

Daniela Kletzan-Slamanig, Claudia Kettner, Angela Köppl, Ina Meyer, Franz Sinabell

Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft 2015

Sonderthema: Energieeffizienz als Hebel der Dekarbonisierung

Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft 2015. Sonderthema: Energieeffizienz als Hebel der Dekarbonisierung

Die längerfristige Entwicklung der vom WIFO regelmäßig publizierten Schlüsselindikatoren der Energiewirtschaft, der Klimapolitik und der Landwirtschaft zeigt zum Teil Strukturanpassungen an politische Zielvorgaben, zum Teil Abweichungen davon. Im Rahmen des Sonderthemas befasst sich der Bericht heuer mit Fragen der Energieeffizienz. Österreich steigerte die Effizienz des Energiesystems in der Vergangenheit im internationalen Vergleich unterdurchschnittlich. Neben technologischen Ansätzen kann eine Forcierung der Änderung von Konsumpraktiken und sozialen Normen zur Verbesserung der Energieeffizienz beitragen.

Key Indicators of Climate Change and the Energy Sector in 2015. Special Topic: Using Energy Efficiency to Boost Decarbonisation

In the long term, key indicators for the energy sector, climate policy and agriculture – which are regularly published by WIFO – are showing some structural adjustments to but also deviations from political targets. In its special topic, the report looks into energy efficiency issues. Compared to other European countries, Austria's efforts to boost the efficiency of its energy system resulted in a below-average improvement. In addition to technological approaches, measures to increase energy efficiency should aim at changing consumption habits and social norms in energy use.

Kontakt:

Mag. Daniela Kletzan-Slamanig:	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, Daniela.Kletzan-Slamanig@wifo.ac.at
Mag. Claudia Kettner, MSc:	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, Claudia.Kettner@wifo.ac.at
Dr. Angela Köppl:	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, Angela.Koeppl@wifo.ac.at
Dipl.-Vw. Dr. Ina Meyer:	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, Ina.Meyer@wifo.ac.at
Dipl.-Ing. Dr. Franz Sinabell:	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, Franz.Sinabell@wifo.ac.at

JEL-Codes: Q41, Q42, Q43, Q52, Q53 • **Keywords:** Klimawandel, Energiepolitik, Umweltindikatoren, Energieeffizienz

Begutachtung: Kurt Kratena • **Wissenschaftliche Assistenz:** Katharina Köberl (Katharina.Koerberl@wifo.ac.at), Susanne Markytan (Susanne.Markytan@wifo.ac.at), Dietmar Weinberger (Dietmar.Weinberger@wifo.ac.at)

Der vorliegende achte WIFO-Bericht über Schlüsselindikatoren zu Energiewirtschaft und Klimawandel analysiert den Fortschritt in der Entkoppelung von Energieeinsatz, Treibhausgasemissionen und Wirtschaftswachstum anhand der aktuellen Emissionsdaten für das Jahr 2013 auf der Basis von sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Indikatoren für Österreich. Im Jahr 2013 lagen die österreichischen Treibhausgasemissionen mit 79,6 Mio. t CO₂-Äquivalenten geringfügig unter jenen des Jahres 2012 (-0,24%), während der Bruttoinlandsverbrauch an Energie um 1,1% auf 1.372 PJ zurückging. Mit einem Wachstum des Bruttoinlandsproduktes um 0,4% setzte sich die absolute Entkoppelung von BIP und Treibhausgasemissionen fort.

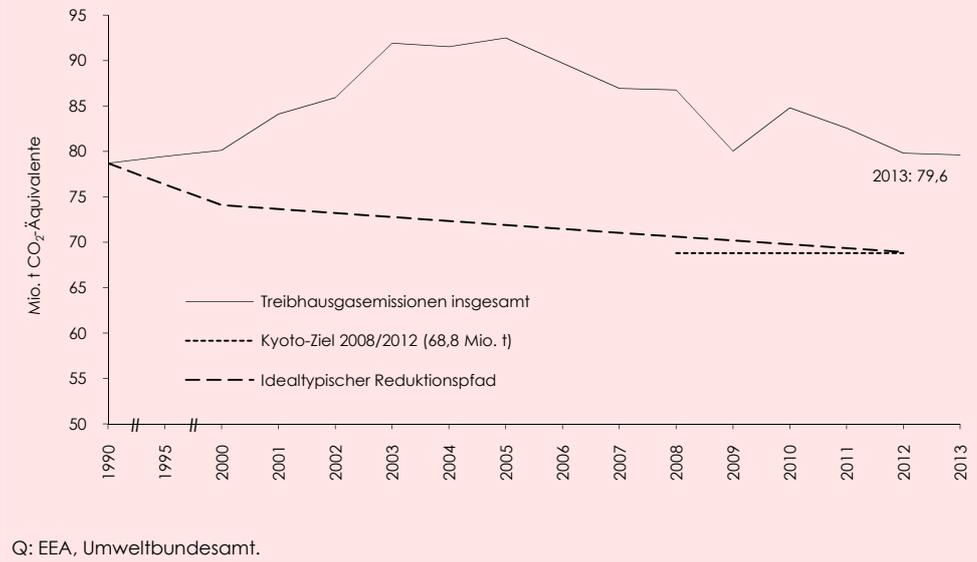
Der vorliegende Indikatorenbericht befasst sich in seinem Schwerpunkt mit dem Thema Energieeffizienz. Die Verbesserung der Energieeffizienz gilt als strategischer Ansatz zur Verringerung der Treibhausgasemissionen sowie zur Verbesserung der Energieversorgungssicherheit und ist eines der Ziele der Europäischen Wachstumsstrategie.

1. Indikatoren für Klima und Energie

Im Jahr 2013 wurden in Österreich 79,6 Mio. t CO₂-Äquivalente an Treibhausgasen emittiert: Die Emissionen blieben damit etwas unter dem Vorjahresniveau (-0,24%),

–0,2 Mio. t)¹⁾. Der Rückgang der Emissionen wurde in erster Linie im Sektor Energieerzeugung erreicht: Aufgrund des Rückganges der thermischen Erzeugung um 21% sanken die Emissionen aus der Elektrizitäts- und Fernwärmeerzeugung im Vorjahresvergleich um 12% (Umweltbundesamt, 2015).

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Österreich und Kyoto-Ziel



Das österreichische Kyoto-Ziel für die Periode 2008/2012 sah eine Verringerung der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr auf 68,8 Mio. t CO₂-Äquivalente bzw. um 13% vor. Allerdings waren für die Erfüllung des Kyoto-Ziels heimische Maßnahmen nicht ausreichend. Zur Abdeckung der österreichischen Emissionen wurden zusätzlich aus den flexiblen Mechanismen²⁾ Emissionszertifikate angekauft. Bis Ende 2014 wurden über das österreichische JI/CDM-Programm insgesamt Ankäufe von rund 90 Mio. t Emissionsreduktionseinheiten beschlossen. Unter Berücksichtigung der Ausfälle und letztlich nicht umgesetzter Projekte wurden in Summe 71,38 Mio. t Emissionsreduktionseinheiten in 74 Verträgen zu einem durchschnittlichen Ankaufspreis von 6,22 € je Tonne gesichert (BMLFUW, 2015).

Beginnend mit dem Jahr 2013 gelten für die nicht vom EU-Emissionshandel (Emission Trading System – ETS) erfassten Sektoren die Zielvorgaben entsprechend dem Klimaschutzgesetz (BGBl. I Nr. 106/2011), das basierend auf den Gesamtzielen des EU-Klima- und -Energiepakets Ziele für die einzelnen Verursachersektoren vorsieht. Die Treibhausgasemissionen der Nicht-ETS-Sektoren sollen bis 2020 linear um 16% (im Vergleich zu 2005) gesenkt werden³⁾. Das Ziel für 2013 betrug 52,6 Mio. t, die tatsächlichen Emissionen waren mit 49,7 Mio. t CO₂-Äquivalenten um 2,9 Mio. t (5,5%) niedriger als der Zielwert. Entsprechend dem Klimaschutzgesetz müssen die Emissionen der Nicht-Emissionshandelssektoren bis 2020 auf 48,8 Mio. t gesenkt werden⁴⁾.

