

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

Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft und Ansätze zur Messung der biologischen Vielfalt

Das WIFO setzt mit diesem Beitrag seine Berichterstattung über Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft in Österreich mit dem Datenstand 2009 fort. Die Indikatoren spiegeln den Einfluss der Wirtschaftskrise 2008/09 auf Treibhausgasemissionen, Energieeinsatz und -verbrauch wider. So sanken die klimarelevanten Treibhausgasemissionen 2009 markant um 7,9%. Während das BIP um 3,9% schrumpfte, nahm der gesamte Bruttoinlandsverbrauch an Kohle, Mineralöl, Gas und erneuerbaren Energieträgern 2009 im Vorjahresvergleich um 5% ab; der Einsatz erneuerbarer Energieträger erhöhte sich zugleich um 2,9%. In Österreich waren hauptsächlich die energieintensive Industrieproduktion und der Güterverkehr von der internationalen Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise betroffen. Einen umweltpolitischen Schwerpunkt bilden vor dem Hintergrund des von der UNO proklamierten "Internationalen Jahres der Biodiversität 2010" das Thema "biologische Vielfalt" und Ansätze zur Messung von Biodiversität.

Begutachtung: Michael Böheim • Wissenschaftliche Assistenz: Katharina Köberl • E-Mail-Adressen: Claudia.Kettner@wifo.ac.at, Daniela.Kletzan-Slamanig@wifo.ac.at, Angela.Koeppel@wifo.ac.at, Kurt.Kratena@wifo.ac.at, Ina.Meyer@wifo.ac.at, Franz.Sinabell@wifo.ac.at

Die jährlich vom WIFO vorgelegten Schlüsselindikatoren zu Klimawandel und Energiewirtschaft für Österreich geben Auskunft über relevante Entwicklungen im Zusammenhang mit ökonomischen Trends und umweltpolitischen Maßnahmen, um das Bewusstsein für die klima- und energierelevanten Auswirkungen von Wirtschaftsaktivitäten zu schärfen (Kletzan *et al.*, 2008, Kletzan-Slamanig *et al.*, 2009, Kettner *et al.*, 2010). Nach einer mäßigen Abnahme im Vorjahr sanken die klimarelevanten Treibhausgasemissionen 2009 markant (-7,9%). Dies war auf eine deutliche Abnahme des Energieverbrauchs wegen des Konjunkturerinbruchs 2008/09 insbesondere in der Industrie und im Güterverkehr zurückzuführen. Der reale Nettoproduktionswert der Sachgütererzeugung blieb 2009 um 14,3% unter dem Vorjahresniveau (Scheiblecker *et al.*, 2011). Der Trend eines kräftigen Rückgangs der Treibhausgasemissionen und vor allem der CO₂-Emissionen war 2009 in ganz Europa zu beobachten. Laut *European Environment Agency* (2011) war der Rückgang der klimarelevanten Emissionen in der EU nicht nur auf die Rezession zurückzuführen, sondern auch auf die deutliche Zunahme der Nutzung von erneuerbarer Energie.

Im Mai 2011 veröffentlichte die Internationale Energieagentur erste Bilanzen über die weltweite Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Jahr 2010¹⁾. Diese weisen mit +1,6 Gigatonnen gegenüber dem Vorjahr den bisher höchsten Anstieg seit Beginn der Messungen aus (weltweiter Ausstoß 30,6 Gigatonnen). Die schwere Rezession hatte somit nur einen kurzfristigen dämpfenden Effekt auf die Entwicklung der Treibhausgasemissionen. Die offizielle Gesamtbilanz der Emissionen in Österreich im Jahr 2010 wird erst im Jänner 2012 vorliegen. Für den Teilbereich der im EU-Emissionshandel (Emission Trading System – ETS) regulierten Anlagen sind bereits Daten für das Jahr 2010 verfügbar. Der starke Rückgang der Industrieproduktion im Jahr 2009

¹⁾ International Energy Agency, http://www.iea.org/index_info.asp?id=1959, abgerufen am 30. Mai 2011.

schlug sich in einer Abnahme der CO₂-Emissionen der im EU-ETS enthaltenen Anlagen um 14,9% nieder. 2010 nahmen die CO₂-Emissionen mit der Erholung der Wirtschaft wieder um 13,3% zu, blieben aber noch um 1,2 Mio. t unter dem Wert von 2008.

