau von erneuerbarer Energie ist auch die Erhöhung der Energieeffizienz für eine sicherere und umweltfreundliche Energieversorgung unbedingt notwendig. Besonders die Möglichkeiten zur Energieeinsparung ohne Komforteinbußen im Wohnungs- und Gebäudebestand wurden bislang noch unzureichend ausgeschöpft. Daher ist eine weitreichende Umschichtung der Wohnbauförderungsmittel vom Neubau zur Sanierung notwendig.

Effizienzmaßnahmen bergen die Gefahr von Reboundeffekten in sich

Die historische Entwicklung hat gezeigt, dass Effizienzmaßnahmen nicht zu einem Rückgang des Energieverbrauchs geführt haben – sondern das Einsparungspotenzial durch ein „Mehr“ kompensiert bzw. sogar überkompensiert wurde. Das gilt für den Stromverbrauch durch Geräte (zusätzliche Geräte, mehrfacher Bestand an Geräten) ebenso wie für den Bereich Wohnen und Heizen (größere Wohnflächen, höhere Heiztemperatur) und vor allem für den Verkehrsbereich (höherer PKW-Bestand, mehr gefahrene Kilometer). Dazu kommt, dass durch Maßnahmen, die die wirtschaftliche Entwicklung in energieintensiven Wirtschaftsbereichen ankurbeln, ein indirekter Reboundeffekt ausgelöst wird (Anstieg des Energieverbrauchs durch Wirtschaftswachstum).

Ein wesentlicher Vorteil der integrierten Modellierung mit e3.at liegt darin, diese indirekten Reboundeffekte besser abbilden zu können, da wirtschaftliche Verknüpfungen im Modell berücksichtigt werden.

Anstieg des Energiekonsums muss gestoppt werden

Da die klima- und energiepolitischen Ziele mit weitreichenden Effizienzmaßnahmen und zusätzlichem Ausbau von erneuerbarer Energie bei einem weiter ansteigendem Energiekonsum nicht realisierbar sind, müssen Wege gefunden werden, die diesem Anstieg entgegenwirken.

Größter Einspareffekt durch Verhaltensänderungen

Ein gesteigertes Energiebewusstsein der Bevölkerung ist unumgänglich, um eine Energiewende zu initiieren. Politische Maßnahmen sollten auf jene Bereiche fokussieren, die einen Großteil des Energieverbrauchs österreichischer Haushalte ausmachen: Verkehr und Wohnen. Dabei muss auch das Verhalten der österreichischen Bevölkerung adressiert werden. Mobilität ist der am schnellsten wachsende und energieintensivste Sektor. Änderungen im Bereich des individuellen Verkehrs haben einen großen Einfluss auf die Erreichung der Klima- und Energieziele. Dieser Bereich sollte daher von politischer Seite offensiv adressiert werden. Auch im Bereich Wohnen sind Maßnahmen notwendig, die zu einem Umdenken der Bevölkerung in Hinblick auf die gewünschte Wohnform führen: eine Attraktivierung verdichteter Wohnformen einerseits sowie eine Verteuerung vom Wohnen im Grünen andererseits würden nicht nur zu einer Abnahme des Energiebedarfs für Heizen und Wohnen führen, sondern hätten ebenso positive Affekte auf den Verkehrssektor.

Umgekehrt dürfen die stark positiven Effekte von Verhaltensänderungen nicht als eine Möglichkeit zur Unterlassung von technischen Verbesserungen z. B. Förderung der Wohnbausanierung oder eines weiteren Umbaus des Energiesystems auf erneuerbare Energieträger interpretiert werden, da Verhaltensänderungen freiwillig sind und keineswegs so stark sein müssen wie in diesem Szenario unterstellt. Außerdem kann sich die Veränderung auch im negativen Sinne vollziehen – das heißt, bei fehlenden oder unzureichenden Maßnahmen in Richtung einer Bewusstseinsänderung ist es möglich, wenn nicht sogar wahrscheinlich, dass der Energiekonsum pro Kopf durch zusätzliche Geräte, zunehmende Mobilität, größere Wohnflächen, etc. weiter zunimmt.

Im Modell wurden beispielhaft drei Maßnahmen zur Förderung von Verhaltensveränderungen berücksichtigt: einerseits eine Intensivierung der Energieberatung mit Hausbesuchen, andererseits Investitionsförderungen für Messsysteme mit Feedback.

Das wirkungsvollste Instrument, um Verhaltensveränderungen der Menschen zu stimulieren, sind lokale/regionale professionell begleitete Prozesse. Diese Prozesse sollten sich mit der Nachhaltigkeit von Lebensstilen und dem Aufbau von Sozialkapital beschäftigen. Die Wertegebäude von Kollektiven bestimmen deren Denken, Fühlen und Handeln und formen deren Kultur. Nachhaltige Lebensstile können sich nur verbreiten, wenn das dafür erforderliche Wertegebäude in einer Gemeinschaft geteilt wird. Daher kommt dem Bereich Sozialkapital im Rahmen solcher Prozesse eine zentrale Bedeutung zu. Die genannten Maßnahmen verursachen auch bei großzügiger Dotierung vergleichsweise geringe Kosten.