Den größten Anteil am Ausstoß von Treibhausgasen hatten 2013 weiterhin die Industrie und das produzierende Gewerbe (32,3%) vor dem Verkehrssektor (28%), der Energieaufbringung (12,6%), der Erzeugung von Raumwärme und dem Kleinverbrauch (10,5%), der Landwirtschaft (9,7%) und der Abfallwirtschaft (3,8%). Gegen-

¹⁾ Die Treibhausgas-Inventur 2013 wurde auf Basis neuer internationaler Vorgaben berechnet, was u. a. eine Neubewertung der Treibhausgaspotentiale einzelner Schadstoffe betrifft. Somit ist ein Vergleich mit den im Vorjahr publizierten Werten (Kettner et al., 2014) nur eingeschränkt möglich.

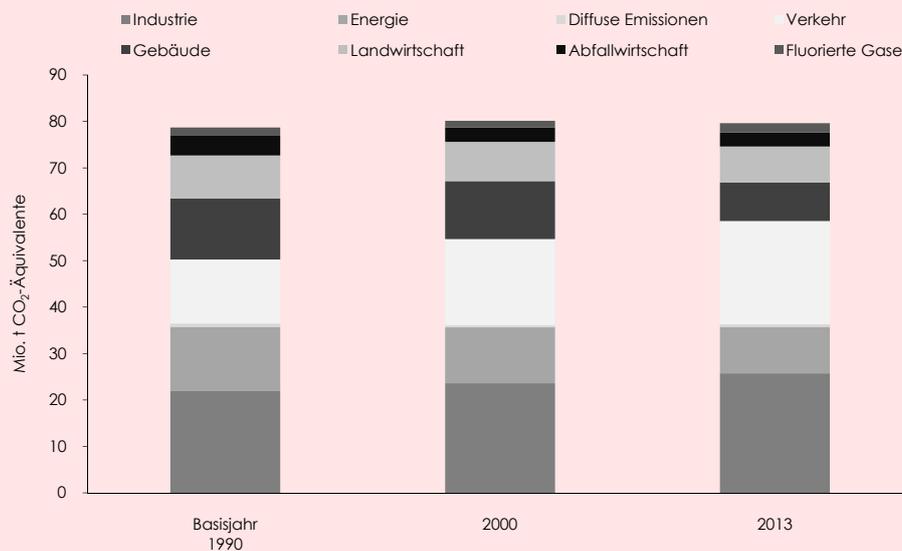
²⁾ Zu den flexiblen Mechanismen gehören der EU-Emissionshandel, der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism – CDM) sowie die Gemeinsame Umsetzung (Joint Implementation – JI; Kyoto-Protokoll, 1998).

³⁾ Für die Emissionshandelssektoren im EU-ETS gilt ein EU-weit einheitliches Ziel von –21% gegenüber 2005.

⁴⁾ KSG-Novelle 2015, Entwurf vom 26. Mai 2015.

über dem Jahr 2000 erhöhte sich vor allem der Anteil des Verkehrs und der Industrie, während der Anteil der Raumwärme und der Energieerzeugung rückläufig war.

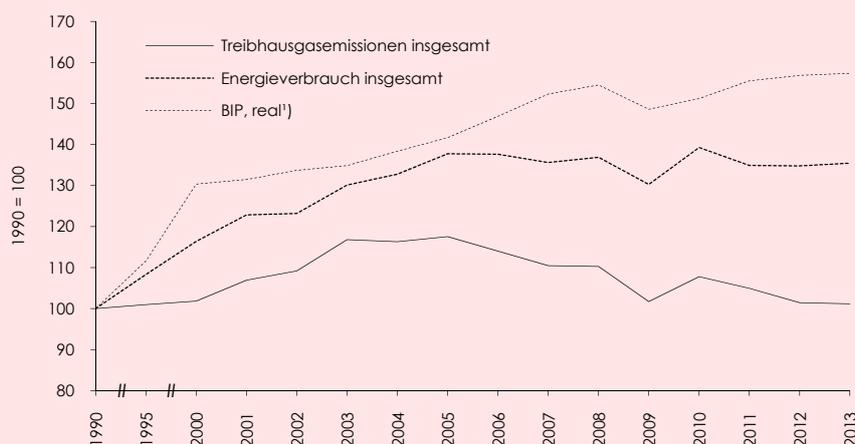
Abbildung 2: Verursacher der Treibhausgasemissionen in Österreich



Q: Umweltbundesamt.

Neuerlich wuchsen die Treibhausgasemissionen aus dem Verkehrssektor kräftig (1990/2013 +61,4%, 2000/2013 +20,1%). In der Industrie und im produzierenden Gewerbe nahmen die Emissionen 2000/2013 mit +9,1% schwächer zu als 1990/2013 (+16,7%). In der Energieaufbringung zeigten die aktuellen Daten für beide Zeiträume einen rückläufigen Trend (1990/2013 –27%, 2000/2013 –16,8%). Der Sektor Raumwärme und Kleinverbrauch wies in beiden Perioden einen substantiellen Rückgang um rund ein Drittel auf. Die Treibhausgasemissionen der Sektoren Landwirtschaft und Abfallwirtschaft verringerten sich ebenfalls durchgehend (Landwirtschaft 1990/2013 –17,1%, 2000/2013 –8,8%, Abfallwirtschaft 1990/2013 –31,3%, 2000/2013 –5,1%).

Abbildung 3: Verursacher der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum BIP in Österreich



Q: Umweltbundesamt. – ¹) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2005.

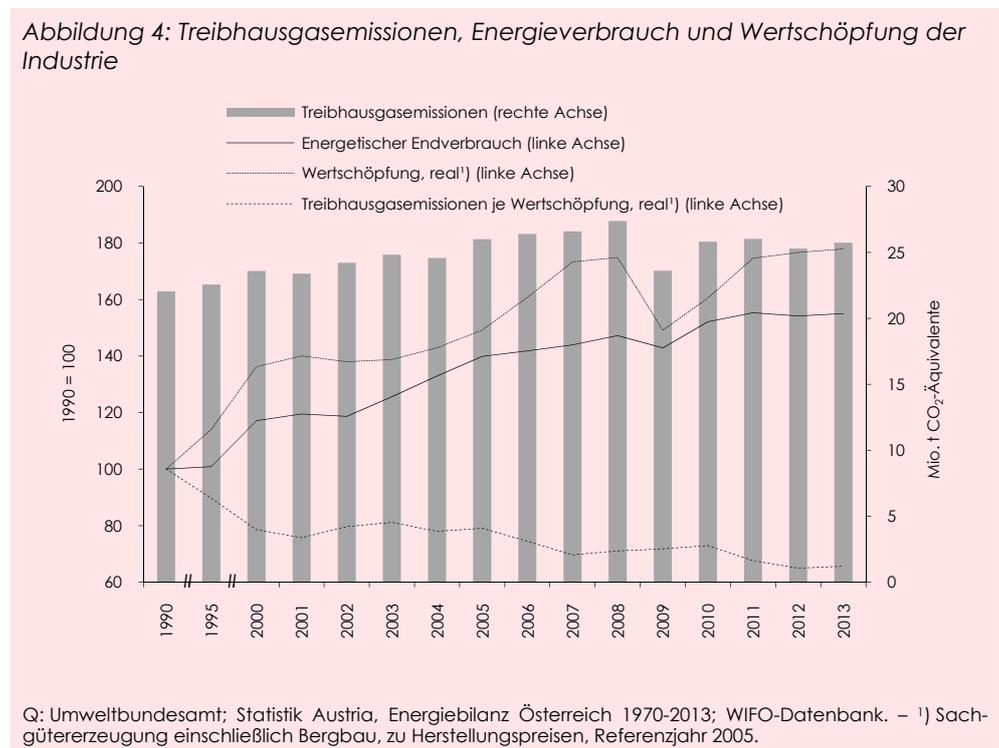
Im Jahr 2013 setzte sich die absolute Entkoppelung der Entwicklung von BIP und Treibhausgasemissionen fort (Abbildung 3). Insgesamt konnten die Treibhausgasemissionen in Österreich in den letzten Jahren auf dem Niveau vor 2000 stabilisiert

werden. Der starke Anstieg zwischen 2000 und 2005 wurde nicht zuletzt durch den Direktexport von Treibstoff ("Tanktourismus") aufgrund der Preisdifferenz zu Deutschland ausgelöst. Gegenüber dem Höchstwert 2005 sanken die Emissionen mit Ausnahme der Erholungsphase nach der Wirtschaftskrise kontinuierlich. Die Treibhausgasintensität, d. h. die Relation der Treibhausgasemissionen zum realen BIP, betrug im Jahr 2013 in Österreich 0,29 kg CO₂-Äquivalente je Euro (im Jahr 2000 war dieser Wert noch bei 0,36 kg CO₂-Äquivalenten je Euro gelegen).

