

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

# Aktuelle Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft

## Sonderthema: Das Klimaschutzabkommen von Paris

### Aktuelle Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft. Sonderthema: Das Klimaschutzabkommen von Paris

Der vorliegende neunte WIFO-Bericht über Schlüsselindikatoren zu Energiewirtschaft und Klimawandel analysiert die Entwicklung des Energieeinsatzes und den Fortschritt in der Entkoppelung von Treibhausgasemissionen und Wirtschaftswachstum im Jahr 2014. Die Treibhausgasemissionen sanken in Österreich 2014 gegenüber 2013 um 4,7% (CO<sub>2</sub>-Emissionen -5,4%) auf 76,3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Der stärkste Rückgang wurde im Sektor Energieerzeugung gemessen (-14,4%). Ausschlaggebend war dafür in erster Linie der Nachfragerückgang in der Wärmeerzeugung aufgrund des sehr milden Wetters. Den größten Anteil an den Treibhausgasemissionen hatten 2014 Industrie und Gewerbe mit 34,9% sowie der Verkehrssektor mit 29,1%. Beide Sektoren weisen im Vergleich mit dem Vorjahr leichte und gegenüber 2000 deutliche Anteilszuwächse auf. Schwerpunktthema ist im vorliegenden Bericht das erste weltweite Klimaschutzabkommen, das am 12. Dezember 2015 anlässlich der UNO-Konferenz in Paris unterzeichnet wurde.

### Key Indicators of Climate Change and the Energy Sector. Special Topic: The Paris Agreement

The 9th WIFO report on key indicators of the energy sector and climate change analyses developments in the use of energy and the progress made in decoupling greenhouse gas emissions from economic growth in 2014. In that year, greenhouse gas emissions in Austria fell by 4.7 percent vis-à-vis 2013, to 76.3 million tons of CO<sub>2</sub> equivalents (CO<sub>2</sub> emissions dropped by 5.4 percent in the same period). The greatest decline was found in the energy generation sector (-14.4 percent), mostly due to flagging demand for heat generation because of very mild weather. The main contributors to greenhouse gas emissions in 2014 were industry (34.9 percent) and transport (29.1 percent), with the share of both sectors growing, slightly in the past year and substantially since 2000. The report's special topic is on the Paris Agreement, the first global climate agreement, signed at the UN conference in Paris on 12 December 2015.

#### Kontakt:

<b>Mag. Claudia Kettner, MSc:</b>	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, <a href="mailto:Claudia.Kettner@wifo.ac.at">Claudia.Kettner@wifo.ac.at</a>
<b>Dipl.-Ing. Dr. Mathias Kirchner:</b>	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, <a href="mailto:Mathias.Kirchner@wifo.ac.at">Mathias.Kirchner@wifo.ac.at</a>
<b>Mag. Daniela Kletzan-Slamanig:</b>	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, <a href="mailto:Daniela.Kletzan-Slamanig@wifo.ac.at">Daniela.Kletzan-Slamanig@wifo.ac.at</a>
<b>Dr. Angela Köppl:</b>	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, <a href="mailto:Angela.Koeppel@wifo.ac.at">Angela.Koeppel@wifo.ac.at</a>
<b>Dipl.-Vw. Dr. Ina Meyer:</b>	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, <a href="mailto:Ina.Meyer@wifo.ac.at">Ina.Meyer@wifo.ac.at</a>
<b>Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Franz Sinabell:</b>	WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, <a href="mailto:Franz.Sinabell@wifo.ac.at">Franz.Sinabell@wifo.ac.at</a>

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

**Begutachtung:** Michael Böheim • **Wissenschaftliche Assistenz:** Katharina Köberl ([Katharina.Koerberl@wifo.ac.at](mailto:Katharina.Koerberl@wifo.ac.at)), Susanne Markytan ([Susanne.Markytan@wifo.ac.at](mailto:Susanne.Markytan@wifo.ac.at)), Dietmar Weinberger ([Dietmar.Weinberger@wifo.ac.at](mailto:Dietmar.Weinberger@wifo.ac.at))

Der mittlerweile neunte WIFO-Bericht über Schlüsselindikatoren zu Energiewirtschaft, Klimapolitik und Landwirtschaft analysiert anhand von sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Indikatoren die Entwicklung des Energieeinsatzes und den Fortschritt in der Entkoppelung von Treibhausgasemissionen und Wirtschaftswachstum sowie die Erfüllung von Klimazielen im Jahr 2014 für Österreich. Das Sonderthema beschäftigt sich in diesem Jahr mit dem im Dezember 2015 in Paris verabschiedeten Klimaschutzabkommen, in dem sich erstmals alle Länder zur Verringerung der Emissionen verpflichten.

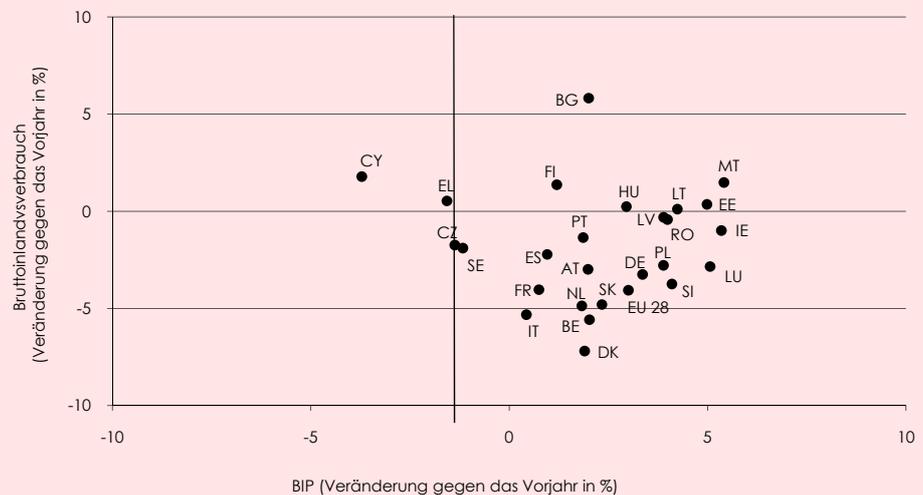
## 1. Klima- und Energieindikatoren

2014 wuchs das reale Bruttoinlandsprodukt in Österreich mit +2,0% gegenüber dem Vorjahr mäßig, während der Bruttoinlandsverbrauch an Energie um 3,2% sank. Somit

wurde eine absolute Entkoppelung von gesamtwirtschaftlichem Energieverbrauch und ökonomischer Aktivität erreicht.

Abbildung 1: Bruttoinlandsverbrauch an Energie in Relation zum BIP in den EU-Ländern

2014



Q: Europäische Union.

Im EU-Durchschnitt (EU 28) sank der Bruttoinlandsverbrauch um 3,6%, das Wachstum des BIP erreichte 3,0% (Abbildung 1). Einzelne Länder wie Malta, Zypern und Finnland wiesen entgegen dem Trend einen leicht steigenden Bruttoinlandsverbrauch auf (zwischen +1,4% und +1,8% gegenüber 2013), Bulgarien mit +5,8% eine deutliche Zunahme. Insgesamt wuchs die Wirtschaft jedoch mit wenigen Ausnahmen (Zypern, Griechenland, Tschechien, Schweden) in allen Ländern. Somit erreichten mehr als die Hälfte der EU-Länder im Jahr 2014 eine absolute Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Bruttoinlandsverbrauch an Energie.

Die Treibhausgasemissionen sanken in Österreich analog zum Bruttoinlandsverbrauch gegenüber 2013 um 4,7% (CO<sub>2</sub> -5,4%) auf 76,3 Mio. t Treibhausgase gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (Abbildung 2).