Nur die Verbindung aller vorgeschlagenen Maßnahmen erreicht das 34 % Erneuerbare Ziel und kann die CO₂-Emissionen nennenswert reduzieren

Die traditionellen Szenarien mit den Schwerpunkten Ausbau der erneuerbaren Energie bzw. Energieeffizienz sind geeignet, Änderungen im Energieträgermix zu erreichen und bedeutende Einsparungen zu realisieren. Jedoch schaffen sie nur in Verbindung mit weitreichenden Verhaltensänderungen das 34 %-Ziel zu realisieren. Durch die Summe der Maßnahmen konnten die CO₂-Emissionen zwar im Vergleich zum Jahr 2020 klar reduziert werden, eine Herabsetzung auf bzw. unter das CO₂-Emissionsniveau von 1990 konnte aber nicht erreicht werden.

Alle Szenarien haben positive Wirkungen auf Wirtschaftswachstum und Beschäftigung

Die konsequente Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen würde nicht nur zu energie- und klimarelevanten Verbesserungen führen, sondern auch wirtschaftliche Vorteile bringen. So haben Wirtschaftsleistung und Beschäftigung in allen Szenarien besser abgeschnitten als im BAU. Zwar kann ein nachhaltigeres Verhalten vorübergehend mit Einschränkungen verbunden sein, jedoch bedeutet es nicht zwangsläufig und dauerhaft eine Minderung ökonomischer Möglichkeiten.

Die positiven wirtschaftlichen Nebenwirkungen sollten daher als unterstützendes Argument klar herausgearbeitet werden.

Rasches Handeln notwendig

Viele der in den Szenarien angesprochenen Maßnahmen sind rasch umsetzbar. Angesichts des kurzen Zeitraums bis 2020 sollten sie auch bald gesetzt werden.

Abschließend ist nochmals klar darauf hinzuweisen, dass Verhaltensänderungen einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele leisten können, jedoch nicht an Stelle von ebenfalls notwendigen Effizienzsteigerungen und eines massiven Ausbaus erneuerbarer Energien passieren dürfen.

6 Abkürzungen

p. a. per anno, pro Jahr

TJ: Terajoule

v. H.: von Hundert

PJ: Petajoule

KW: Kraftwerk

KWK: Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

u. a.: unter anderem

F&E: Forschung und Entwicklung

iVz: im Verhältnis zu

7 Danksagung

Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt. Wir danken insbesondere auch allen Stakeholdern, die im Rahmen des partizipativen Prozesses Zwischenergebnisse mit dem Projektteam diskutiert haben und durch ihr Wissen und ihre Erfahrung maßgeblich zum Erfolg des Projektes beigetragen haben:

Wolfgang	Amann	Erwin	Kolleritsch
Alexander	Bachler	Katharina	Kowalski
Ulrike	Bechtold	Lukas	Kranzl
Bettina	Bergauer-Culver	Kurt	Kratena
Klaus	Bernhardt	Josef	Kreitmayer
Heimo	Bürbaumer	Vitaliy	Kryvoruchko
Eva	Burger	Andreas	Lindiger
Helmut	Floegl	Barbara	Mayer
Elisabeth	Friedbacher	Andreas	Müller
Susanne	Geissler	Wolfgang	Pekny
Sultana	Gruber	Florian	Reininger
Bettina	Gusenbauer	Gerhard	Reitschuler
Julia	Haslinger	Michael	Sattler
Veronika	Haunold	Ernst	Schriefl
Bertram	Häupler	Stefan	Speck
Peter	Heitzinger	Melanie	Sporer
Ulrike	Hlawatsch	Andrea	Stocker
Heinz	Högelsberger	Thomas	Trink
Markus	Hummel	Andrea	Urferer
Andreas	Indinger	Walter	Vertat
Johann	Jachs	Petra	Wächter
Jill	Jäger	Christoph	Wolfsegger
Franz	Kirchmeyr	Gernot	Wörther

Im Rahmen des Projektes wurde das Modell e3.at um Bundesländerdaten ergänzt. Wir danken den zuständigen Stellen für die Bereitstellung der Energiebilanzen auf Bundesländerbasis:

- Amt der Burgenländischen Landesregierung, LAD - Raumordnung
- Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15 Umwelt, Unterabteilung Energiewirtschaft
- Amt der Salzburger Landesregierung, FR 4/04 - Energiewirtschaft und -beratung
- Land Steiermark, Energiebeauftragter, Fachabteilung 17A, Energiewirtschaft und allgemeine technische Angelegenheiten
- Amt der NÖ Landesregierung, WST6 - Geschäftsstelle für Energiewirtschaft
- Amt der Tiroler Landesregierung Abteilung Raumordnung - Statistik
- Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg

8 Literaturverzeichnis

- Ahlert, G., Distelkamp, M., Großmann, A., Hohmann, F., Lutz, C., Meyer, B., Ulrich, P., Wolter, M. I. (2007): Förderinitiative REFINA: PANTA RHEI REGIO - Modellgrundlagen und Modellkonzeption. GWS Discussion Paper 2007/3. (www.gws-os.de/Downloads/gws-paper07-3.pdf)
- Ahlert, G., Klann, U., Lutz, C., Meyer, B. & Wolter, M. I. (2005) Abschätzungen der Auswirkungen alternativer Bündel ökonomischer Anreizinstrumente zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme - Ziele, Maßnahmen, Wirkungen. GWS Discussion Paper 2005,5, Osnabrück.
- Arthur D. Little, Fraunhofer-Institut Für System- und Innovationsforschung, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2005). Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen. Abschlussbericht.
- ASUE (Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.), www.asue.de
- Baumgartner, J., Kaniovski, S., Pitlik, H. (2010). Allmähliche Erholung nach schwerer Rezession. Mittelfristige Prognose der österreichischen Wirtschaft bis 2014. Wifo Monatsberichte 1/2010.
- Berger, J. / Hanappi, T. / Hofer, H. / Müllbacher, S. / Schuh, U. / Schwarzbauer, W. / Strohner, L. / Weyerstraß, K. (2009). Konjunkturbelebende Maßnahmen der österreichischen Bundesregierung und der Bundesländer. Abschätzungen der volkswirtschaftlichen Effekte. Projektbericht. Institut für Höhere Studien (IHS). Wien.
- BFW (2007). Um 70 Prozent mehr Biomasse in Österreichs Wäldern verfügbar <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=7021> (17.12.2007).
- Biermayr, P., Cremer, C., Faber, T., Kranzl, L., Ragwitz, M., Resch, G., Toro, F. (2007). Bestimmung der Potentiale und Ausarbeitung von Strategien zur verstärkten Nutzung von erneuerbaren Energien in Luxemburg. Endbericht, Karlsruhe.
- Blazejczak, J, Hildebrandt, E., Spangenberg, J., Weidner, H.(2000). Arbeit und Ökologie, ein neues Forschungsprogramm. WZB-Paper P98-501, Berlin.
- BMLFUW, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006). Nationaler Biomasseaktionsplan für Österreich. Begutachtungsentwurf vom 21.9.2006, Wien.
- BMLFUW, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2009a). Indikatoren-Bericht zu Wirtschaft/Umwelt, Wien. Download von <http://www.umwelt.net.at/article/articleview/76748/1/6914>
- BMLFUW, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2009b). Erneuerbare Energie 2020. Potenziale und Verwendung in Österreich. In Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Ed.).
- BMVIT, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2002). Österreichisches Energieforschungs- und -technologiekonzept. Wien, Juli 2002.
- BMWFJ (2009). Energiestatus Österreich 2009. www.energiestrategie.at/images/stories/pdf/01_bmwfj_09_energiestatus.pdf
- Bodenhöfer, H.J., Wohlgemuth, N., Bliem, M., Michael, A., Weyerstraß, K. (2004). Bewertung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Unterstützung von Ökostrom in Österreich. Endbericht. Institut für Höhere Studien und Wissenschaftliche Forschung Kärnten.
- Bohunovsky, L. (2008). Behavioural aspects of energy consumption in private households – Participatory approaches towards energy conservation. MSc-Thesis at the Technical University Vienna.
- Bohunovsky, L., Stocker, A., Großmann, A., Hutterer, H., Arends, G., Haslinger, J., Wolter, M, Madlener, R., Endl, A. (2010). Szenarien eines nachhaltigeren Energiekonsums. Ausbau erneuerbarer Energien, Erhöhung der Energieeffizienz und Verhaltensänderungen im Energieverbrauch bis 2020. e-co Working Paper 2, Wien