Das Schwerpunktthema dieser Ausgabe widmet sich der biologischen Vielfalt (Biodiversität) und bezieht sich damit rückblickend auf das von der UNO für 2010 ausgerufene "Internationale Jahr der biologischen Vielfalt" sowie auf die ebenfalls von der UNO ausgerufene "Dekade der Biodiversität" 2011 bis 2020.

Die "Dekade der Biodiversität" verfolgt das Programmziel, den Schutz weltweit bedrohter Tier- und Pflanzenarten zu verbessern und so die genetische Artenvielfalt und die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen zu erhalten. Der Mensch hinterlässt durch seine Wirtschaftsweise einen wachsenden ökologischen Fußabdruck im Sinne physischer Umweltwirkungen von Produktion und Konsum (Wackernagel *et al.*, 2002). Dies bringt einen Verlust der biologischen Vielfalt in bisher ungekannter Geschwindigkeit mit sich. Zur Bedeutung der biologischen Vielfalt für die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen und für die Wohlfahrt und wirtschaftliche Entwicklung des Menschen liegen mehrere Studien vor (einen Überblick gibt die *Europäische Kommission*, 2008). So liefern die natürlichen Ökosysteme Dienstleistungen auf der Basis von Nahrungsmitteln, Holz, Wasser, Energie und schützen vor Bodenerosion und Überschwemmungen. Darüber hinaus sind Ökosysteme Produzenten von Arzneimitteln und übernehmen eine Senkenfunktion für die Aufnahme von Abfällen einschließlich des Kohlenstoffs. Das Ziel der Bemühungen zum Schutz der Biodiversität ist es, den weltweiten Verlust an Arten und Lebensräumen deutlich zu verlangsamen (vgl. auch die Millennium-Entwicklungsziele der UNO²⁾). Das bestehende Ökosystem hat sich in Abhängigkeit von den klimatischen Voraussetzungen entwickelt und reagiert daher sehr sensibel auf den Klimawandel.

Klima- und energie-relevante Schlüssel-indikatoren

Die Emissionen klimarelevanter Treibhausgase (Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, Schwefelhexafluorid und Fluorkohlenwasserstoffe) betragen in Österreich im Jahr 1990, das als Basis für die Berechnungen des Kyoto-Ziels dient, 78,2 Mio. t CO₂-Äquivalente. Sie hatten in den 1990er-Jahren und Anfang der 2000er-Jahre steigende Tendenz und erreichten 2005 mit 92,9 Mio. t CO₂-Äquivalenten ihren Höchstwert. Seitdem ist der Ausstoß an Treibhausgasemissionen rückläufig. Mit 80,1 Mio. t blieben sie 2009 krisenbedingt um 7,9% unter dem Vorjahresniveau. Die Entwicklung der CO₂-Emissionen verläuft ähnlich, da diese über 80% der gesamten Treibhausgase ausmachen.

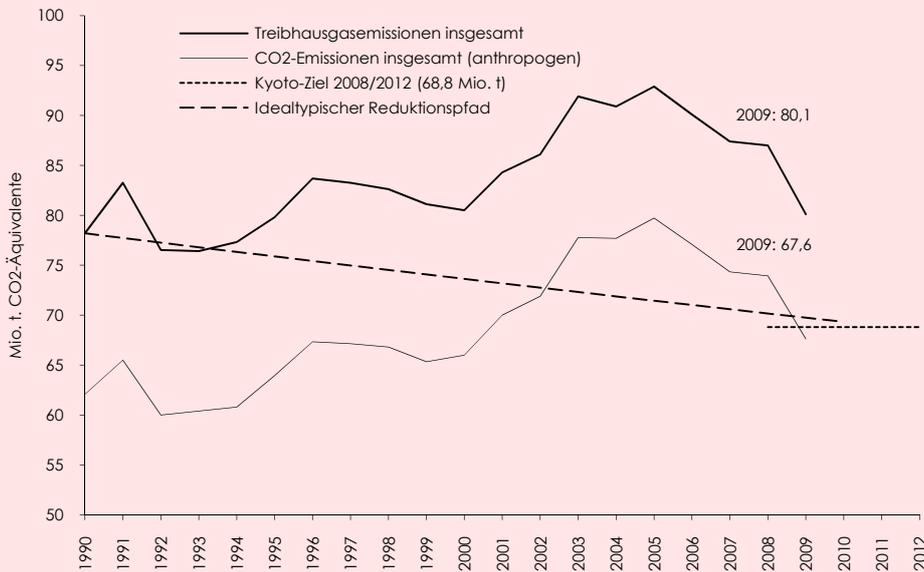
Die Zielvorgabe für Österreich gemäß dem Kyoto-Protokoll und der EU-Burden-Sharing-Vereinbarung ist, die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 im Durchschnitt der Jahre 2008/2012 um 13% zu reduzieren; das entspricht 68,8 Mio. t CO₂-Äquivalenten pro Jahr. Damit ergibt sich für das Jahr 2009 eine Abweichung von 16,4% vom Zielwert. Da die Emissionen 2008 höher waren als 2009, beträgt die Zielverfehlung im Durchschnitt 2008/09 21,4%, bzw. 14,8 Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr. Um diese Lücke zwischen Emissionsausstoß und Emissionsziel zum Teil zu schließen, werden im Rahmen des österreichischen JI-CDM-Programms für die Kyoto-Periode 2008/2012 ausländische Emissionsrechte im Ausmaß von 45 Mio. t CO₂-Äquivalenten gesichert. Über die gesamte Verpflichtungsperiode dürfte sich ein weiterer Fehlbetrag von etwa 30 Mio. t CO₂-Äquivalenten ergeben.