Der Energieverbrauch nahm bis 2005 insgesamt ebenfalls deutlich zu (+37% gegenüber 1990) und stabilisierte sich seither weitgehend. Auch in diesem Bereich war somit in den letzten Jahren eine zunehmende Entkoppelung zu verzeichnen.

Neben der Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz zeigt sich durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger und die Substitution emissionsintensiver Energieträger auch ein Rückgang der Emissionsintensität des Energieverbrauches (Treibhausgasemissionen je Energieverbrauch). Beide Aspekte tragen zur absoluten Verringerung der Treibhausgasemissionen in Österreich bei.

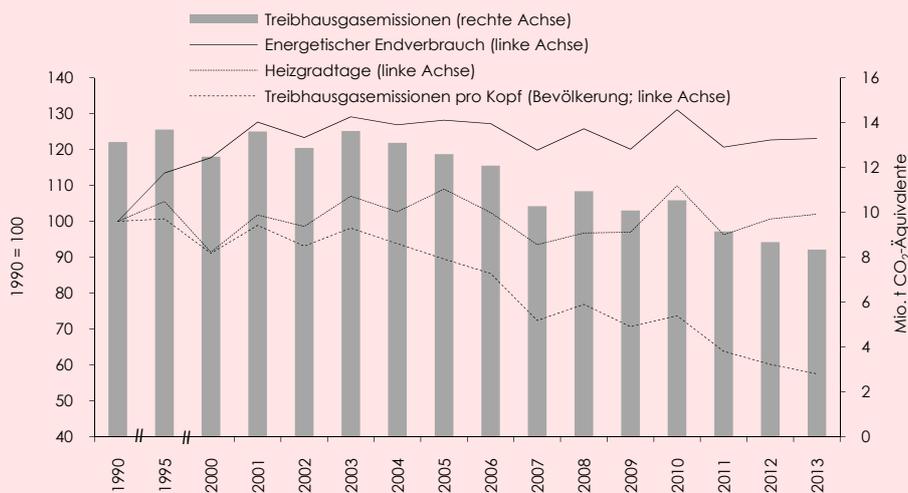
Abbildung 4: Treibhausgasemissionen, Energieverbrauch und Wertschöpfung der Industrie



In der Industrie ist die Energieintensität seit Ende der 1990er-Jahre weitgehend unverändert, während die Emissionsintensität deutlich sank. Somit konnte eine relative Entkoppelung der Entwicklung von Emissionen und Wertschöpfung erreicht werden, nicht jedoch in Hinblick auf den energetischen Endverbrauch (Abbildung 4). 2013 wuchsen Wertschöpfung und Energieverbrauch der Industrie mäßig (+0,7% bzw. +0,5%), die Treibhausgasemissionen erhöhten sich jedoch mit +1,1% deutlicher. Dementsprechend verbesserte sich die Energieintensität 2013 leicht, während die Emissionsintensität zunahm.

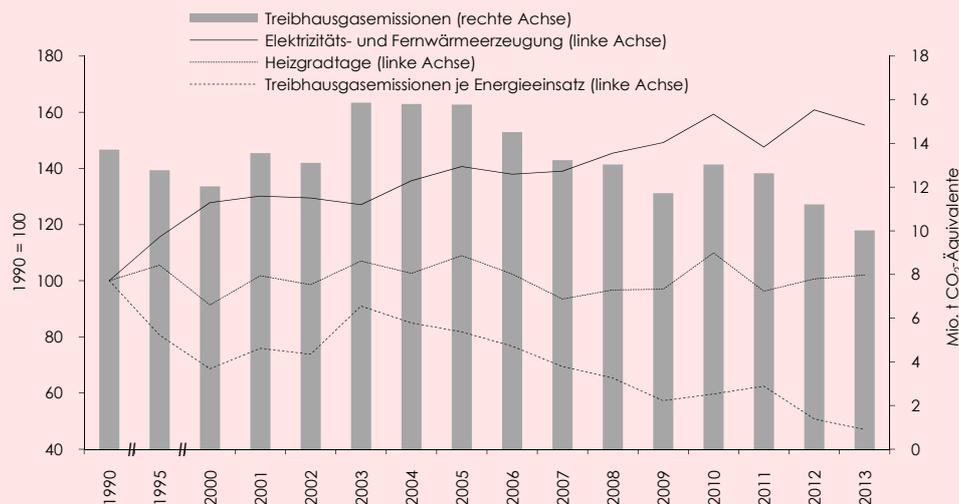
Seit 2001 ist der energetische Endverbrauch der privaten Haushalte etwa konstant; 2013 betrug er rund 390 PJ; seine Schwankungen spiegeln vorwiegend die Entwicklung der Zahl der Heizgradtage wider (Abbildung 5). Der Rückgang der Treibhausgasemissionen in den letzten Jahren ging mit einer Verschiebung des Energieträgermix zu emissionsneutralen, erneuerbaren Energieträgern einher. Diese Tendenz war auch für die Entkoppelung der Verbrauchsentwicklung vom Bevölkerungswachstum seit dem Jahr 2000 bestimmend.

Abbildung 5: Treibhausgasemissionen der Gebäude, Energieverbrauch der Haushalte und Dienstleistungen sowie Zahl der Heizgradtage



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2013; WIFO-Datenbank.

Abbildung 6: Treibhausgasemissionen, Energieeinsatz und Elektrizitäts- und Fernwärmeerzeugung der öffentlichen Energieversorgungsunternehmen



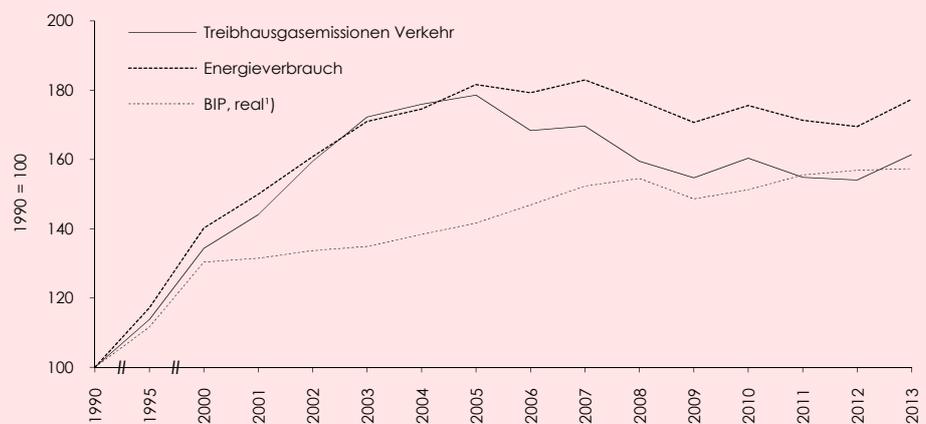
Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2013; WIFO-Datenbank.

Im Jahr 2013 waren die Treibhausgasemissionen der öffentlichen Energieversorgungsunternehmen in Österreich weiter rückläufig; gegenüber dem Vorjahr sanken sie von 11,2 Mio. t um 11% auf rund 10 Mio. t CO₂-Äquivalente. Diese Einsparungen waren einerseits durch den Rückgang der Erzeugung von Elektrizität und Fernwärme bestimmt, der u. a. die geringe Zahl an Heizgradtagen im Jahr 2013 widerspiegelt, andererseits auf eine Abnahme der Emissionsintensität der von den Energieversorgungsunternehmen eingesetzten Energieträger: Der Anteil erneuerbarer Energieträger, die treibhausgasneutral bilanziert werden, erreichte in der Erzeugung von Elektrizität und Fernwärme in diesem Jahr einen Höchstwert von 62%.