- Bohunovsky, L., Stocker, A., Großmann, A., Hutterer, H., Arends, G., Haslinger, J., et al. (2010). Szenarien eines nachhaltigeren Energiekonsums. Ausbau erneuerbarer Energien, Erhöhung der Energieeffizienz und Verhaltensänderungen im Energieverbrauch bis 2020. Vienna.
- Breuss, F. / Kaniovski, S. / Schratzenstaller, M. (2009). Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der Konjunkturpakete I und II und der Steuerreform 2009. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO). Wien.
- BSTMUG (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit), Sanierungsbeispiele, <http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/klimaschutz/sparen/check/index.htm>
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (2002). Ökostromgesetz sowie Änderung des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (EIWOG) und das Energieförderungsgesetz 1979 (EnFG), 149. Bundesgesetz.
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (2005). Änderung der Verordnung, mit der Preise für die Abnahme elektrischer Energie aus Ökostromanlagen festgesetzt werden, 254. Verordnung.
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (2006). Ökostromgesetz-Novelle 2006, 105. Bundesgesetz.
- Bundesministerium für Finanzen (2008). Budgetbericht 2007/2008. Bericht der Bundesregierung. www.bmf.gv.at
- Christian, R., Kallinger, W., Kramer, H. (2008). Klimaschutz durch Wohnbausanierung. Hrgb: Expertenforum Lebensstilforschung der Raiffeisen Bausparkasse.
- Dachverband Energie-Klima (2005). Erneuerbare Energie. Technologische Kompetenz aus Österreich, WKÖ.
- Distelkamp, M., Großmann, A., Hohmann, F., Lutz, C., Ulrich, P. & Wolter, M. I. (2009). UBA-PANTA RHEI REGIO - Ein Modellsystem zur Projektion der künftigen Flächeninanspruchnahme in Deutschland und zur Folgenabschätzung fiskalischer Maßnahmen.
- Distelkamp, M., Meyer, B. & Wolter, M. I. (2005). Der Einfluss der Endnachfrage und der Technologie auf die Ressourcenverbräuche in Deutschland, Aachener Stiftung Kathy Beys (Hrsg.).
- E-Bridge (2005). Studie über KWK-Potentiale in Österreich. Endbericht.
- E-Control (2002). Leitfaden für den liberalisierten Strom- und Gasmarkt in Österreich, Wien.
- E-Control (2003). Ökostrom – Ein Leitfaden, Wien.
- E-Control (2005). Dezentrale Erzeugung in Österreich, Studie Feb. 2005 http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/INTERN/ADMINISTRATION/DATEIEN/PUBLIKATIONEN/STUDIEN/DEA_STUDIE_ECONTROL2005.PDF
- E-Control (2006). Bericht über die Ökostrom-Entwicklung und fossile Kraft-Wärme-Kopplung in Österreich gemäß § 25 Abs 1 Ökostromgesetz, Wien.
- E-Control (2007). Ökostrom sowie Energieverbrauchsentwicklung und Vorschläge zur Effizienzsteigerung, Wien, August 2007.
- E-Control (2009). Ökostrombericht 2009. Bericht der Energie-Control GmbH gemäß § 25 Abs 1 Ökostromgesetz. Wien.
- Energy Agency (2004). Energieeffizienz und Erneuerbare 2010. Endbericht, Wien.
- Energy Agency (2006). Vorstudie für einen nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich. Endbericht.
- Ensling, A., Hinz, E. (2006), Energetische Gebäudesanierung und Wirtschaftlichkeit, IWU Darmstadt.
- Esenwein-Rothe, I. (1982). Einführung in die Demographie. Bevölkerungsstruktur und Bevölkerungsprozess aus der Sicht der Statistik. Franz Steiner Verlag. Wiesbaden.
- Eurobarometer (2008). Einstellungen der europäischen Bürger zum Klimawandel. EUROBAROMETER, 69.2 N°300.
- Europäische Union (2001). Grünbuch: Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit. Brüssel.