Den größten Anteil am Ausstoß der Treibhausgasemissionen hatten 2009 die Industrie und das produzierende Gewerbe (28,1%) sowie der Verkehr (27,0%), an den CO₂-Emissionen betragen die Anteile sogar 32,9% bzw. 31,6%. Allerdings veränderte sich das Niveau der Emissionen in der Industrie über den Zeitraum 2000/2009 nicht, während es im Verkehrssektor um 13% stieg. Die Energieaufbringung verursachte 2009 15,9% der Treibhausgasemissionen; durch den verstärkten Einsatz von erneuerbaren Energieträgern verringerten sich die Emissionen in diesem Bereich seit 1990 um 7,2%

²⁾ <http://www.un.org/millenniumgoals>.

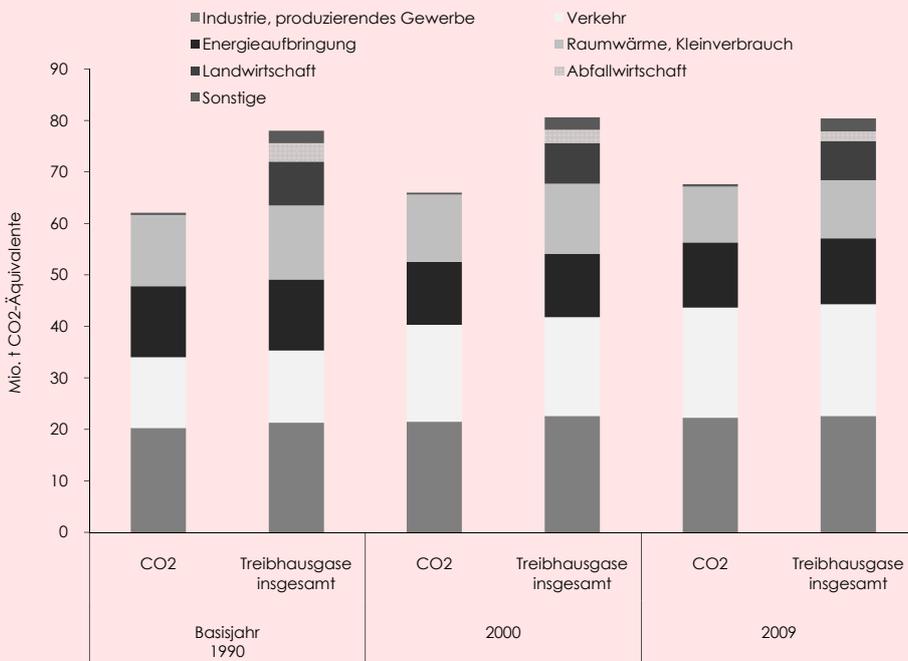
(von 13,8 Mio. t auf 12,8 Mio. t CO₂-Äquivalente). Auch im Bereich Raumwärme und Kleinverbrauch (14,1% der Emissionen) sanken die Emissionen seit 1990 deutlich (-21,5%) auf 11,3 Mio. t CO₂-Äquivalente im Jahr 2009. Die Sektoren Landwirtschaft und Abfallwirtschaft, die hauptsächlich Methan und Lachgas emittieren, verursachten 2009 9,5% bzw. 2,4% der Emissionen und verzeichneten seit 1990 ebenfalls einen bedeutenden Rückgang.