Der Verkehrssektor war 2013 mit 22,25 Mio. t CO₂-Äquivalenten der zweitgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen in Österreich. Die Emissionen nahmen 2013 im Vergleich zum Vorjahr um 4,8% zu (Abbildung 7). Seit 1990 wuchsen die Emissionen von verkehrsbedingten Treibhausgasen mit +61,3% am stärksten unter allen Sektoren. Im Zeitraum 2000/2013 erhöhten sie sich noch um 20,1%, wobei die Treibhausgas-

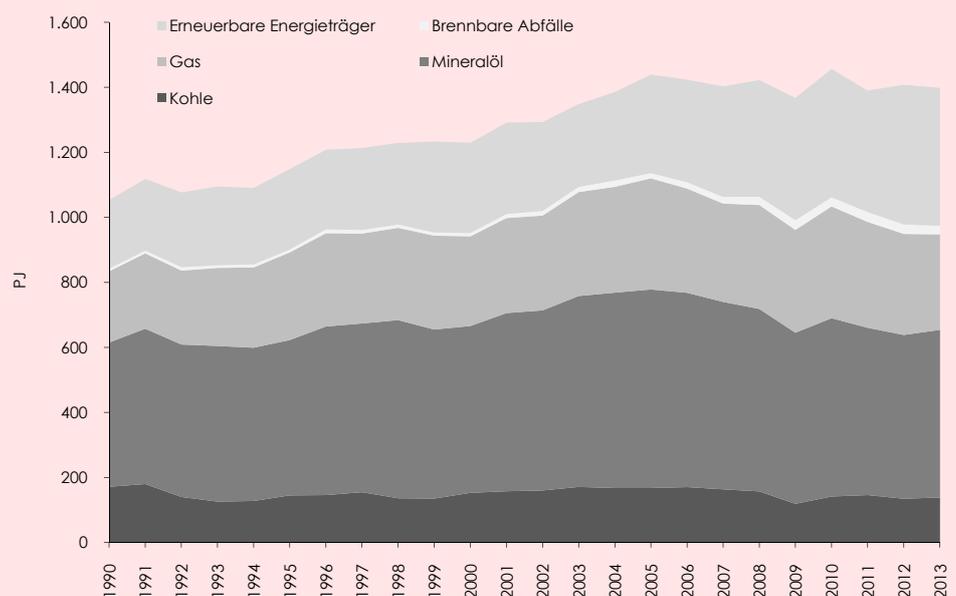
emissionen und der Energieverbrauch des Verkehrssektors 2000/2005 wesentlich stärker zunahm als das BIP. Im Zeitraum 2005/2009 entkoppelte der Verkehrssektor durch den zunehmenden Einsatz von Biokraftstoffen die Entwicklung der Treibhausgasemissionen von der des Energieeinsatzes. So wuchs der Einsatz von Biodiesel und Bioethanol von 92.000 t 2005 auf 622.000 t 2009. Die dadurch erzielte Einsparung an Treibhausgasemissionen erreichte 2009 mit rund 1,7 Mio. t. einen Höchstwert und stagniert seither bei etwa 1,66 Mio. t. (2012: 1,65 Mio. t; *Umweltbundesamt*, 2014). Eine Besonderheit des österreichischen Verkehrssektors ist der "Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks": Ein relativ hoher Anteil an Kraftstoffen wird im Inland verkauft, aber im Ausland verfahren, insbesondere durch den Schwerverkehr. Im Jahr 2012 entfielen laut *Umweltbundesamt* (2014) etwa 30% der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen auf den Kraftstoffexport im Fahrzeugtank. Aufgrund der Inventurregeln der UNFCCC wird dieser Anteil wie der im Inland verbrauchte Kraftstoff den österreichischen Treibhausgasemissionen zugerechnet.

Abbildung 7: Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch des Verkehrssektors im Vergleich zum BIP



Q: Umweltbundesamt. – 1) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2005.

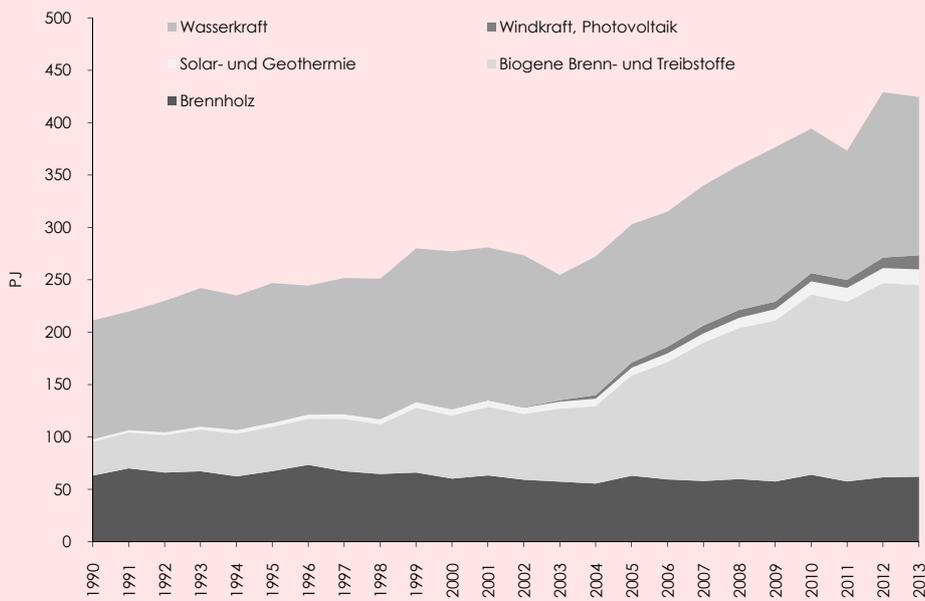
Abbildung 8: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern in Österreich



Q: Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2013.

Der österreichische Bruttoinlandsverbrauch an Energie ging 2013 im Vergleich zum Vorjahr um 1,1% auf 1.372 PJ zurück (-6 PJ; Abbildung 8). Rückläufig war der Bruttoinlandsverbrauch an brennbaren Abfällen (-10,4%), Kohle (-8%), Gas (-5,4%) und erneuerbaren Energieträgern (-1,1%). Nur an Mineralöl wurde mehr verbraucht als im Vorjahr (+2,3%), vorwiegend wegen der Zunahme der Energienachfrage im Verkehrssektor (siehe oben). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch war etwas niedriger als im Vorjahr (-0,2 Prozentpunkte).

Abbildung 9: Bruttoinlandsverbrauch an erneuerbaren Energieträgern in Österreich



Q: Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2013.

Im Jahr 2013 war das Aufkommen erneuerbarer Energieträger gegenüber dem Vorjahr von 429 PJ auf 424 PJ leicht rückläufig (-1,1%; Abbildung 9). Insbesondere sank der Beitrag der Wasserkraft gegenüber dem Spitzenjahr 2012 um 6 PJ bzw. 4,2% auf 151 PJ. Auch der Bruttoinlandsverbrauch an biogenen Brenn- und Treibstoffen verringerte sich 2013 (von 185 PJ auf 183 PJ, -1,4%), während das Aufkommen der anderen erneuerbaren Energieträger stieg. Die deutlichste Zunahme zeigt sich für Windkraft und Photovoltaik (+33,4% bzw. +3 PJ), während Solar- und Geothermie sowie Brennholz ein vergleichsweise geringes Wachstum aufwiesen. Die Anteile dieser Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch bleiben jedoch gering: Auf Windkraft und Photovoltaik entfielen 3,2%, auf Geothermie und Solarthermie 3,6% und auf Brennholz 14,6%. Auf biogene Brenn- und Treibstoffe sowie Wasserkraft entfielen hingegen im Jahr 2013 43,1% bzw. 35,6% des Bruttoinlandsverbrauchs.

Stickstoff ist ein essentieller Pflanzennährstoff und neben Kalk, Phosphor und Kalium die wichtigste Düngerart in der Landwirtschaft. Weil dieser Pflanzennährstoff auf Basis eines praktisch unbegrenzten Vorrats in der Atmosphäre chemisch synthetisiert werden kann, kann die Landwirtschaft eine kontinuierlich steigende Menge von Rohstoffen auf pflanzlicher Basis erzeugen (Erismann et al., 2008).

Da bestimmte Stickstoffverbindungen chemisch einfach zu mobilisieren sind, werden Nährstoffe, die von Pflanzen nicht aufgenommen werden, bei ausreichender Wasserversorgung rasch ins Grundwasser verlagert. Die Grundwasserbelastung durch Stickstoff tritt in Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung häufig auf, sie kann jedoch auch auf andere Faktoren wie etwa ungeklärte Abwässer zurückzuführen sein.