Der stärkste Rückgang der Emissionen wurde im Sektor Energieerzeugung erzielt (-14,4% gegenüber 2013) vor den Bereichen private Haushalte und Dienstleistungen (-10,9%). Ausschlaggebend war dafür in erster Linie der Rückgang der Nachfrage nach Heizwärme aufgrund des sehr milden Wetters. Die Elektrizitäts- und Fernwärmeerzeugung insgesamt sank um 5,7%; die Erzeugung auf Basis fossiler Energieträger verringerte sich noch stärker, nämlich um rund 16%.

Seit dem Jahr 2013 gelten in Österreich für die nicht vom EU-Emissionshandel (Emission Trading System – ETS) erfassten Sektoren Zielvorgaben für die Senkung der Treibhausgasemissionen entsprechend dem Klimaschutzgesetz (BGBl. I Nr. 106/2011). Diese Sektoren müssen demnach ihre Emissionen bis 2020 entlang eines linearen Pfades um insgesamt 16% (gegenüber 2005) verringern<sup>1)</sup>. Der Zielwert für 2014 lag bei 52,1 Mio. t Treibhausgase. Die tatsächlichen Emissionen der Nicht-Emissionshandelssektoren blieben mit 48,2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten um 3,9 Mio. t unter diesem Zielwert. Bis 2020 müssen die Emissionen dieser Sektoren entsprechend dem Klimaschutzgesetz auf 48,8 Mio. t p. a. zurückgehen<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Für die Emissionshandelssektoren im EU-ETS gilt ein EU-weit einheitliches Ziel von -21% gegenüber 2005.

<sup>2)</sup> KSG-Novelle 2015 (BGBl. I Nr. 128/2015).

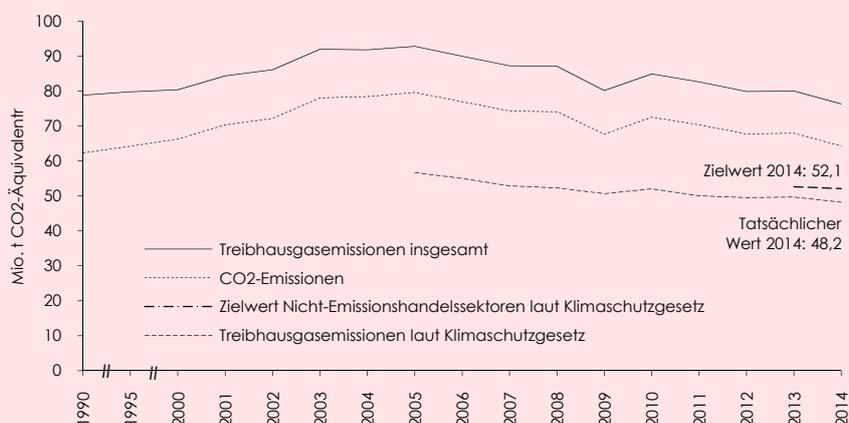
Die Anteile an den Treibhausgasemissionen veränderten sich gegenüber 2013 kaum (Abbildung 3): Mehr als ein Drittel trugen 2014 Industrie und Gewerbe bei (34,9%), der Verkehrssektor mehr als ein Viertel (29,1%). Beide Anteile waren etwas höher als im Vorjahr und deutlich höher als 2000. Die Treibhausgasemissionen des Verkehrs stiegen seit 1990 um insgesamt knapp 59% (+18% seit 2000), jene von Industrie und Gewerbe um 13% (knapp +8% seit 2000).

Auf die Energieaufbringung entfielen 2014 12,7%, auf Gebäude 11,2%, auf die Landwirtschaft 9,2% und auf die Abfallwirtschaft 2,3%. In diesen Sektoren waren die Emissionen seit 2000 rückläufig.

In der Energieaufbringung zeigen die Daten für 2014 einen Rückgang der Emissionen um 30% seit 1990 (–21% seit 2000). Auch der Sektor Gebäude weist mit –41% im Vergleich mit 1990 signifikante Einsparungen auf, wobei der Großteil des Effektes zwischen 2000 und 2014 auftrat (–38%). Hier ist jedoch auch der Einfluss des Wetters mit zu berücksichtigen.

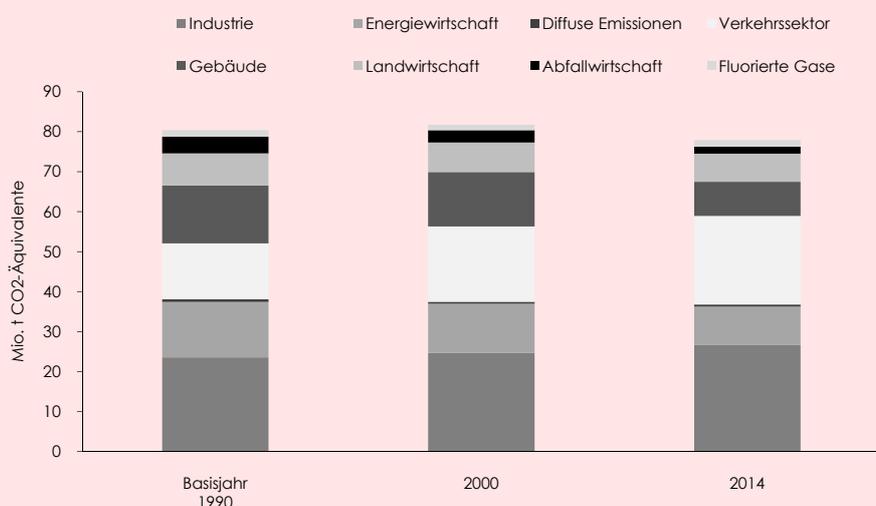
In den Sektoren Landwirtschaft und Abfallwirtschaft nahmen die Treibhausgasemissionen seit 1990 ebenfalls kontinuierlich ab (1990/2014 Landwirtschaft –13%, Abfallwirtschaft –58%).

Abbildung 2: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Österreich



Q: Umweltbundesamt (2015).

Abbildung 3: Verursacher der Treibhausgasemissionen in Österreich

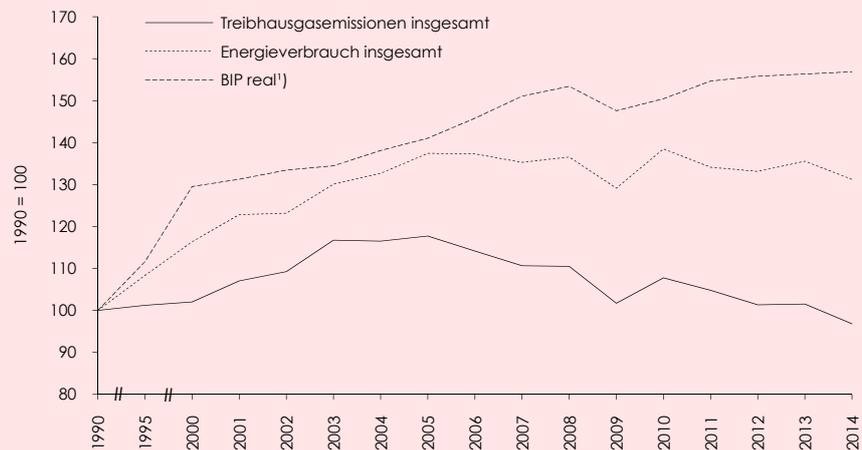


Q: Umweltbundesamt (2016).

Die absolute Entkoppelung der Entwicklung von BIP und Treibhausgasemissionen, die schon in den vergangenen Jahren zu beobachten gewesen war, setzte sich 2014 fort (Abbildung 4). In diesem Jahr sanken die Treibhausgasemissionen in Österreich erstmals unter das Niveau von 1990. In den Jahren davor hatten sie das Niveau des Jahres 2000 erreicht. Allerdings spielt hier wie erwähnt das milde Wetter im Jahr 2014 eine große Rolle.