- European Commission (2008). Proposal for a Directive of the European Parliament and of The Council on the energy performance of buildings. Brussels, 13.11.2008, COM(2008) 780 final (http://www.enev-online.de/epbd/epbd_2009_neufassung_entwurf_engl_081113.pdf).
- Eurostat (2001). Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators. A Methodological Guide. European Communities. Luxembourg.
- Fechner, H. & Lugmaier, A. (2007). Technologie Roadmap für Photovoltaik in Österreich. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 28/2007, BMVIT, Wien.
- Fischer, H., Lichtblau, K., Meyer, B. & Scheelhaase, J. (2004). Wachstums- und Beschäftigungsimpulse rentabler Materialeinsparungen. In: Wirtschaftsdienst 4, 2004. HWWA, Hamburg.
- Fritsche et al. (2004). Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Endbericht.
- Fröhlich, M., Hinterberger, F., Rosinski, N., Wiek, A., (2000). Wie viel wiegt Nachhaltigkeit ? Möglichkeiten und Grenzen einer Beachtung qualitativer Aspekte im MIPS-Konzept. Entwurf für ein Wuppertal Paper. No. Wuppertal Institute, Wuppertal.
- Frohn, J., Chen, P., Hillebrand, B., Lemke, W., Lutz, C., Meyer, B. & Pullen, M. (2003). Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen - Abschätzungen mit zwei ökonomischen Modellen. Physica Verlag Heidelberg.
- Gabriel, S. (2008). Die Nutzung von Biomasse zur Energie- und Kraftstoffherzeugung. Eingangsstatement von Bundesumweltminister Sigmar Gabriel auf der Bundespressekonferenz am 04. April 2008, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/statement_biosprit_4april2008.pdf
- Gerzabek, M. (2005). Der Boden: Seine Funktionen und Gefährdungen, Universität für Bodenkultur, Wien. <http://wko.at/industrie/Vortrag%20Gerzabek%20Boden%20Workshop%20WK%C3%96%2022%2009%202005.pdf>
- Großmann, A. und Wolter, M.I. (2009). Die geplante und durchgeführte Erweiterung des Modells e3.at um ein Wohnungsbestandsmodell. e-co Working Paper Nr. 1, Wien
- Großmann, A. und Wolter, M.I. (2010). Dokumentation des Modells „e3.at“. Modellversion e3.at_09. e-co Working Paper Nr. 3, Wien
- Haas, R., Berger, M., Kranzl, L. (2001). Strategien zur weiteren Forcierung erneuerbarer Energieträger in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des EU-Wissbuches für erneuerbare Energien und der Campaign for Take-off. Endbericht. Energy Economics Group, TU Wien.
- Haas, R., Biermayr, P., Kranzl, L. (2006). Endbericht zum Forschungsprojekt „Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger - wirtschaftliche Bedeutung für Österreich“. Energy Economics Group, TU Wien.
- Haberl, H., Krausmann, F., Erb, K.H., Schulz, N., Adensam, H. (2002). Biomasseeinsatz und Landnutzung Österreich 1995 – 2020. IFF Social Ecology Working Paper 65, Wien.
- Haberl, H., Krausmann, F., Erb, K.H., Schulz, N., Adensam, H. (2002). Biomasseeinsatz und Landnutzung Österreich 1995 – 2020. IFF Social Ecology Working Paper 65, Wien.
- Hans-Böckler-Stiftung, (2000). Wege in eine nachhaltige Zukunft, Ergebnisse aus dem Verbundprojekt Arbeit und Ökologie, Düsseldorf.
- Heinz, A. & Ising, M. (2004). Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Präsentation am 4. Mai 2004 in Berlin.
- Herdin, G., Gruber, F., Schilliro, M. (2005). Verstromung von Biogas. energy technology austria, bmvit, http://energytech.at/pdf/biogas_a02.pdf
- Herring, H. (2006). Energy efficiency: A critical review. Energy 31 (1):10-20.
- Hinterberger, F., Renn, S., Schütz, H. (1999). Arbeit – Wirtschaft – Umwelt. Wuppertal Papers Nr. 89, 1999, Wuppertal.
- Hinterberger, F., Stocker, A., Bohunovsky, L., Kowalski, K., Wolter, M.I., Großmann, A., Madlener, R. (2008). Erneuerbare Energie in Österreich: Modellierung möglicher Entwicklungsszenarien bis

2020. Endbericht. Energiesysteme der Zukunft. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Hirschberger, P. (2006). Potenziale der Biomassenutzung aus dem Österreichischen Wald unter Berücksichtigung der Biodiversität. Naturverträgliche Nutzung forstlicher Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung unter besonderer Berücksichtigung der Flächen der Österreichischen Bundesforste. Studie des WWF in Zusammenarbeit mit den Österreichischen Bundesforste.
- HVB (2009). Statistisches Handbuch der österreichischen Sozialversicherung. Wien.
- IHS (2009). Konjunkturbelebende Maßnahmen der österreichischen Bundesregierung und der Bundesländer. Abschätzungen der volkswirtschaftlichen Effekte. Projektbericht. Institut für Höhere Studien (IHS). Wien.
- Kaltschmitt, M.; Neubarth, J. (2000). Erneuerbare Energien in Österreich, 1. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg/New York.
- Kaltschmitt, M.; Wiese, A.; Streicher, W. (2003). Erneuerbare Energien, 3. Auflage, Springer.
- Karmasin Motivforschung, & Klima- und Energiefonds (2009). Motivforschung zu umweltgerechtem Verhalten in Zusammenhang mit Energieeffizienz, Unterlagen zu Pressefrühstück. www.klimafonds.gv.at/...data/.../Praesentation_Motivforschung.ppt.
- Kletzan, D., Kratena, K., Meyer, I., Sinabell, F., Schmid E., Stürmer, B. (2008). Volkswirtschaftliche Evaluierung eines nationalen Biomasseaktionsplans für Österreich. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung und der Universität für Bodenkultur im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit.
- Kowalski K., Stagl S., Madlener R., Omann I. (2009). Sustainable Energy Futures: Methodological Challenges in Combining Scenarios and Participatory Multi-Criteria Analysis, *European Journal of Operational Research* 197(3): 1063-1074.
- Kowalski, K., Madlener, R., Stagl, S. (2006). Neue Wege der integrierten Bewertung von nationalen Energieszenarien für Österreich, Symposium Energieinnovation "Dritte Energiepreiskrise – Anforderungen an die Energieinnovation", 15.-17. Feb. 2006, TU Graz, Austria (www.IEE.TUGraz.at).
- Kranzl, L., Stadler, M. (2006). Eckpunkte für die Entwicklung und Einführung budgetunabhängiger Instrumente zur Marktdurchdringung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Endbericht, Ausarbeitung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Kratena, K. (2005). Volkswirtschaftliche Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen-setzungen im Hinblick auf die Erreichung des Kyoto-Ziels. Unveröffentlicht.
- Kratena, K., Wüger, M. (2005). Energieszenarien für Österreich bis 2020, WIFO, Wien.
- Krautkremer, B. (2006). Stromerzeugung aus Biomasse – effizient, dezentral und grundlastfähig. In: Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit in der Stromerzeugung, ForschungsVerbund Sonnenenergie, Themenheft 2006.
- Laaber, M., Madlener, R., Kirchmayr, R., Braun, R. (2007). Aufbau eines Bewertungssystems für Biogasanlagen – „Gütesiegel Biogas“. Endbericht EdZ-Projekt Nr. 807742, März.
- Lang, Gütner (2007). Erhebung CO₂ Emissionen und Energieverbrauch für Wohngebäude im Bestand und Neubau in Österreich für den Berichtszeitraum 2008 – 2020 zur Zielerreichung der EU-Klimastrategie. IG Passivhaus (Hrgs.), Wien.
- Lechner, H., Haas, R., Auer, H., Berger, M., Huber, C. (2001). Energiebinnenmarkt und Umweltschutz: Evaluierung für Österreich. Endbericht. Energieverwertungsagentur (Hrsg.), Wien.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. & Edler, D. (2008a): Renewable Energy and Employment in Germany, in: *Energy Policy*, 36, pp. 108-117.
- Lehr, U., Wolter, I., Großmann, A. & Lutz, C. (2008b). Gesamtwirtschaftliche Effekte der Umsetzung der EU-Ziel im Bereich Erneuerbare Energien und Gebäudeeffizienz in Österreich bis 2020. Lebensministerium, Wien.