Unabhängig von Umweltbedenken legt auch das betriebswirtschaftliche Kalkül einen sparsamen Einsatz von Stickstoff nahe – der ineffiziente Einsatz dieses Inputs er-

höht die Produktionskosten. Dieser Aspekt fällt seit einigen Jahren stark ins Gewicht, weil die relativen Preise von Dünger im letzten Jahrzehnt kontinuierlich gestiegen sind. Betriebe mit Tierhaltung können zudem die im Wirtschaftsdünger enthaltenen Nährstoffe in der Pflanzenproduktion rezyklieren und so den Stoffumsatz optimieren. Der gänzliche Verzicht auf Stickstoff in mineralischer Form ist ein wesentliches Charakteristikum der biologischen Landwirtschaft. In diesem Bewirtschaftungssystem wird die notwendige Pflanzenversorgung vor allem aus zwei Quellen gewährleistet: Zum einen werden Nährstoffe über die Atmosphäre eingetragen, die zum Teil aus Emissionen von Verkehr, Haushalten und Industrie stammen. Zum anderen verfügen bestimmte Pflanzen über die Fähigkeit, Nährstoffe im Wurzelsystem aus Luftstickstoff zu synthetisieren. Durch geschickte Wahl der Fruchtfolge steht ein Teil dieses Depots auch für andere Pflanzen zur Verfügung.

Die Stickstoffbilanz ist eine Maßzahl, in der die Einträge von Stickstoff in das Agrar-Ökosystem dem Entzug durch Nutzpflanzen gegenübergestellt werden. Positiv ist die Bilanz, wenn mehr Nährstoffe in das System eingebracht als genutzt werden. Eine solche Bilanz wird mit unterschiedlichen Methoden ermittelt. Die Ergebnisse der Berechnungen von Eurostat auf Basis einer Methode der OECD zeigt Abbildung 10. Je höher der Bilanzüberschuss ist, umso höher ist die Gefahr, dass die Speicherfähigkeit des Bodens überschritten wird und unerwünschte Verlagerungen mit potentiell negativen Umweltwirkungen erfolgen.

Abbildung 10: Stickstoffbilanz



Q: Kletzan-Slamanig et al. (2014). Die Ergebnisse nach der OECD-Methode wurden bis 2012 vom Umweltbundesamt und danach vom WIFO ermittelt. Die Methoden von Eurostat und OECD unterscheiden sich hinsichtlich der erfassten Flächen und Quellen (z. B. atmosphärische Deposition; Details dazu Kletzan-Slamanig et al., 2014).

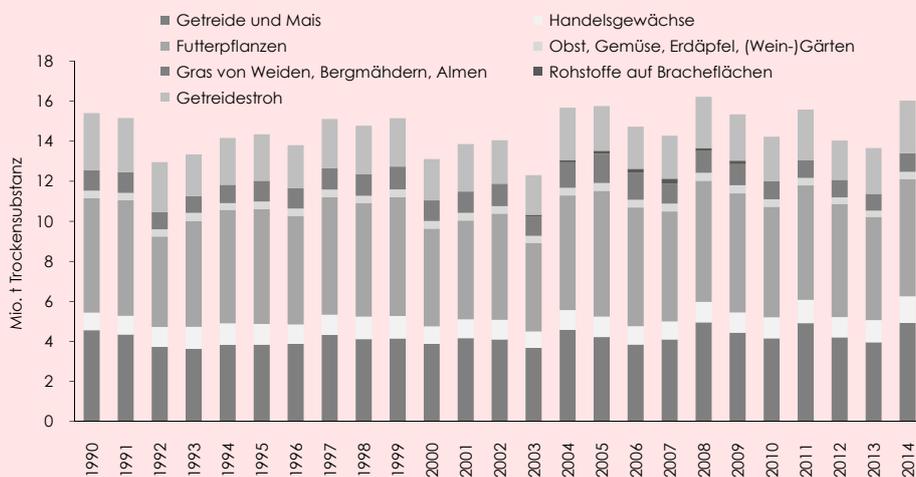
Dieser generelle Befund erlaubt jedoch keine exakten Rückschlüsse auf die Belastung von Umwelt und Grundwasser, da neben dem Bilanzüberschuss von Stickstoff auch die Wasserbilanz großen Einfluss hat (BMLFUW, 2014). Die Entscheidung über die Düngeintensität wird zu einem Zeitpunkt getroffen, zu dem noch nicht absehbar ist, ob die erforderlichen Nährstoffe auch benötigt werden. Verglichen mit der Situation vor 20 Jahren wurde der Bilanzüberschuss in Österreich dennoch deutlich verringert, wie beide Berechnungsmethoden zeigen. Der vergleichsweise hohe Stickstoffüberschuss der Jahre 2012 und 2013 war in erster Linie auf den geringeren Entzug durch das Erntegut (schlechte Ernten) zurückzuführen. Der Einsatz von mineralischem Dünger änderte sich gegenüber 2012 kaum (+2,5%), im Durchschnitt der letzten fünf Jahre stieg er aber um etwa 8%.

Der physische Output an Biomasse schwankt von Jahr zu Jahr erheblich und folgt keinem steigenden Trend, die Biomasseproduktion stagniert langfristig. Angesichts

des Wachstums von Nachfrage und Bevölkerung trägt die heimische Landwirtschaft somit immer weniger zur Sicherung der Versorgung mit Lebensmitteln und agrarischen Rohstoffen bei. Die Stagnation der Biomasseproduktion ist vor allem eine Folge des ständigen Verlustes an landwirtschaftlichen Flächen durch Verbauung und Produktionsaufgabe auf marginalen Standorten, des Ausbleibens von Produktivitätsfortschritten im Bereich wichtiger Kulturpflanzen und der Umstellung von Mengenproduktion zu höherer Qualität. Pro Tag gehen mehr als 22 ha Fläche, die bisher überwiegend landwirtschaftlich genutzt wurde, in Nutzung für andere Zwecke über (BMLFUW, 2013).

In den Jahren 2012 und 2013 fiel die Ernte aufgrund des ungünstigen Wetters generell sehr gering aus. Dies wird an einer geringen Biomasseproduktion sichtbar (Abbildung 11). Wassermangel hatte 2013 insbesondere einen starken Rückgang der Maisproduktion zur Folge. Auch 2014 fiel die Maisernte geringer aus als erwartet, diesmal vor allem aber aufgrund des hohen Schädlingsdrucks (Statistik Austria, 2015). Im übrigen Ackerbau, im Obstbau, Weinbau, Gartenbau und der Grünlandwirtschaft wurde 2014 etwas mehr Biomasse produziert als im langjährigen Durchschnitt.

Abbildung 11: Produktion von wirtschaftlich nutzbarer Biomasse in der Landwirtschaft in Österreich



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis von Buchgraber – Resch – Blashka (2003); DLG Futterwerttabelle; Resch et al. (2006). Stroh ist ein Nebenprodukt der Getreideerzeugung (ohne Mais); unterstellt wird ein einheitliches Korn-Stroh-Verhältnis von 1 : 0,9. Verlustfaktoren Futterwirtschaft gemäß Buchgraber – Resch – Blashka (2003), Versorgungsbilanzen laut Statistik Austria.

2. Energieeffizienz als Hebel der Dekarbonisierung

Die Verbesserung der Energieeffizienz – oder die Steigerung der Energieproduktivität – definiert als das Verhältnis von erzieltm Nutzen zu eingesetzter physischer Energiemenge wurde in den 1970er- und frühen 1980er-Jahren vor dem Hintergrund der beiden Erdölpreiskrisen und der Diskussion um "die Grenzen des Wachstums" (Meadows et al., 1972) zu einem energiepolitischen Schwerpunktthema der Wirtschaftspolitik. Trotz des Rückganges der Rohölpreise in den 1980er-Jahren blieb das Ziel einer Steigerung der Energieeffizienz ein zentraler Bestandteil von energie- und technologiepolitischen sowie Umweltschutz-Agenden, insbesondere vor der zunehmenden Erkenntnis eines anthropogenen Klimawandels aufgrund der Verbrennung von fossilen Energieressourcen⁵). Gegenwärtig ist die Verbesserung der Energieeffizienz eines der Ziele der EU-Wachstumsstrategie "Europa 2020". Die Steigerung der Energieeffizienz gilt dabei als ein geeigneter Hebel, um die Energieversorgung

⁵) Vgl. etwa die 1992 verabschiedete UNO-Klimarahmenkonvention (UNFCCC).