Die Treibhausgasintensität, d. h. die Relation der Treibhausgasemissionen zum realen BIP, betrug im Jahr 2014 in Österreich 0,25 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente je Euro (im Jahr 2000 war dieser Wert noch bei 0,32 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente je Euro gelegen). Der Energieverbrauch insgesamt nahm wie die Treibhausgasemissionen bis 2005 deutlich zu (+37% gegenüber 1990) und stabilisiert sich seit 2011. Auch in diesem Bereich ist somit in den letzten Jahren eine gewisse Entkoppelung zu beobachten. Der weiterhin zunehmende Einsatz erneuerbarer Energieträger und die Substitution emissionsintensiver durch emissionsärmere Energieträger tragen zu einem kontinuierlichen Rückgang der Emissionsintensität des Energieverbrauchs (gemessen in Treibhausgasemissionen je Energieverbrauch) bei. Weitere Verbesserungen der Energieeffizienz sowie technologische Innovationen mit entsprechend breiter Diffusion sind jedoch notwendig, um die langfristigen klimapolitischen Ziele im Sinne einer weitestgehenden Dekarbonisierung zu erreichen.

Abbildung 4: Treibhausgasemissionen im Vergleich zum BIP in Österreich



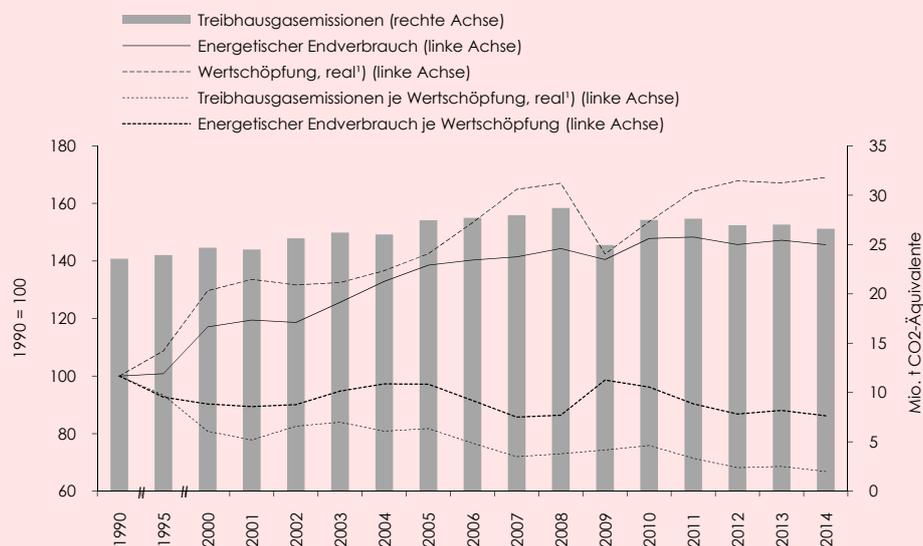
Q: Umweltbundesamt; WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond. – ¹) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2010.

Der Industriesektor ist weiterhin der größte Verursacher von Treibhausgasemissionen in Österreich. Die Emissionen des Sektors sanken 2014 gegenüber dem Vorjahr um 1,5% von 27,0 Mio. t auf 26,6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente, das niedrigste Niveau seit dem Krisenjahr 2009 (Abbildung 5). Die kontinuierliche Verbesserung der Treibhausgasintensität (Emissionen je Wertschöpfung) trug wesentlich zu dieser Entwicklung bei: 2014 stieg die reale Wertschöpfung der Industrie im Vorjahresvergleich um 1,1%, während der Energieverbrauch um 1,1% und die Treibhausgasemissionen um 1,5% sanken. Die Energie- und die Emissionsintensität verbesserten sich damit um 2,1% bzw. 2,6%. Die Verringerung der Treibhausgasintensität spiegelt eine Verschiebung des Energieträgermix von Mineralöl und Gas hin zu den emissionsarmen erneuerbaren Energieträgern wider.

Der energetische Endverbrauch der privaten Haushalte und des Dienstleistungssektors verringerte sich 2014 gegenüber 2013 um 9,6% bzw. 38 Petajoule (PJ) auf 359 PJ, und die Treibhausgasemissionen der beiden Sektoren gingen um 10,9% auf 8,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente zurück. Der Rückgang des Energieverbrauches der privaten Haushalte ist insbesondere eine Folge der Abnahme der Heizgradtage (Abbildung 6): Der Energieverbrauch der Haushalte für Raumheizung und Klimaanlage nahm 2014 gegenüber dem Vorjahr um 18,4% ab, die Zahl der Heizgradtage um 19,2%; im Dienstleistungsbereich blieb der Energiebedarf für Raumwärme und -kühlung hinge-

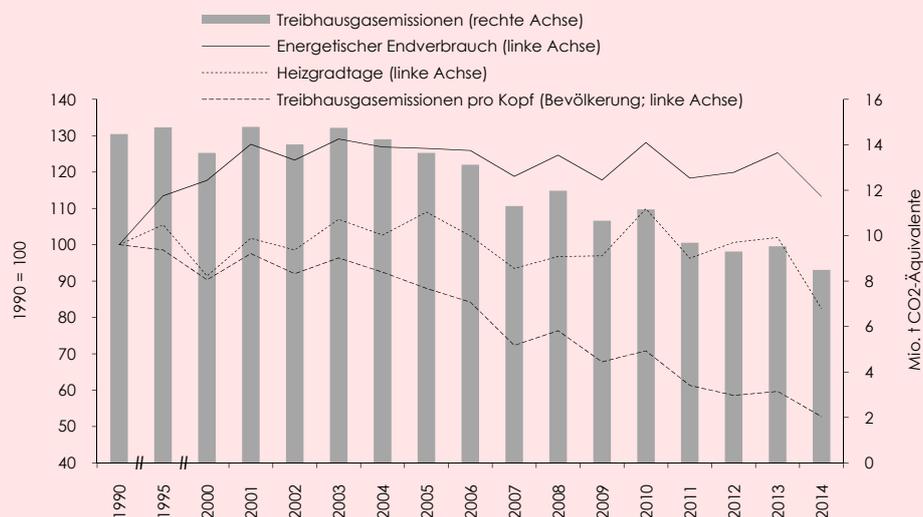
gen weitgehend unverändert (-0,7%). Der Entkoppelung der Entwicklung von Treibhausgasemissionen und Bevölkerungswachstum der letzten Jahre liegt neben dem Verbrauchsrückgang auch eine Verschiebung des Energieträgermix hin zu emissionsneutralen, erneuerbaren Energieträgern zugrunde; diese Entwicklung verlangsamte sich aber im Jahr 2014 deutlich.

Abbildung 5: Treibhausgasemissionen, Energieverbrauch und Wertschöpfung der Industrie



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2014; WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond. – ¹) Sachgütererzeugung einschließlich Bergbau, zu Herstellungspreisen, Referenzjahr 2010.