- Lutz, C. & Meyer, B. (2008a): Modellgestützte Simulationsrechnungen der GWS zu Energie- und Klimaschutzfragen: Überblick und Einordnung der Ergebnisse. GWS Discussion Paper 2008/3, Osnabrück.
- Lutz, C. & Meyer, B. (2008b): Beschäftigungseffekte des Klimaschutzes in Deutschland. Untersuchungen zu gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen ausgewählter Maßnahmen des Energie- und Klimapakets. Forschungsbericht 205 46 434, Dessau-Roßlau.
- Lutz, C., Meyer, B. & Wolter, M.I. (2010): The Global Multisector/Multicountry 3E-Model GINFORS. A Description of the Model and a Baseline Forecast for Global Energy Demand and CO₂-Emissions. *International Journal of Global Environmental Issues*, 10(1-2), pp. 25-45.
- Lutz, C., Meyer, B., Nathani, C. & Schleich, J. (2005). Endogenous technological change and emissions: The case of the German steel industry. *Energy Policy*, 33 (9), pp. 1143-1154.
- Madlener R., Kowalski K., Stagl S. (2007). New Ways for the Integrated Appraisal of National Energy Scenarios: The Case of Renewable Energy Use in Austria, *Energy Policy*, 35 (12), pp. 6060-6074.
- Madlener R., Wohlgemuth N. (1999). Small is Sometimes Beautiful: The Case of Distributed Generation in Competitive Energy Markets, *Proceedings of the 1st Austrian-Czech-German Conference on Energy Market Liberalization in the Central and Eastern Europe*, 6-8 September 1999, Prague, Czech Republic, pp. 94-100.
- Madlener, R., Alcott, B. (2009). Energy rebound and economic growth: A review of the main issues and research needs, *Energy*, 34(3): 370-376.
- Mayer, B. (2006). Die Energiesituation Österreichs im Jahr 2005 mit statistischen Übersichten und Kennzahlen. Statistik Austria, Direktion Raumwirtschaft, Bereich Umwelt & Energie, Wien.
- Mesch, M. (2005). Der Wandel der Beschäftigungsstruktur in Österreich. Branchen – Qualifikationen – Berufe. LIT Verlag, Wien, Münster.
- Meyer, B. & Lutz, C. (2002 a). IO, macro-finance, and trade model specification, in: UNO, K. (ed.), *Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol*. Dodrecht, Boston, London, pp. 55-68.
- Meyer, B. & Lutz, C. (2002 b). Endogenized trade shares in a global model, in: UNO, K. (ed.), *Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol*. Dodrecht, Boston, London, pp. 69-80.
- Meyer, B. & Lutz, C. (2002 c). Carbon tax and labour compensation – a simulation for G7, in: UNO, K. (ed.), *Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol*. Dodrecht, Boston, London, pp. 185-190.
- Meyer, B. & Uno, K. (1999). COMPASS – Ein globales Energie-Wirtschaftsmodell, in: ifo-Studien, 45, S. 703-719.
- Meyer, B., Distelkamp, M. & Wolter, M.I. (2007): Material Efficiency and Economic-Environmental Sustainability. Results of Simulations for Germany with the Model UBA-PANTA RHEI. *Ecological Economics*, 63(1), pp. 192-200.
- Meyer, B., Lutz, C. & Wolter, M. I. (2003). Global Multisector, Multicountry 3E Modelling: From COMPASS to GINFORS, Paper presented at the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Berlin, December, 5.-6., 2003.
- Meyer, B., Lutz, C. & Wolter, M. I. (2004). Economic growth of the EU and Asia – A First Forecast with the Global Econometric Model GINFORS, Paper prepared for 1st KEIO-UNU-JFIR Panel Meeting, Economic Development and Human Security, How to Improve Governance at the Inter-Governmental, Governmental and Private – Sector Levels in Japan and Asia, February 13-14, 2004, Tokyo.
- Meyer, B., Lutz, C. & Wolter, M. I. (2005). Global Multisector/Multicountry 3-E Modelling: From COMPASS to GINFORS. *Revista de Economia Mundial*, 13, pp. 77-97.
- Meyer, B., Lutz, C. & Wolter, M.I. (2007). The Global Multisector/Multicountry 3E-Model GINFORS. A Description of the Model and a Baseline Forecast for Global Energy Demand and CO₂-Emissions. *International Journal of Global Environmental Issues*. (forthcoming).