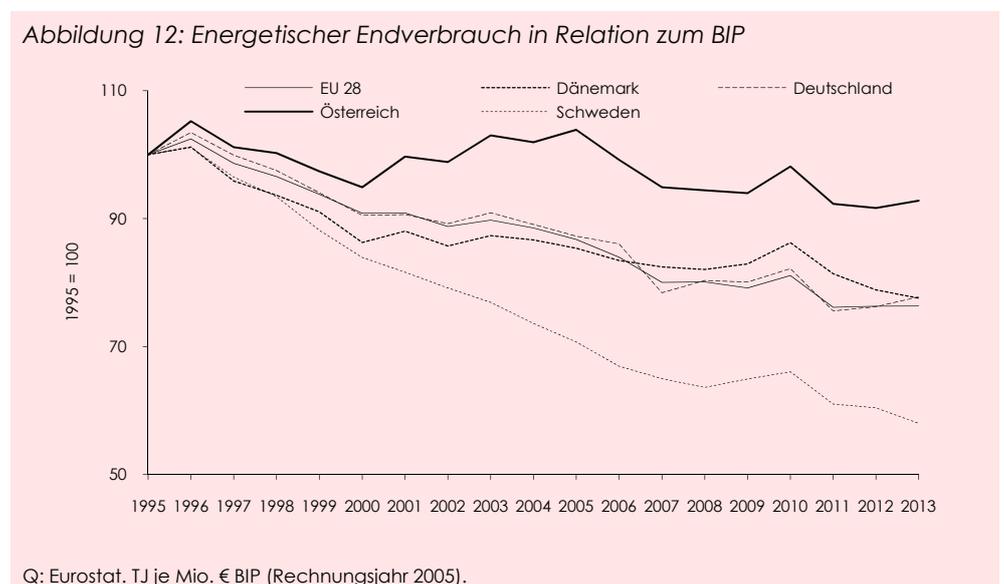
sicherheit zu erhöhen und zugleich die Treibhausgasemissionen zu senken. Jegliche Verringerung des Energieverbrauches bei gleichbleibender Energiedienstleistung lässt auch den Anteil der erneuerbaren Energieressourcen an der gesamtwirtschaftlichen Energieversorgung steigen. Der Verbesserung der Energieeffizienz kommt daher eine strategische Bedeutung in der Energiewende und beim Übergang zu einer kohlenstofffreien Wirtschaft zu.

Die Steigerung der Energieeffizienz ist Bestandteil der "20-20-20-Ziele" der EU. Diese bilden einen integrierten Politikansatz mit dem Ziel, den Klimawandel zu begrenzen sowie die Versorgungssicherheit und die Wettbewerbsfähigkeit in der EU zu erhöhen. Neben der direkten Senkung der Treibhausgasemissionen um 20% (gegenüber dem Niveau von 1990) und der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger auf 20% des Endenergieverbrauches werden die Erhöhung der Energieeffizienz und damit die Verringerung des Endenergieverbrauches um 20% gegenüber einer hypothetischen Referenzentwicklung bis 2020 angestrebt. Die EU-Richtlinie zur Energieeffizienz 2012/27/EU gibt den Rahmen für die Erreichung des EU-weiten Ziels vor.

Schließlich wird einer Steigerung der Energieproduktivität auch ein positiver wirtschaftlicher Impuls zugeschrieben, etwa durch Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie aufgrund einer führenden Rolle auf dem Weltmarkt für Energieeffizienztechnologien, durch die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Ausweitung der Wertschöpfung im Bereich entsprechender energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen (Europäische Kommission, 2011). Aus diesen Gründen bezeichnet die "Energierstrategie 2020" der EU die Anhebung der Energieeffizienz als eine der wichtigsten Maßnahmen der EU-Energiepolitik in den kommenden Jahren (Europäische Kommission, 2011). Die Führungsrolle der EU-Länder hinsichtlich Innovationen und Technologieentwicklung soll durch die Realisierung des "Strategic Energy Technology Plan" (SET) und der Pilotprojekte in den Bereichen Netze, Speicher, nachhaltige Bioenergie und "Smart Cities" gefestigt und ausgebaut werden (Europäische Kommission, 2013).

2.1 Entwicklung der Energieeffizienz in Österreich im europäischen Vergleich

Zur Messung der Energieeffizienz der einzelnen Sektoren wie Wohnen, Dienstleistungen, Industrie, Personen- und Güterverkehr wurden verschiedene Indikatoren entwickelt (IEA, 2014). Die Energieintensität einer Volkswirtschaft wird gemeinhin als das Verhältnis des gesamten nationalen Primärenergieverbrauches zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) bzw. als das Verhältnis von Endenergieverbrauch zu Bruttoinlandsprodukt gemessen. Letzterer Indikator berücksichtigt Verluste durch Transport und durch Umwandlung von Primärenergieträgern zu Nutzenergie nicht, da er direkt auf die Endnachfrage abstellt.



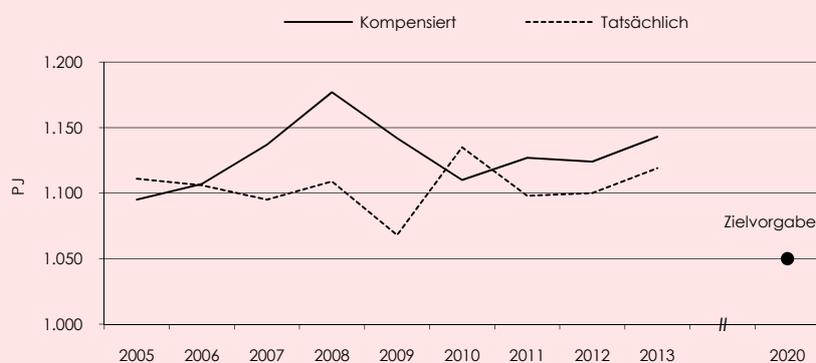
Der Energieverbrauch bezogen auf eine reale Einheit des Bruttoinlandsproduktes entwickelte sich in Österreich in der Vergangenheit nicht entsprechend dem EU-Durchschnitt: Während er im Durchschnitt der 28 EU-Länder im Zeitraum 1995 bis 2013 um rund 24% sank (Dänemark -22%, Deutschland -22%), verringerte er sich in Österreich um nur rund 7%. Zugleich verbesserte sich die Energieeffizienz in Schweden um 42%. In Österreich stieg der Indikator insbesondere im Zeitraum 2000/2005 um etwa 9,5%, während er sowohl im Durchschnitt der 28 EU-Länder als auch in Dänemark, Deutschland und Schweden deutlich zurückging. Die österreichische Entwicklung kann zu einem großen Teil auf den Verkehrssektor zurückgeführt werden, der ab 2000 bis etwa 2007 ein zum BIP überproportionales Wachstum des Energieverbrauchs aufwies (Abbildung 7).

2.2 Legistischer Rahmen und Ziele für Österreich

In den Schlussfolgerungen des Europäischen Rates von 8. und 9. März 2007 wurde die Notwendigkeit betont, den Primärenergieverbrauch im Vergleich mit einer Referenzentwicklung bis zum Jahr 2020 um 20% zu senken.

Am 4. Dezember 2012 trat die EU-Energieeffizienzrichtlinie (2012/27/EU) in Kraft, die die Grundlage zur Förderung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bildet. Die Energieeffizienzrichtlinie sieht verstärkte oder neue Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz vor und macht deutlich, dass ein integriertes Konzept für alle Aspekte der Energieversorgung und -nachfrage erforderlich ist. So werden die Mitgliedsländer aufgefordert, Investitionen in die Sanierung von Wohn- und Geschäftsgebäuden zu mobilisieren und Systeme zur Verpflichtung der Energieversorger zur Steigerung der Energieeffizienz zu etablieren; weitere Maßnahmen betreffen z. B. die Einführung einer Kohlendioxid-Steuer, die Maßnahmenfinanzierung und Vorschriften oder freiwillige Vereinbarungen (EEA, 2013). Das am 9. Juli 2014 in Österreich erlassene Energieeffizienzgesetz (BGBl. Nr. 72/2014) konkretisiert die Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie in nationales Recht. Der Endenergieverbrauch soll demnach in Österreich im Jahr 2020 höchstens 1.050 PJ betragen. Damit wird bis 2020 eine Senkung des Energieverbrauchs um kumuliert 310 PJ angestrebt. Zu diesem Einsparungsziel sollen die Energielieferanten 159 PJ beitragen, 151 PJ sollen durch "strategische" Maßnahmen eingespart werden. Bis zu einem Ausmaß von 25% des kumulierten Einsparungszieles sind Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz anrechenbar, die bereits in den Jahren 2009/2013 gesetzt wurden und eine Wirkung über das Jahr 2020 hinaus entfalten. Zu den anrechenbaren strategischen Maßnahmen zählen vor allem bereits bestehende Steuern wie z. B. die Mineralölsteuer. Ebenso gilt die Wohnbauförderung als anrechenbare strategische Maßnahme.