Abbildung 6: Treibhausgasemissionen der Gebäude, Energieverbrauch der Haushalte und Dienstleistungen sowie Zahl der Heizgradtage

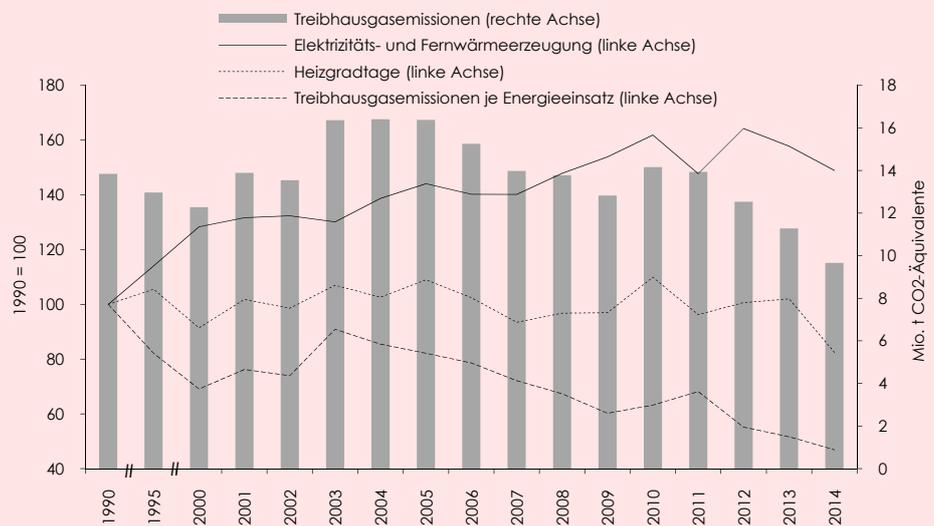


Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2014; WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond.

Die Treibhausgasemissionen aus der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme sind in Österreich weiter rückläufig; 2014 sanken sie gegenüber dem Vorjahr um 14,4% von 11,3 Mio. t auf 9,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente und erreichten damit den niedrigsten Wert seit 1990. Diese Tendenz ist einerseits auf einen Rückgang der Nachfrage um 3,8% bzw. 11 PJ zurückzuführen (u. a. aufgrund der Verringerung des Heizwärmebedarfs im Jahr 2014) und andererseits auf eine weitere Verlagerung des

Energieträgermix hin zu erneuerbaren Energieträgern, die treibhausgasneutral bilanziert werden; insgesamt wurden 2014 81,2% der Elektrizität und 45,3% der Fernwärme mit erneuerbaren Energieträgern erzeugt<sup>3)</sup> (2013: 78,0% bzw. 43,2%). Die wachsenden österreichischen Nettostromimporte (+28% gegenüber 2013) werden in der nationalen Treibhausgasbilanz allerdings nicht berücksichtigt.

Abbildung 7: Treibhausgasemissionen und Energieeinsatz für Elektrizitäts- und Fernwärmeerzeugung der öffentlichen Energieversorgungsunternehmen



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2014; WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond.

Nach dem Industriesektor ist der Verkehr der größte Verursacher von Treibhausgasemissionen in Österreich. 2014 waren die Emissionen mit 22,2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (Abbildung 8), um 2,8% geringer als im Vorjahr. Zugleich ging der Energieverbrauch des Sektors um 1,3% von 371 PJ auf 367 PJ zurück.

Energieverbrauch und Emissionen stiegen im Verkehrssektor seit 1990 am stärksten unter allen Wirtschaftsbereichen. Bis zum Jahr 2007 erhöhte sich der Energieverbrauch stärker als das BIP, erst danach war eine relative Entkoppelung zwischen BIP-Wachstum und Zunahme des Treibstoffverbrauches zu verzeichnen. Zugleich begann in Folge des verstärkten Einsatzes von Biokraftstoffen eine Entkoppelung der Treibhausgasemissionen vom Energieeinsatz<sup>4)</sup>.

Weil Treibstoffe in Österreich billiger sind als im benachbarten Ausland, wird ein Teil der im Inland verkauften Kraftstoffe im Ausland verbraucht. Dieser "Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks" betrifft vor allem den Schwerverkehr. Die resultierenden Emissionen werden aufgrund der Inventurregeln der UNFCCC Österreich zugeordnet. Für das Jahr 2013 schätzt das Umweltbundesamt (2015) den Beitrag des Kraftstoffexportes in Fahrzeugtanks zu den gesamten Österreich zugerechneten verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen auf rund 28%.

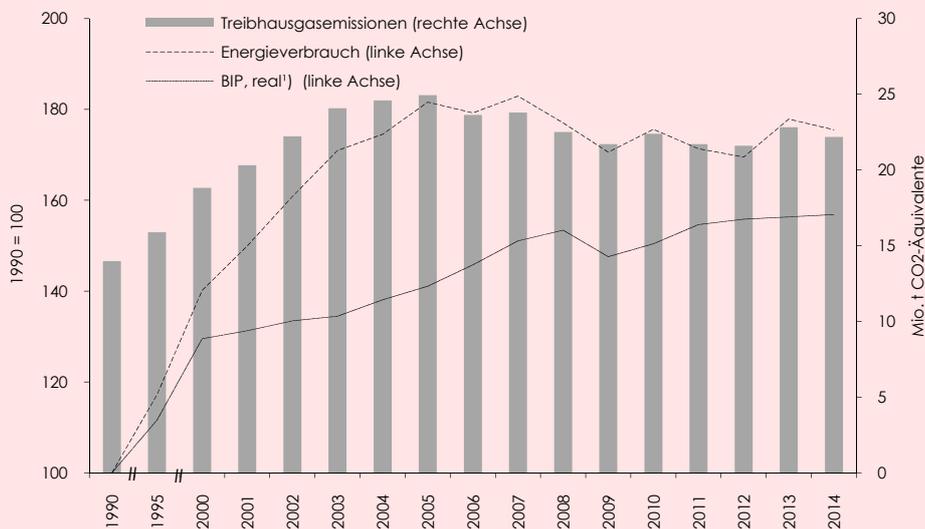
Der Bruttoinlandsverbrauch an Energie sank in Österreich 2014 gegenüber dem Vorjahr um 3,2% bzw. um 46 PJ auf 1.381 PJ und weist damit seit fast einem Jahrzehnt eine relativ stabile Entwicklung mit leicht sinkender Tendenz auf (Abbildung 9). Wie erwähnt war der Rückgang im Jahr 2014 hauptsächlich auf das milde Wetter sowie die Wachstumsschwäche zurückzuführen. Der Bruttoinlandsverbrauch fast aller Energieträger war rückläufig, ausgenommen brennbare Abfälle (+7,1%) und Strom

<sup>3)</sup> Die Strom- und Fernwärmeproduktion aus erneuerbaren Energieträgern blieb 2014 unter dem Vorjahresniveau, vor allem da die Erzeugung aus Wasserkraft geringer war als 2013.

<sup>4)</sup> Im Jahr 2014 wurden 6,8% des gesamten Energieverbrauches im Verkehrssektor durch biogene Treibstoffe abgedeckt.

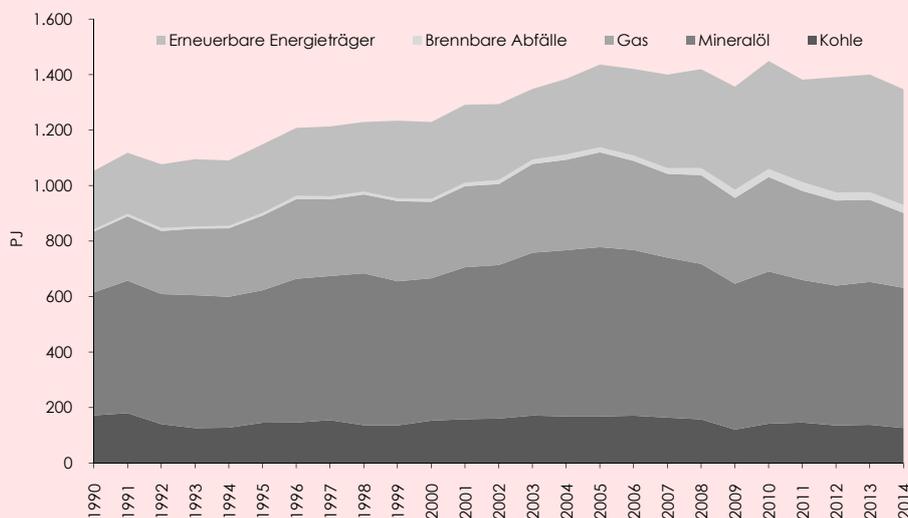
(Nettostromimporte +27,6%). Der Verbrauch der fossilen Energieträger Gas (-8,7%), Kohle (-8,1%) und Erdöl (-2,0%) wurde stärker eingeschränkt als jener der erneuerbaren Energieträger (-1,8%). Dadurch stieg der Anteil der erneuerbaren Energieträger am österreichischen Bruttoinlandsverbrauch erneut leicht (+0,4 Prozentpunkte) und lag mit 30,2% erstmals über 30%.