- Meyer, B., Lutz, C., Schnur, P., Zika, G. (2006). National economic policy simulations with global interdependencies. A sensitivity analysis for Germany. IAB Discussion Paper Nr. 12/2006, Nürnberg.
- Meyer, B., Wolter, M.I. (2005). Sozioökonomische Modellierung. Ausgewählte Ergebnisse der Arbeiten der Kooperationsgruppe. In: ZiF-Mitteilungen 3, 2005.
- Moidl, S. (2003). Ökologische Leitlinien für den Ausbau von Ökostromanlagen in Österreich. Präsentation 8. September 2003.
- Müller, A. (2009). Hat Heizen Zukunft? Entwicklung des Wärmebedarfes im österreichischen Gebäudebestand bis 2050. Präsentation im Rahmen der Energiegespräche, 29.9.2009. Download unter: http://eeg.tuwien.ac.at/events/egs/pdf/egs090929_mueller.pdf
- Nitsch, J. et al. (2004). Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Studie im Auftrag des BMU, Kurzfassung. Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nutzung_ee.pdf
- NOVEM (2000). The Perspective Project, Towards an energy-aware lifestyle. Document prepared by the NOVEM for the "Perspective" Follow up project on behalf of the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) Personally communicated by R.M.J. Benders (University of Groningen).
- OECD/IEA (2005). Energy Prices and Taxes. Quarterly Statistics, Fourth Quarter 2005. Luxemburg.
- OECD/IEA (2005). Handbuch Energiestatistik. Luxemburg. www.iea.org/Textbase/stats/docs/NRJstatAld.pdf, Download am: 12.09.2006.
- OENB (2009). Konjunktur Aktuell. Berichte und Analysen zur wirtschaftlichen Lage. Österreichische Nationalbank. Wien.
- Paeger, J. (2007). Ökosystem Erde. Strategien für die Zukunft. Energie aus Biomasse. <http://www.oekosystem-erde.de/html/bioenergie.html>
- Pehnt, M., Lutz C., Seefeldt, F., Schlomann, B., Wunsch, M., Lehr, U., Lambrecht, U. & Fleiter, T. (2009): Klimaschutz, Energieeffizienz und Beschäftigung - Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland. Bericht im Rahmen des Forschungsvorhabens "Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative", Berlin.
- Piller, B. (2007). Der Kampf um die Biomasse In: Zeitschrift „Erneuerbare Energie“ Nr. 4 August 2007, Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie.
- Poortinga, W., Steg, L., Vlek, C., & Wiersma, G. (2003). Household preferences for energy-saving measures: A conjoint analysis. Journal of Economic Psychology, 24(1), 49-64.
- Proidl, H. (2006). Daten über Erneuerbare Energieträger in Österreich. Wien.
- Rechnungshof (2009). Klimarelevante Maßnahmen bei der Wohnbausanierung auf Ebene der Länder. Bericht des Rechnungshofes. GZ 001.509/188-S3-1/09, Wien. Download unter http://www.rechnungshof.gv.at/fileadmin/downloads/2009/berichte/berichte_laender/wien/Wien_2009_03.pdf
- Resch, G., Auer, H., Stadler, M., Huber, C., Nielsen, L., Twidell, J., Swider, D. (2003). Report of the project "Pushing A Least Cost Integration Of Green Electricity Into The European Grid Green Net". Dynamics and basic interaction of RES-E with the grid, switchable loads and storage. Workpackage 1, Wien.
- Resch, G., Faber, T., Haas, R., Ragwitz, M., Held, A., Konstantinaviciute, I. (2006). Report (D4) of the IEE project OPTRES: Assessment and optimization of renewable support schemes in the European electricity market. Potentials and costs for renewable electricity in Europe – The Green-X database on dynamic cost-resource curves, Wien.
- Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt vom 17. September 2001.
- Richtlinie 2003/54/EG des Europäischen Parlament und des Rates über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 96/92/EG vom 26. Juni 2003.