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



Q: Umweltbundesamt.

Abbildung 2: Verursacher der Treibhausgasemissionen in Österreich



Q: Umweltbundesamt.

Zwischen 1990 und 2000 stagnierten die Treibhausgasemissionen in Österreich; erst nach 2000 setzte ein starker Anstieg ein, der bis 2005 anhielt (Abbildung 3). Seither

sind die Treibhausgasemissionen rückläufig. Seit 1990 sind daher verschiedene Perioden der Entkopplung von BIP-Wachstum und Entwicklung der Treibhausgasemissionen zu unterscheiden: Von 1990 bis 2000 ergab sich eine relative Entkopplung, da der Emissionsausstoß bei wachsendem BIP fast stagnierte bzw. nur sehr wenig zunahm. Hingegen erhöhten sich die Emissionen in der Periode 2000/2005 etwas stärker als das BIP. Eine absolute Entkopplung zeigt sich seit 2005, d. h. die Emissionen waren bei steigendem BIP rückläufig. Im Krisenjahr 2009 war der Rückgang der Emissionen größer als der des realen BIP, weil in Österreich hauptsächlich die Industrieproduktion und der Güterverkehr von der internationalen Finanzmarkt- und Wirtschaftskrise betroffen waren. Die einzelnen Sektoren trugen in sehr unterschiedlichem Ausmaß zu der Gesamtentwicklung bei und weisen auch ein sehr unterschiedliches Muster der Entkopplung auf (Abbildungen 6 bis 8).