Abbildung 8: Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch des Verkehrssektors im Vergleich zum BIP



Q: Umweltbundesamt. – ¹) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2010.

Abbildung 9: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern in Österreich

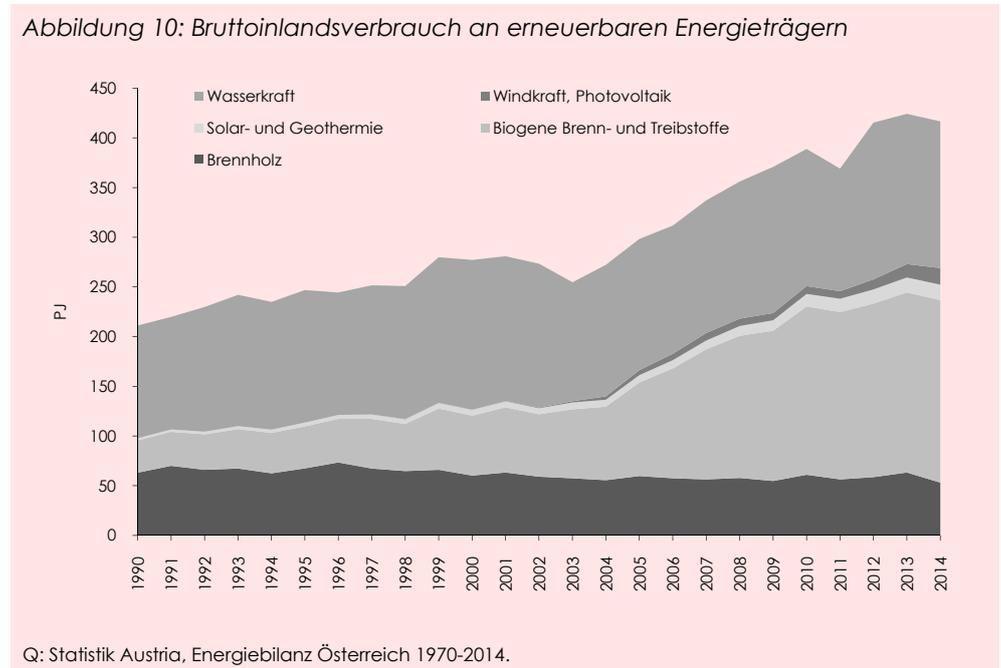


Q: Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2014. Die Abbildung enthält keinen Nettostromhandel.

Insgesamt sank der Bruttoinlandsverbrauch an erneuerbaren Energieträgern von 424 PJ im Jahr 2013 auf 417 PJ im Jahr 2014 (Abbildung 10). Der deutliche Rückgang des Brennholzverbrauches (-10 PJ bzw. -16,1%) hängt wahrscheinlich mit dem niedrigsten Wert der Heizgradtage seit 1990 zusammen. Während der Einsatz von Wasserkraft zur Stromerzeugung aufgrund eines geringeren Wasserdargebotes leicht zurückging (-4 PJ bzw. -2,4%), stieg der Verbrauch von biogenen Brenn- und Treibstoffen um 2 PJ bzw. 1,4%, der Verbrauch von Energie aus Solar- und Geothermie um 0,5 PJ bzw. 3,7% sowie aus Windkraft und Photovoltaik sogar relativ stark um 3 PJ

bzw. 24%. Der Anteil von Windkraft und Photovoltaik an den erneuerbaren Energieträgern war 2014 mit 4,0% weiterhin gering (+0,8 Prozentpunkte), aber erstmals höher als der Anteil von Solar- und Geothermie (3,8%, +0,2 Prozentpunkte). Der größte Anteil entfällt seit 2008 auf biogene Brenn- und Treibstoffe (2014: 44,1%, +1,4 Prozentpunkte) vor Wasserkraft (35,4%, -0,2 Prozentpunkte) und Brennholz (12,7%, -2,2 Prozentpunkte).

Abbildung 10: Bruttoinlandsverbrauch an erneuerbaren Energieträgern



Stickstoff ist ein essentieller Pflanzennährstoff und neben Kalk, Phosphor und Kalium die wichtigste Düngerart in der Landwirtschaft. Da bestimmte Stickstoffverbindungen chemisch leicht zu mobilisieren sind, werden Nährstoffe, die von Pflanzen nicht aufgenommen werden, bei ausreichender Wasserversorgung rasch ins Grundwasser verlagert.

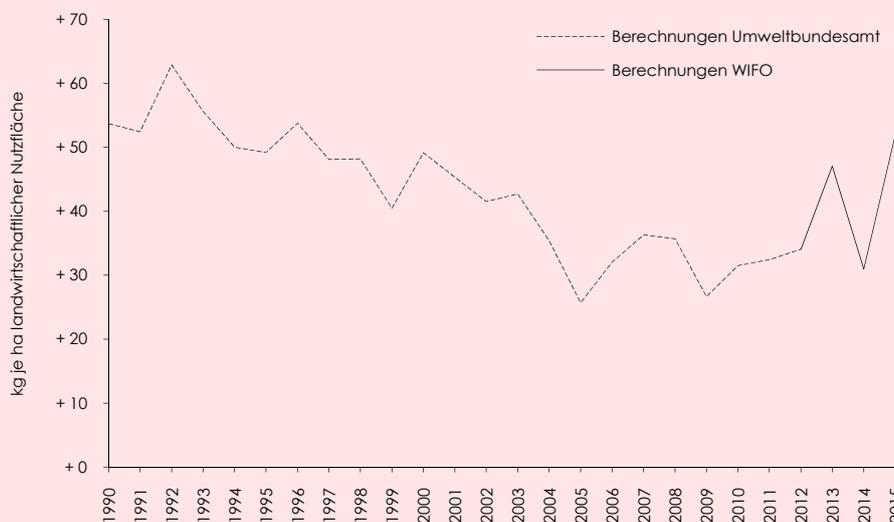
Unabhängig von Umweltbedenken legt auch das betriebswirtschaftliche Kalkül einen sparsamen Einsatz von Stickstoff nahe, da der ineffiziente Einsatz dieses Inputs die Produktionskosten erhöht. Dieser Aspekt fällt seit einigen Jahren stark ins Gewicht, weil die relativen Preise von Dünger im letzten Jahrzehnt kontinuierlich anziehen. 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 gemäß der von der OECD entwickelten Methode trägt diesen Zusammenhängen Rechnung (Abbildung 11). Die Nährstoffmengen aller Stickstoffquellen werden addiert und dem Entzug durch Pflanzen im Erntegut gegenübergestellt. Positiv ist die Bilanz, wenn mehr Nährstoffe in den Kreislauf der Landwirtschaft eingebracht als entzogen wurden. Je höher der Bilanzüberschuss ist, umso höher ist die Gefahr, dass die Speicherkapazität des Bodens überschritten wird und unerwünschte Verlagerungen mit potentiellen negativen Umweltwirkungen erfolgen. Dieser generelle Befund erlaubt jedoch keine exakten Rückschlüsse auf die Belastung des Grundwassers, da neben dem Bilanzüberschuss von Stickstoff auch die Wasserbilanz großen Einfluss hat (BMLFUW, 2014). Die vergleichsweise hohen Stickstoffbilanzüberschüsse der Jahre 2013 und 2015 sind in erster Linie auf den geringe-