- Richtlinie 96/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt vom 19. Dezember 1996.
- Ruschmeyer, T. (2006). Energieautonomie durch Speicherung Erneuerbarer Energien. In: Solarmobil Mitteilungen Nr. 63 – November 2006, Bundesverband Solare Mobilität.
- Sauer, U. (2006). Optionen zur Speicherung elektrischer Energie in Energieversorgungssystemen mit erneuerbarer Stromerzeugung, RWTH Aachen.
- Scheer, H. (2007). Jenseits von Kohle und Atom. Mehr Handlungsmut für Erneuerbare Energien – Eine Denkschrift. In: Zeitschrift Solarzeitalter Nr. 1/2007.
- Schmidt und Van Elkan, 2006. Der gesamtwirtschaftliche Nutzen der deutschen Bürgschaftsbanken. Trierer Schriften zur Mittelstandsökonomie Bd. 7, Berlin.
- Schönbauer, C. (2004). Zur Neubestimmung der „Preise“ (Einspeisetarife) für Kleinwasserkraft und sonstige Ökostromanlagen. Gutachten der E-Control GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Wien.
- Schulze Darup, B. (2004), Energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück.
- Sorrell, S., Dimitropoulos, J. The rebound effect: Microeconomic definitions, limitations and extensions. Ecological Economics (online seit 27 September 2007).
- Stadler, M., Lipman, T., Marnay, C. (2007). Aktuelle Trends in der dezentralen KWK Technologie Integration – Das kalifornische Fördermodell und dessen Implikation für die Endenergieeffizienzrichtlinie. Beitrag bei der IEWT, 2007.
- Staiß, F., Kratzat, M., Nitsch, J., Lehr, U., Edler, D. & Lutz, C. (2006). Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- Statistik Austria (2008a). Haushalte 2001-2050 nach Größe und Bundesländern. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/demographische_prognosen/haushaltsprognosen/index.html, download am 13.10.2008)
- Statistik Austria (2008b). Energiebilanzen der Bundesländer. Wien.
- Statistik Austria (2008c). Energiebilanzen (Sonderauswertung). Wien.
- Statistik Austria (2009). Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 1976-2007. Revision 2008/2009. Wien.
- Statistik Austria (2009b). Wohnen. Ergebnisse der Wohnungserhebung im Mikrozensus Jahresdurchschnitt 2008. Wien.
- Stocker, A., Bohunovsky, L., Großmann, A., Hinterberger, F., Madlener, R., & Wolter, M. I. (2008). Erneuerbare Energie in Österreich: Modellierung möglicher Entwicklungsszenarien bis 2020. In Projektendbericht im Rahmen der Programmlinie "Energiesysteme der Zukunft" (Ed.).
- Stocker, A., Großmann, A., Hinterberger, F., Wolter, M.I. (2007). Wachstums-, Beschäftigungs- und Umweltwirkungen von Ressourceneinsparungen in Österreich (RESA). Studie im Auftrag des Lebensministeriums.
- Theißing, M. (2006). Biogas Einspeisung und Systemintegration in bestehende Gasnetze. FH JOANNEUM Gesellschaft mbH. Projektbericht im Rahmen der Programmlinie „Energiesystem der Zukunft“, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften. Im Auftrag des BMVIT). Berichte aus Energie- und Umweltforschung 1/2006.
- Umweltbundesamt (2007). Emissionstrends 1990 – 2005. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen (Datenstand 2007). Umweltbundesamt, Wien.
- Umweltbundesamt (2008). Treibhausgasemissionen in Österreich 1990-2006. Wien.
- Umweltbundesamt (2009). Klimaschutzbericht 2009. Report, REP-0226, Wien.
- Umweltbundesamt (2009a). Austria's National Inventory Report 2009. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Vienna.

- Umweltbundesamt (2009b). Emissionstrends 1990 – 2007. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen (Datenstand 2009). Umweltbundesamt, Wien.
- Vanwynsberghe, D. & Hohmann, F. (2002). Object-oriented database and modelling system, in: UNO, K. (ed.), *Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol*. Dordrecht, Boston, London, pp. 33-54.
- VCÖ (Verkehrsclub Österreich, Hrsg.) (2003). *Mobilität 2020. Trends – Ziele – Visionen*, Wissenschaft & Verkehr 3/2003, Wien
- Veigl, A., Tretter, H. (2005). Biogas: Die derzeitige Situation in Österreich. *energy technology austria*, bmvit, http://energytech.at/pdf/biogas_a01.pdf
- Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der Preise für die Abnahme elektrischer Energie aus Ökostromanlagen festgesetzt werden, BGBl. II Nr. 508/2002.
- Weiss, W., Isaksson, C., Adensam, H. (2005). Wirtschaftsfaktor Sonnenenergie. *BMVIT Schriftenreihe: Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 38/2005.