Abbildung 3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum BIP

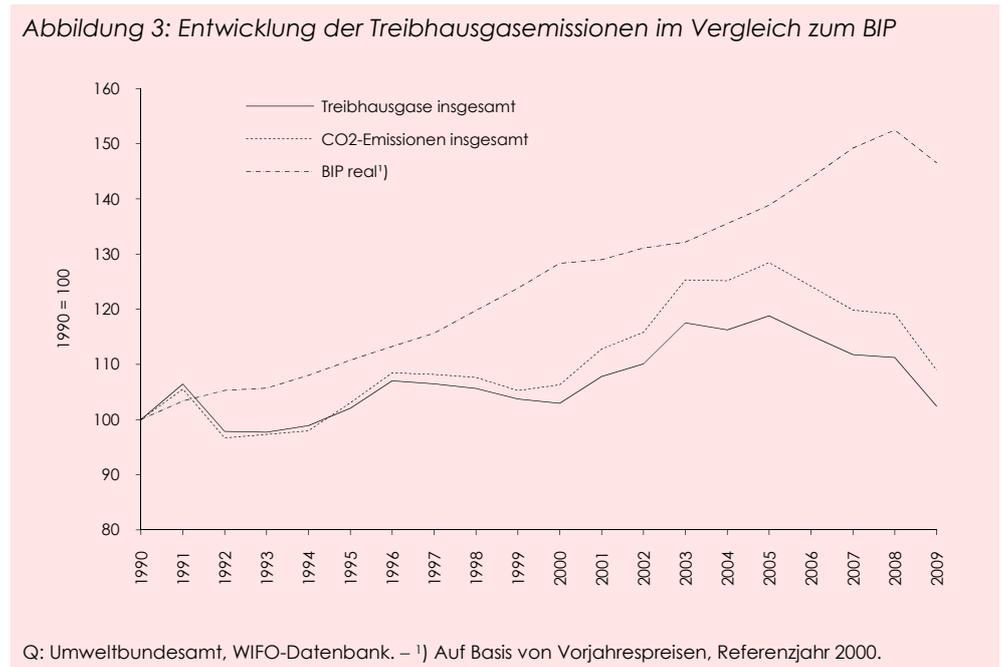
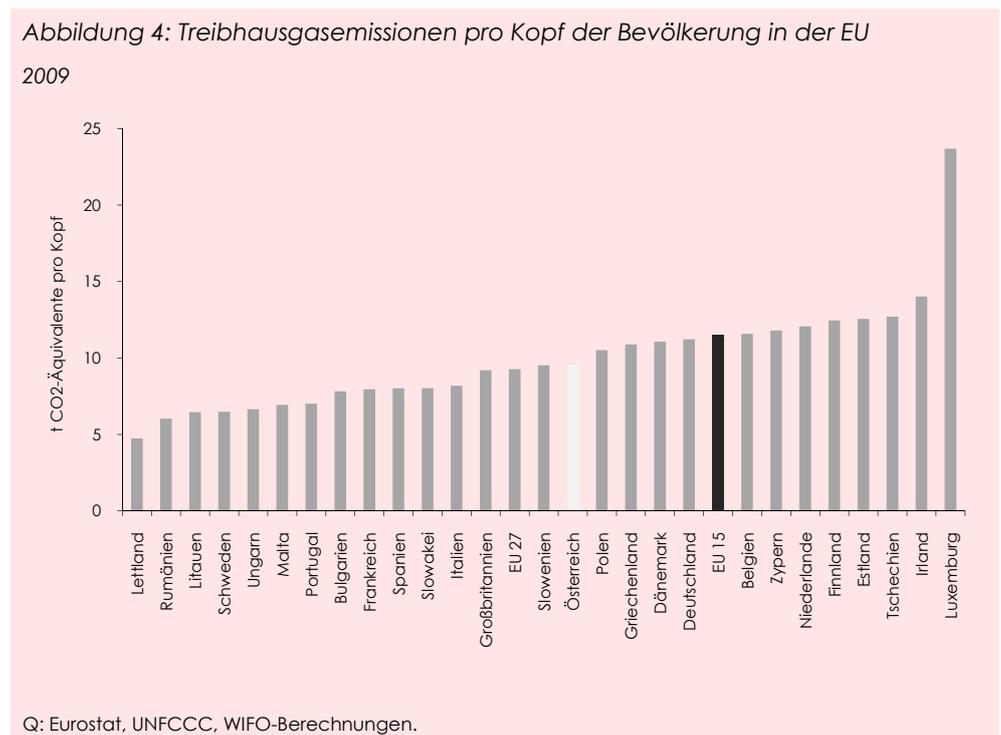
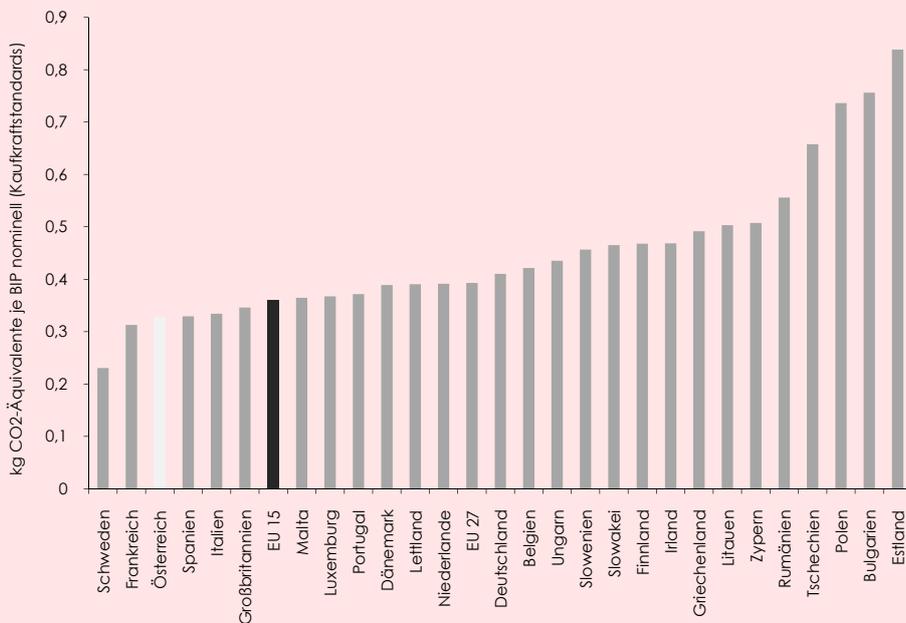


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen pro Kopf der Bevölkerung in der EU 2009