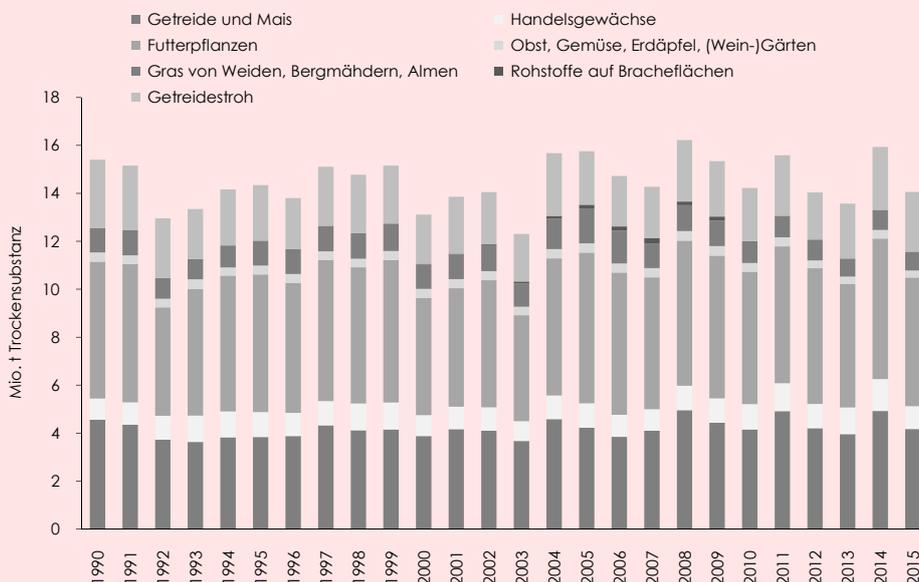
ren Entzug durch das Erntegut zurückzuführen. Der Einsatz von mineralischem Dünger wurde gegenüber dem Wirtschaftsjahr 2013/14 um 19,1% gesteigert, im Vergleich mit dem Durchschnitt der letzten 5 Jahre stieg er um 16,5%.

Abbildung 11: Stickstoffbilanz



Q: Kletzan-Slamanig et al. (2014). Berechnungen auf Basis der OECD-Methode bis 2012 Umweltbundesamt, ab 2013 WIFO. Die Methoden von Eurostat und OECD unterscheiden sich hinsichtlich der erfassten Flächen und Quellen (z. B. atmosphärische Deposition; Kletzan-Slamanig et al., 2014).

Abbildung 12: Produktion von wirtschaftlich nutzbarer Biomasse durch die österreichische Landwirtschaft



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis von Buchgraber – Resch – Blashka (2003), DLG-Futterwerttabelle, Resch (2007). 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.

Die Entscheidung über die Düngeintensität wird zu einem Zeitpunkt getroffen, zu dem noch nicht absehbar ist, ob die erforderlichen Nährstoffe auch benötigt werden. Der sinkende Trend der Überschüsse in den 1990er-Jahren ausgehend von rund 70 kg je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche stabilisierte sich in den letzten Jahren. Die starken jährlichen Schwankungen sind neben dem Entzug durch das Erntegut

auch auf statistische Faktoren zurückzuführen: In die Berechnung geht nicht die angewandte Mineräldüngermenge ein, sondern die auf dem Markt abgesetzte. Ob diese Menge tatsächlich im jeweiligen Jahr ausgebracht wird, ist nicht bekannt.

2015 fiel die Ernte aufgrund ungünstiger Wetterbedingungen neuerlich schlechter aus als im Vorjahr (Abbildung 12). Hohe Temperaturen und geringe Niederschläge verursachten signifikante Ernteeinbußen (*Statistik Austria*, 2016). Besonders betroffen war die Getreide- und Erdäpfelproduktion. Auch im übrigen Ackerbau, im Obstbau, Gartenbau und der Grünlandwirtschaft wurde 2015 weniger Biomasse produziert als im Jahr zuvor. Der physische Output an Biomasse schwankt von Jahr zu Jahr erheblich und folgt keinem steigenden Trend, die Biomasseproduktion stagniert. Angesichts der Nachfrageausweitung und des Bevölkerungswachstums trägt die heimische Landwirtschaft 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. Pro Tag werden über 22 ha Fläche, die bisher überwiegend landwirtschaftlich genutzt wurde, für andere Zwecke verwendet (*BMLFUW*, 2013). Weitere Gründe sind die Produktionsaufgabe auf marginalen Standorten, das Ausbleiben von Produktivitätsfortschritten im Bereich wichtiger Kulturpflanzen und die Umstellung auf Produkte mit höherer Qualität, aber geringeren Mengenerträgen.

## 2. Schwerpunktthema: Das Klimaabkommen von Paris

Das Klimaabkommen von Paris<sup>5)</sup> wird weltweit als ein Meilenstein der Klimadiplomatie gewertet, denn es beschreitet einen für Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer gangbaren Weg zu einem transparenten weltweiten Klimaschutz, der mit den unterschiedlichsten Interessen und Weltbildern vereinbar ist. Das Klimaziel von Paris, den weltweiten Temperaturanstieg gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung auf deutlich unter 2°C zu begrenzen, bietet die Chance, die größten und potentiell unumkehrbaren Klimarisiken zu vermeiden<sup>6)</sup>.

Die Stabilisierung der Temperaturerhöhung auf deutlich unter 2°C erfordert ein möglichst schnelles Erreichen des Wendepunktes in der Zunahme der Treibhausgasemissionen sowie anschließend eine erhebliche Senkung der Emissionen über die nächsten Jahrzehnte und damit ein Umschwenken auf eine CO<sub>2</sub>-freie bzw. -arme Wirtschaftsweise (*IPCC*, 2014). Wahrscheinlich werden darüber hinaus Technologien notwendig sein, die heute produzierte Treibhausgase später der Atmosphäre wieder entziehen, je nachdem wie schnell und effektiv die Emissionen gesenkt werden können.

Das Abkommen basiert auf einem Bottom-up-Ansatz von freiwilligen und transparenten nationalen Klimaschutzzusagen, die regelmäßig überprüft werden und schrittweise strengere Klimaschutzanstrengungen vorsehen sollen.

### 2.1 Meilensteine der internationalen Klimapolitik auf dem Weg zu einem weltweiten Klimaabkommen

Einige Meilensteine der internationalen Klimapolitik haben den Weg zum Klimaabkommen von Paris geebnet:

Im Jahr 1992 beschloss die Staatengemeinschaft das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Darin verpflichteten sich die 196 Vertragsstaaten, "die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, das gefährliche menschliche Beeinflussung des Klimasystems vermeidet"<sup>7)</sup>. Mit der

Die Klimarahmenkonvention von 1992 legte den Grundstein für alle weiteren internationalen Klimaverhandlungen.

<sup>5)</sup> <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> (abgerufen am 28. Juni 2016).

<sup>6)</sup> Dazu gehören die "Kipp-Elemente" im Erdsystem wie das Schmelzen des antarktischen und arktischen Eises, Methanfreisetzung durch tauende Permafrostböden, Störung des indischen Sommermonsuns, Austrocknen des Regenwaldes im Amazonasgebiet usw. (<https://www.pik-potsdam.de/services/infothek/kippelemente>, abgerufen am 27. Juli 2016).

<sup>7)</sup> <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf> (abgerufen am 28. Juni 2016).