Abbildung 13: Endenergieverbrauch, bereinigter Energieverbrauch und Energieeffizienzziel für Österreich



Q: Statistik Austria, Energiebilanz; Schleicher – Köppl (2014).

Energielieferanten müssen jährlich Maßnahmen zur Anhebung der Energieeffizienz der Endverbraucher im Ausmaß von 0,6% ihres Energieabsatzes im Vorjahr umsetzen; das entspricht einem kumulierten Einsparungseffekt von 159 PJ bis 2020. Erreicht ein

Energielieferant die vorgesehene Einsparung nicht, dann ist eine Ausgleichszahlung von 0,20 € je kWh zu leisten. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz müssen dokumentiert und der Monitoringstelle gemeldet werden. In der Bewertung von Maßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung sowie ihrer tatsächlichen Effizienzwirkung liegt eine der großen Herausforderungen des Energieeffizienzgesetzes.

Abbildung 13 zeigt den tatsächlichen Endenergieverbrauch in Österreich von 2005 bis 2013 sowie den Zielwert für 2020 gemäß österreichischem Energieeffizienzgesetz (1.050 PJ). Im Jahr 2009 sank der Energieverbrauch u. a. aufgrund der Wirtschaftskrise um 3,7%; 2014 stieg er deutlich um 6,3% und verringerte sich 2011 wieder um 3,3%. In den Jahren 2011 und 2012 stabilisierte sich der Energieverbrauch auf etwa 1.100 PJ. Im Jahr 2013 nahm er jedoch erneut um 1,7% zu und lag damit bei 1.119 PJ. Diese Entwicklung ging mit einem geringen Wirtschaftswachstum von real 0,2% (nominal 1,7%) sowie mit milden Wintertemperaturen einher. Die Zunahme des Energieverbrauches ist ein Indiz dafür, dass Wirtschaftswachstum und Energieverbrauchsentwicklung in Österreich noch nicht dauerhaft entkoppelt werden konnten.

2.3 Transformation des Energiesystems

Der Endenergieverbrauch unterliegt je nach Endenergieverbrauchssektor und Land unterschiedlichen Einflüssen. So haben die Wirtschaftsentwicklung, das Wetter insbesondere in der Heiz- und Kühlperiode, die Struktur der Wirtschaft sowie die technologische Ausstattung von energieverbrauchenden Kapitalstücken wesentliche Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Schließlich sind auch die "Kultur" des Umganges mit Energie sowie das individuelle Nachfrage- und Konsumverhalten entscheidend.

Um langfristige Entwicklungstrends besser beurteilen zu können, ist eine Bereinigung der Endenergienachfrage um die Einflüsse des Wirtschaftswachstums (gemessen am BIP) und der Temperatur (gemessen in Heizgradtagen) sinnvoll (Abbildung 13). Der so bereinigte energetische Endverbrauch wird für 2013 auf 1.143 PJ geschätzt. Die Abweichung vom realisierten Wert um 24 PJ resultiert aus der Berechnung von Normalwerten für Wirtschaftsaktivität und Temperatur sowie aus in der Vergangenheit beobachteten Zusammenhängen zwischen BIP-Wachstum, Temperatur und Energieverbrauch (Schleicher – Köppl, 2014).

Den Zielwert von 1.050 PJ im Jahr 2020 überstieg der bereinigte energetische Endverbrauch 2013 um 93 PJ oder 9%.

Der künftige Fortschritt hinsichtlich der Steigerung der Energieeffizienz und der Senkung des Energieverbrauches hängt von einer grundlegenden Transformation des Energiesystems ab (Köppl – Schleicher, 2014A, 2014B, Köppl et al., 2014) und ist eine zentrale Voraussetzung für eine Umgestaltung über den Zeithorizont des im Vorjahr beschlossenen Energieeffizienzgesetzes (2020) hinaus. Dennoch bildet das Energieeffizienzgesetz einen wichtigen Baustein zur Unterstützung dieses Transformationsprozesses. Eine umfassende Nutzung der Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz umfasst die gesamte Kaskade des Energiesystems von der Bereitstellung thermischer Energiedienstleistung (z. B. Raumwärme), über elektrischer Energiedienstleistungen (Licht und Haushaltsgeräte) bis zu mechanischen Energiedienstleistungen (Mobilität). Je nach Anwendungstechnologie (im Gebäudebereich etwa die thermische Effizienz) ist eine bestimmte Menge an Nutzenergie zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen erforderlich. Für die Bereitstellung der Nutzenergie kommen unterschiedliche Endenergieträger zum Einsatz. Verteilungs- und Transformationstechnologien bestimmen schließlich den Einsatz an Primärenergieträgern. Für die Transformation des Energiesystems ist eine Steigerung der Effizienz auf allen Stufen der Kaskade sinnvoll und möglich. In einigen Bereichen sind Technologien bereits gut erkennbar, die mit geringerem Energieeinsatz die gleiche Energiedienstleistung sicherstellen, wie z. B. Niedrigstenergiehäuser, gebäudeintegrierte Photovoltaik oder Speichertechnologien. Die technologischen Veränderungen haben auch Strukturanpassungen im Energiesystem zur Folge, die Abgrenzung zwischen Energielieferanten und Energieverbrauchern verschwimmt zunehmend.

Ein weiterer Aspekt des technologischen Wandels, der mit Veränderungen der energieverbrauchenden Kapitalstöcke und einer Veränderung der Energieeffizienz verbunden ist, sind direkte und indirekte Rückwirkungen ("Rebound"-Effekte). Ein di-

Technologische Ansätze unterstützen die Verbesserung der Energieeffizienz, aber auch eine Veränderung des Konsumverhaltens und der sozialen Normen ist ein wichtiger Bestandteil einer Strategie zur Erhöhung der Energieeffizienz.

rekter Rebound-Effekt ergibt sich durch die Verbilligung der Energiedienstleistung aufgrund der Steigerung der Energieeffizienz; in der Folge erhöht sich die Nachfrage nach dieser Dienstleistung⁶). Die indirekten Rebound-Effekte beruhen auf der Substitution zwischen Energieträgern (Kratena – Wüger, 2010A) und Einkommenseffekten im privaten Konsum sowie auf den indirekten Auswirkungen auf den Energieverbrauch in der Produktion, die durch die Reaktionen des Konsums induziert werden (Kratena – Wüger, 2010B). Zusätzliche Bedeutung erhalten die indirekten Effekte in der Produktion, wenn eine Maßnahme zur Steigerung der Energieeffizienz des Kapitalstockes mit vorzeitigem Tausch von Haushaltsgeräten oder Pkw ("Verschrottungsprämie") oder mit einer Ausweitung der Produktion energieintensiver Güter wie z. B. der Fassadenisolierung verbunden ist. Zur Steigerung der Energieeffizienz sollte daher nicht nur der technologische Wandel verstärkt, sondern auch das Konsumverhalten verändert werden.

Gezielten Maßnahmen zur Änderung des Konsumverhaltens wird hinsichtlich der Verbesserung der Energieeffizienz zunehmend Bedeutung beigemessen. So dürften technische Maßnahmen eine geringere Wirkung erzielen und teurer zu implementieren sein, wenn sie isoliert, d. h. ohne begleitende Programme zur Förderung von Verhaltensänderung umgesetzt werden (EEA, 2013).

Eine Maßnahme zur Verhaltensänderung ist z. B. das direkte Verbraucher-Feedback der Energielieferanten etwa in Form von personalisierten digitalen Verbraucherinformationen oder über intelligente Stromzähler in Verbindung mit Haushaltsdisplays. Wärmebilder ihres Hauses motivieren Hausbesitzer zu verstärkten Energieeffizienzanstrengungen, wie jüngste Forschungen belegen (Goodhew et al., 2014). Direktes Feedback spielt eine wichtige Rolle bei der Sensibilisierung der privaten Haushalte bezüglich ihres Energieverbrauches. Nach einer Analyse unterschiedlicher Feedback-Projekte im Zeitraum 1975/2000 von Darby (2006) war der Einsatz von direkten Feedback-Maßnahmen die erfolgreichste alleinstehende verhaltensändernde Maßnahme und senkte den Energieverbrauch um über 5%. Auch indirekte Feedback-Maßnahmen wie eine verbesserte bzw. häufigere Rechnungslegung, die Angabe von Vergleichswerten des Energieverbrauches im Vorjahr oder ausgewählter Benutzergruppen können das Verbraucherverhalten ändern und den Energieverbrauch senken, wenn auch in geringerem Umfang als direkte Feedback-Maßnahmen.