Klimarahmenkonvention wurde die Erderwärmung offiziell zu einer Bedrohung der Menschheit erklärt, und es wurde das UNFCCC-Sekretariat eingerichtet. Die Rahmenkonvention legt den Grundstein für die weiteren internationalen Klimaverhandlungen durch eine Konferenz der Vertragsstaaten (Conference of the Parties, COP), die seither regelmäßig tagt. Komplexität und Umfang der internationalen Verhandlungen sowie die Zahl der Delegierten und Beobachter sind inzwischen kontinuierlich gestiegen (z. B. Reimer, 2015, Bodansky, 2016).

Der zweite Meilenstein ist das Kyoto-Protokoll, das 1997 in Kyoto (COP3) beschlossen wurde und mit dem im Rahmen der UNO erstmals für die Industrieländer völkerrechtlich verbindliche Ziele zur Senkung der Treibhausgasemissionen beschlossen wurden. Demnach mussten die Industrieländer den Treibhausgasausstoß bis zum Jahr 2012 insgesamt um 5,2% unter das Niveau von 1990 drücken (EU –8%, USA –7%, Japan –6%). Die Ratifizierung des Protokolls zog sich aufgrund von offenen Fragen in seiner Ausgestaltung u. a. zur Rolle der Wälder im Klimaschutz, zur Möglichkeit von internationalen Kooperationen in der Treibhausgassenkung und zur Methode der Messung von Emissionen in die Länge. Erst die umfangreichen Beschlüsse von Marrakesch 2001 (Marrakesh Accords), die die Details des Kyoto-Protokolls konkretisierten, schufen die Grundlage für weitere Ratifizierungen durch die einzelnen Parlamente<sup>8)</sup>. Am 16. Februar 2005 trat das Kyoto-Protokoll schließlich in Kraft, nachdem Russland den Widerstand gegen die Ratifizierung aufgrund von Zugeständnissen in internationalen Handels- und Kooperationsabkommen aufgegeben hatte. Die erste Verpflichtungsperiode im Rahmen des Kyoto-Protokolls 2008/2012 war als Review über die Entwicklung der weltweiten Treibhausgasemissionen vorgesehen. Die zweite Periode – beschlossen 2012 auf der COP18 in Doha – spannt sich von Jänner 2013 bis Ende 2020. Allerdings haben nur noch die EU, Australien und kleinere Nicht-EU-Industrieländer wie die Schweiz, Island oder Norwegen neue Verpflichtungen zur Senkung der Treibhausgasemissionen übernommen.

Weitere Vertragsstaatenkonferenzen ebneten den Weg zu einem dritten Meilenstein der internationalen Klimapolitik. Auf Bali (COP13) wurde im Dezember 2007 als neues Verhandlungsmandat die Bali-Roadmap mit dem Ziel verabschiedet, zwei Jahre später auf der Klimakonferenz in Kopenhagen einen neuen Weltklimavertrag zu unterschreiben.

Die Klimakonferenz 2009 in Kopenhagen (COP15) weckte im Vorfeld hohe Erwartungen. Im Kern wurde um die Verlängerung des Kyoto-Protokolls gerungen, die jedoch von den USA nicht akzeptiert wurde, da das Protokoll Schwellenländer nicht zur Senkung der Treibhausgasemissionen verpflichtet<sup>9)</sup>. So führten die Verhandlungen lediglich zu einer völkerrechtlich nicht bindenden und formell nicht angenommenen Abschlusserklärung, dem Copenhagen Accord<sup>10)</sup>. Darin wurde zwar die Begrenzung des weltweiten Temperaturanstieges gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung auf 2°C festgehalten, jedoch keine verbindlichen Reduktionsziele gesetzt, weder für Industrie- noch für Schwellenländer. In Cancun (COP16) erklärten erstmals alle Industrieländer gemeinsam die Absicht, ihre Emissionen bis 2020 um 25% bis 40% unter das Niveau von 1990 zu senken. Ein Finanzinstrument (Green Climate Fund), das ab dem Jahr 2020 ein Budget für Maßnahmen von Entwicklungsländern zur Anpassung an den Klimawandel zur Verfügung stellen soll, wurde beschlossen. Weiters wurde das 2°C-Ziel festgelegt, das zuvor von den kleinen Inselstaaten wegen des damit verbundenen Anstieges des Meeresspiegels boykottiert worden war. Bis 2015 soll überprüft werden, ob dieses Ziel angemessen ist oder gesenkt werden muss.

Ein Verhandlungsmandat für einen neuen Weltklimavertrag, der erstmals alle Länder zwingt, die Treibhausgasemissionen einzudämmen, und damit das alte Klimaregime

*Das Kyoto-Protokoll ist eine erste Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention, bei der nur die Industrieländer Verpflichtungen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen übernommen haben.*

*Von Bali über Kopenhagen nach Paris – Vertragsstaatenkonferenzen ebnet den Weg zu einem internationalen Klimaabkommen.*

<sup>8)</sup> Dazu gehören die Einigung über die Anrechenbarkeit der flexiblen Mechanismen (Clean Development Mechanism und Joint Implementation), durch die eine Senkung der Emissionen auch außerhalb des eigenen Staatsgebietes erreicht werden kann, die Regeln eines Emissionshandels sowie die Definition von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, die die Emissionen der verschiedenen Treibhausgase vergleichbar machen, ebenso wie ein Kontrollsystem, das den Klimaschutz in den einzelnen Vertragsstaaten überprüfbar macht.

<sup>9)</sup> China hatte mittlerweile die USA als weltgrößten Produzenten von Treibhausgasemissionen abgelöst.

<sup>10)</sup> <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf> (abgerufen am 28. Juni 2016).

des Kyoto-Protokolls 2020 ablösen wird, wurde schließlich 2011 in Durban (COP17) und 2012 in Doha (COP18) erteilt. Der neue Weltklimavertrag wurde 2015 in Paris (COP21) ausgehandelt und beschlossen.

## 2.2 Das Klimaabkommen von Paris als prozessorientierter Weg für eine internationale Kooperation im Klimaschutz

Vor dem Hintergrund des Scheiterns der Verhandlungen in Kopenhagen wird das Ergebnis der Pariser Klimakonferenz (COP21) vom Dezember 2015 als Durchbruch in der internationalen Klimapolitik gesehen, insbesondere wegen der Teilnahme der weltgrößten Treibhausgasemittenten China und USA sowie der Teilnahme von Ländern, deren Staatshaushalt stark von Einnahmen aus dem Absatz fossiler Energieträger abhängt. Das gemeinsame Verständnis des Klimawandels als Bedrohung für die Menschheit und die Einigung darauf, den weltweiten Temperaturanstieg gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung bis zum Ende des 21. Jahrhunderts auf deutlich unter 2°C zu begrenzen, kann als Fortschritt in der internationalen Klimapolitik gesehen werden. Es berücksichtigt die Ergebnisse der Klimaforschung der vergangenen zwei Jahrzehnte, wonach eine Erwärmung um nur 1,5°C das Risiko unkontrollierbarer Klimafolgen gegenüber einer Erwärmung um 2°C wesentlich verringert (Schellnhuber – Rahmstorf – Winkelmann, 2016). Das Pariser Klimaabkommen wird als Grundstein für die Beschleunigung und Intensivierung von Maßnahmen und Investitionen für eine kohlenstoffarme bzw. -freie Zukunft gesehen. Inwiefern das Pariser Klimaabkommen den optimistischen Erwartungen nach der COP21 gerecht wird, wird sich im Ratifikationsprozess zeigen. Seit April 2016 liegt der Vertrag im UNO-Hauptquartier in New York auf; die Länder haben bis April 2017 Zeit, das Abkommen zu unterschreiben und in nationales Recht umzusetzen. Bei Inkrafttreten des Klimavertrages – wenn mindestens 55 Länder, die mindestens 55% der weltweiten Emissionen verursachen, den Vertrag ratifiziert haben – stehen alle Länder vor der Herausforderung, das Abkommen in die reale Politik und Wirtschaft zu übertragen. Damit ist nicht erst nach 2020 zu beginnen, sondern Umsetzungsmaßnahmen sind bereits in den nächsten Jahren zu treffen.

## 2.3 Die Ergebnisse der Pariser Klimakonferenz

Die Ergebnisse der Pariser Klimakonferenz vom 12. Dezember 2015 umfassen zwei Teile: die COP21-Beschlüsse und das Pariser Abkommen. Im Folgenden werden die wichtigsten Inhalte zusammengefasst (Schleicher – Köppl, 2015, Schleicher – Köppl – Schratzenstaller, 2016).

- Die Vertragspartner definieren ein explizites Ziel, den weltweiten Temperaturanstieg gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung auf deutlich unter 2°C bzw. sogar auf 1,5°C zu begrenzen.
- Der Wendepunkt in der Zunahme der jährlichen Treibhausgasemissionen soll so bald wie möglich erreicht werden; in der Folge sollen die Emissionen rasch gesenkt werden.
- Als langfristiges Ziel gilt das Erreichen von Netto-Null-Emissionen in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts.
- Die gemeinsame Verantwortlichkeit aller Länder zur Begrenzung des Klimawandels wird herausgestrichen, ebenso die Verpflichtung aller Länder, einen Beitrag zur Zielerreichung zu leisten.
- Gleichzeitig werden die besonderen Bedürfnisse von Entwicklungsländern anerkannt, ausgedrückt im Grundsatz der Gerechtigkeit und der gemeinsamen, aber differenzierten, Verantwortlichkeiten und entsprechender Leistungsfähigkeit angesichts unterschiedlicher nationaler Umstände.
- Alle Länder müssen nationale Klimaschutzverpflichtungen vorlegen, die alle fünf Jahre aktualisiert werden, wobei jeweils ehrgeizigere Ziele zur Emissionssenkung festgesetzt werden sollen. Die nationalen Klimaschutzverpflichtungen sind freiwillig, und es sind keine Sanktionen bei Nichterfüllung vorgesehen. Alle fünf Jahre wird im "Global Stocktaking" überprüft, ob die von den Ländern gesetzten Maßnahmen mit dem langfristigen Ziel kompatibel sind; dabei werden Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen, Anpassungs- und Finanzierungsmaß-

nahmen erfasst. Dieses Monitoring dient einerseits der Messung des Fortschrittes und soll andererseits die Transparenz erhöhen und auf diese Weise die Länder zum Klimaschutz motivieren. Bereits 2018 soll das IPCC einen Sonderbericht zu Emissionspfaden vorlegen, die geeignet erscheinen, das 1,5°C-Ziel zu erreichen<sup>11)</sup>.

- Das Abkommen sieht die Mobilisierung von Finanzmitteln zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen und Anpassung an den Klimawandel von jährlich 100 Mrd. \$ vor, die vornehmlich von den Industrieländern aufzubringen sind.

Wieweit das Pariser Klimaabkommen seinen Zielen gerecht werden kann, hängt davon ab, ob es gelingt, einen Impuls für klimapolitische Umsetzungsstrategien auf nationaler Ebene zu entfalten. Dabei ist es von herausragender Bedeutung, mit der Umsetzung der nationalen Klimaziele und Klimapolitik nicht erst nach 2020 zu beginnen, sondern bereits in den nächsten Jahren ambitionierte Maßnahmen zu setzen. Schon jetzt sollte das Abkommen als klares Signal verstanden werden, fossile "Lock-in"-Investitionen zu vermeiden und Klimarisiken in Investmentportfolios zu berücksichtigen. Die im Pariser Klimaabkommen festgesetzten langfristigen Ziele können nicht mit inkrementellen technologischen Lösungen erreicht werden, vielmehr braucht es ein Verständnis für einen grundlegenden Transformationsprozess im Bereich der Energienutzung<sup>12)</sup>. Dieser muss sowohl die technologische Ausgestaltung der Energiesysteme als auch die wirtschaftlichen und institutionellen Rahmenbedingungen mit einbeziehen. Eine weltweit eingeführte Kohlenstoffsteuer, die die bisher kostenlose Emission von Treibhausgasen in die Atmosphäre mit einem Preis belegt, kann über einen monetären Anreiz zur Vermeidung von Emissionen beitragen und wäre als ein weltweites Steuerungsinstrument zu nennen.

Die Ziele des Klimaabkommens von Paris stellen insbesondere auch Österreich vor die Aufgabe, das Energiesystem grundlegend umzugestalten. Das setzt in der Analyse und den daraus abgeleiteten Strategien und Politikinstrumenten ein differenziertes Verständnis des Energiesystems voraus. Relevant, und Ausgangspunkt für Transformationsstrategien des Energiesystems, sind die Energiedienstleistungen, also für welchen Zweck oder Nutzen Energie eingesetzt wird. So können etwa ein angenehmes Raumklima in Gebäuden oder ein rascher Zugang zu Menschen, Gütern und Dienstleistungen im Bereich Mobilität auf sehr unterschiedliche Weise, mit sehr unterschiedlichen Mengen an Energie und unterschiedlichen Energieträgern erfolgen. Aus einer solchen Zugangsweise zum Energiesystem erwachsen neue Optionen auf allen Ebenen des Energiesystems.

### 3. Literaturhinweise

- Bodansky, D., "The Paris climate change agreement: A new hope?", *American Journal of International Law*, 2016 (erscheint demnächst).
- 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-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG – Österreichischer Bericht der Ist-Bestandsanalyse 2013, Wien, 2014.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Genf, 2014, S. 151ff.
- Kletzian-Slamonig, 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>.

<sup>11)</sup> Ein aktuelles "Stocktaking" zu den nationalen Beiträgen zur Emissionssenkung (Intended Nationally Determined Contributions) legen Rogelj *et al.* (2016) vor.

<sup>12)</sup> Im internationalen Kontext kommt auch der Landnutzung und Landnutzungsänderung eine zentrale Rolle zu.

- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Kippelemente – Achillesfesen im Erdsystem, o.J., <https://www.pik-potsdam.de/services/infothek/kippelemente> (abgerufen am 27. Juli 2016).
- Reimer, N., Schlusskonferenz. Geschichte und Zukunft der Klimadiplomatie, München, 2015.
- Resch, R., Neue Futterwerttabellen für den Alpenraum. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2007.
- Rogelj, J., den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., Winkler, H., Schaeffer, R., Sha, F., Riahi, K., Meinshausen, M., "Paris Agreement. Climate Proposals Need a Boost to Keep Warming Well Below 2°C", *Nature*, 2016, (534), S. 631-639.
- Schellnhuber, H. J., Rahmstorf, S., Winkelmann, R., "Why the right climate target was agreed in Paris", *Nature Climate Change*, 2016, (6), S. 649-653.
- Schleicher, St., Köppl, A., Policy Brief: Die Klimakonferenz 2015 in Paris. Neue Markierungen für die Klimapolitik?, WIFO, Wien, 2015, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/58514>.
- Schleicher, St., Köppl, A., Schratzenstaller, M., "Deciphering the Paris Agreement on Climate Policy: What might be the implications for the EU?", ÖGfE Policy Brief, 2016, (09'2016).
- Statistik Austria, Landwirtschaftliche Gesamtrechnung für Österreich 2015. Schnellbericht, Wien, 2016.
- Umweltbundesamt, Klimaschutzbericht 2015, Report, REP-0555, Wien, 2015.
- Umweltbundesamt, Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory 1990-2014. Submission under Regulation (EU) 525/2013, REP-0559, Wien, 2016.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, New York, 1992, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf> (abgerufen am 28. Juni 2016).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009, Kopenhagen, 2010, <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Conference of the Parties, Adoption of the Paris Agreement, Paris, 2015, <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf> (abgerufen am 28. Juni 2016).