Das Konsumverhalten und insbesondere der Energie- und Wasserverbrauch werden zu einem großen Teil durch soziale Normen kontrolliert und durch kulturelle und wirtschaftliche Faktoren geprägt. Wie die Analyse von Stromverbrauchsmustern zeigt, sind sich Konsumentinnen und Konsumenten ihres Routineverhaltens und ihrer Gewohnheiten nicht bewusst (Shove, 2003). Eine Veränderung von sozialen Normen kann das Verhalten und die Konsumpraktiken beeinflussen. Dies illustriert ein Praxisbeispiel aus Japan: 2005 rief das japanische Umweltministerium die Programme "CoolBiz" und "WarmBiz" ins Leben⁷). Das Programm "CoolBiz" regt an, sich in der heißen Jahreszeit im Büroalltag legerer zu kleiden, etwa ohne Krawatte und Sakko, damit Bürogebäude nicht unter 28°C gekühlt werden müssen und so Energie eingespart werden kann. Ähnlich sieht das Programm "WarmBiz" vor, in der kalten Jahreszeit die Raumtemperatur auf höchstens 20°C zu heizen. Die privaten Haushalte wurden ermutigt, sich diesen Raumtemperaturstandards anzuschließen. Dadurch entstanden ein neuer Modetrend sowie ein neuer Industriezweig, der sich dieses Trends annahm. Das Ergebnis waren eine signifikant geänderte berufliche Kleiderordnung und eine Verringerung des Energieverbrauches, die noch heute anhalten (EEA, 2013). Ein weiteres Beispiel für Maßnahmen zur langfristigen Änderung von sozialen Normen im Bereich des Energieverbrauches sind kommunale ("community-based") bzw. gruppenbezogene Initiativen, deren Teilnehmer sich in ihrem Energieverbrauchsverhalten an Vergleichsgruppen orientieren.

⁶) Die Literatur zeigt z. B. für die USA je nach Energieträger direkte Rebound-Effekte zwischen 10% und 30% (Thomas – Azevedo, 2013); für Österreich siehe Kratena – Meyer – Wüger (2009).

⁷) <http://www.env.go.jp/en/focus/jea/issue/vol03/feature.html>.

Der Fokus von verhaltensändernden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sollte somit eher auf die Transformation von kollektiven Konventionen und sozialen Normen statt auf den individuellen Konsum gelegt werden. Dabei gilt u. a. eine enge Beziehung zwischen dem Energieverbrauchsverhalten und der bestehenden Infrastruktur wie z. B. Straßen, Autos, Heizsystemen, Smart Grids usw. Diese Strukturen spielen eine aktive Rolle zur Bestimmung dessen, was als der "normale" Lebensstil und soziale Norm bezeichnet wird (Shove – Walker, 2010).

3. Literaturhinweise

- Buchgraber, K., Resch, R., Blashka, A., Entwicklung, Produktivität und Perspektiven der österreichischen Grünlandwirtschaft. 9. Alpenländisches Expertenforum, 27.-28. März 2003, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, 2003.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Indikatoren-Bericht MONE Juni 2013, "Arbeitsgruppe Indikatoren" des Komitees für ein Nachhaltiges Österreich in Abstimmung mit den NachhaltigkeitskoordinatorInnen der Länder, Wien, 2013.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), EU-Wasser-rahmenrichtlinie 2000/60/EWG – Österreichischer Bericht der Ist-Bestandsanalyse 2013, Wien, 2014.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Österreichs JI/CDM-Programm 2014, Wien, 2015.
- Darby, S., The effectiveness of feedback on energy consumption – A review for Defra of the literature on metering, billing and direct displays, University of Oxford, Environmental Change Institute, 2006.
- Erismann, J. W., Sutton, M. A., Galloway, J., Klimont, Z., Winiwarter, W., "How a century of ammonia synthesis changed the world", *Nature Geosci*, 2008, 1(10), S. 636-639.
- European Environment Agency (EEA), "Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?", EEA Technical Report, 2013, (5).
- Europäische Kommission, Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, Brüssel, 2009.
- Europäische Kommission, Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM(2010) 2020 final, Brüssel, 2010.
- Europäische Kommission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy, COM(2011) 21, Brüssel, 2011.
- Europäische Kommission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Energy Technologies and Innovation, COM(2013) 253 final, Brüssel, 2013.
- Goodhew, J., Pahl, S., Auburn, T., Goodhew, S., "Making heat visible: Promoting energy conservation behaviours through thermal imaging", *Environment and Behaviour*, 2014, 9, S. 1-30.
- International Energy Agency (IEA), Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making, Paris, 2014.
- Kettner, C., Köppl, A., Kratena, K., Meyer, I., Sinabell, F., "Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft und Beschäftigungseffekte durch Einsatz erneuerbarer Energie", WIFO-Monatsberichte, 2014, 87(7), S. 493-509, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/47414>.
- Kletzan-Slamanig, D., Sinabell, F., Pennerstorfer, D., Böhs, G., Schönhart, M., Schmid, E., Ökonomische Analyse 2013 auf der Grundlage der Wasserrahmenrichtlinie, WIFO und Universität für Bodenkultur Wien, Wien, 2014, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/50929>.
- Köppl, A., Kettner, C., Kletzan-Slamanig, D., Schleicher, St., Damm, A., Steininger, K. W., Wolkinger, B., Schnitzer, H., Titz, M., Artner, H., Karner, A., "Energy Transition in Austria: Designing Mitigation Wedges", *Energy & Environment*, 2014, (2), S. 281-304.
- Köppl, A., Schleicher, St. (2014A), Energieperspektiven für Österreich. Teilbericht 1: Zielorientierte Strukturen und Strategien für 2020, WIFO, Wien, 2014, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/50853>.
- Köppl, A., Schleicher, St. (2014B), Energieperspektiven für Österreich. Teilbericht 2: Zielorientierte Strukturen und Strategien bis 2030, WIFO, Wien, 2014, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/50854>.
- Kratena, K., Meyer, I., Wüger, M., "Ökonomische, technologische und soziodemographische Einflussfaktoren der Energienachfrage", WIFO-Monatsberichte, 2009, 82(7), S. 525-538, <http://monatsberichte.wifo.ac.at/36266>.
- Kratena, K., Wüger, M. (2010A), "The Full Impact of Energy Efficiency on Households' Energy Demand", WIFO Working Papers, 2010, (356), <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/38365>.
- Kratena, K., Wüger, M. (2010B), "An Intertemporal Optimisation Model of Households in an E3-Model (Economy/Energy/Environment) Framework", WIFO Working Papers, 2010, (382), <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/40716>.
- Meadows, D., Meadows, D., Zahn, E., Milling, P., Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, 1972.
- Schleicher, St., Köppl, A., Policy Brief: Die Energiebilanz 2013 und die Erreichbarkeit der Energieziele für 2020, WIFO, Wien, 2014, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/50868>.

- Shove, E., "Converging conventions of comfort, cleanliness and convenience", *Journal of Consumer Policy*, 2003, 26(4), S. 395-418.
- Shove, E., Walker, G., "Governing transitions in the sustainability of everyday life", *Research Policy*, 2010, 39(4), S. 471-476.
- Statistik Austria, Landwirtschaftliche Gesamtrechnung für Österreich 2014. Schnellbericht, Wien, 2015.
- Thomas, B. A., Azevedo, I. L., "Estimating direct and indirect rebound effects for U. S. households with input-output analysis. Part 1: Theoretical framework", *Ecological Economics*, 2013, 86, S. 199-210.
- Umweltbundesamt, Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory 1990-2013. Submission under Regulation 525/2013/EC, REP-0536, Wien, 2013.
- Umweltbundesamt, Klimaschutzbericht 2014, Report, REP-0491, Wien, 2014.
- Umweltbundesamt, Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory 1990-2013, Wien, 2015.