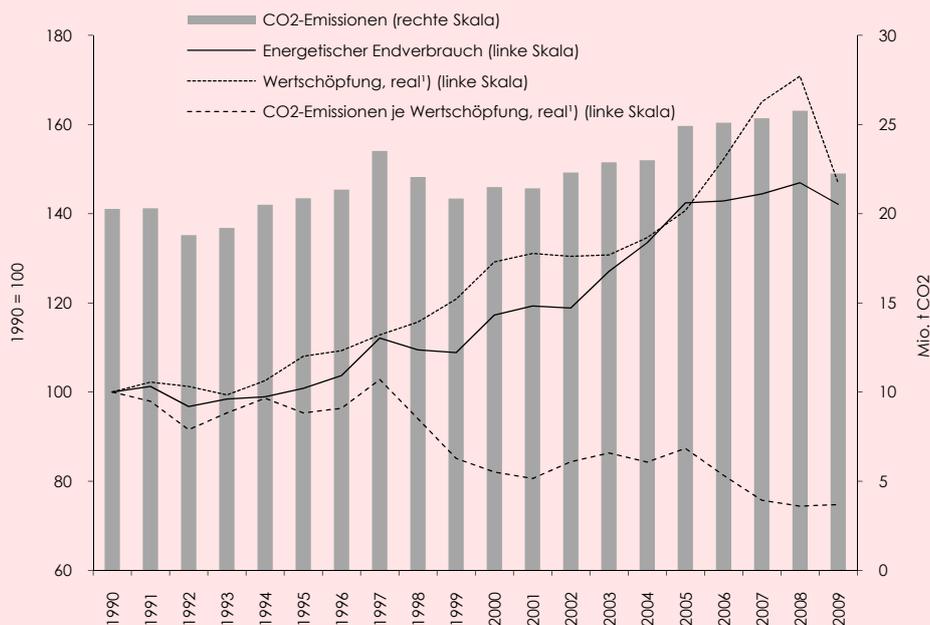
Gemessen an der Bevölkerung lagen die Treibhausgasemissionen in Österreich 2009 mit 9,6 t CO₂-Äquivalenten pro Kopf unter dem Durchschnitt der EU 15 (11,5 t CO₂-Äquivalente), aber über dem der EU 27 (9,3 t CO₂-Äquivalente). Österreich verbesserte sich gegenüber dem Vorjahr um eine Position auf den 13. Rang. Mit Abstand am höchsten war der Pro-Kopf-Ausstoß in Luxemburg (23,7 t CO₂-Äquivalente) vor Irland (14 t), am wenigsten in Lettland (4,7 t CO₂-Äquivalenten).

Abbildung 5: Treibhausgasintensität gemessen am BIP in der EU 2009



Q: Eurostat, UNFCCC, WIFO-Berechnungen.

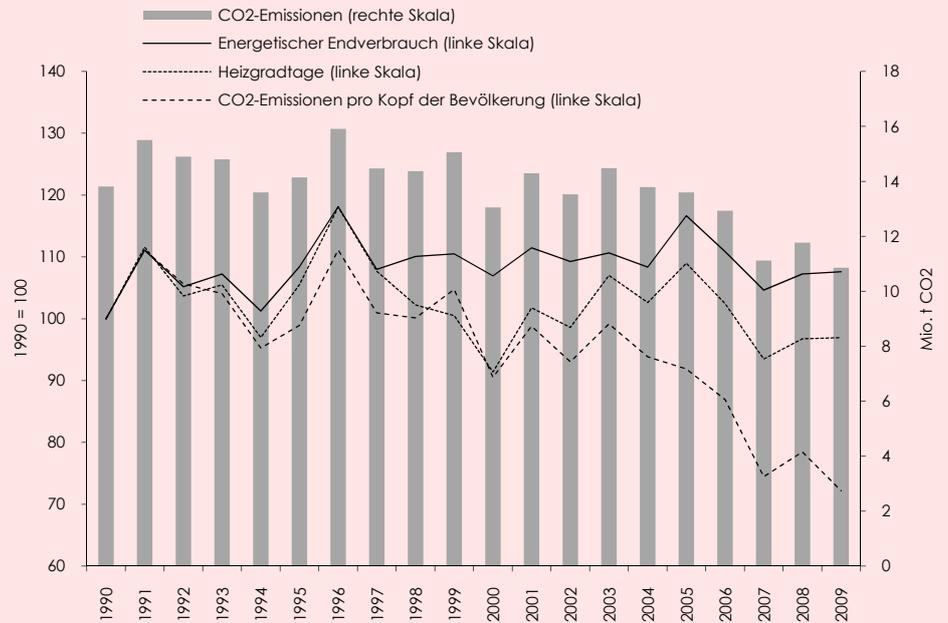
Abbildung 6: CO₂-Emissionen, Energieverbrauch und Wertschöpfung der Industrie



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2009; WIFO-Datenbank. – ¹⁾ Sachgüterzeugung einschließlich Bergbau zu Herstellungspreisen, Referenzjahr 2000.

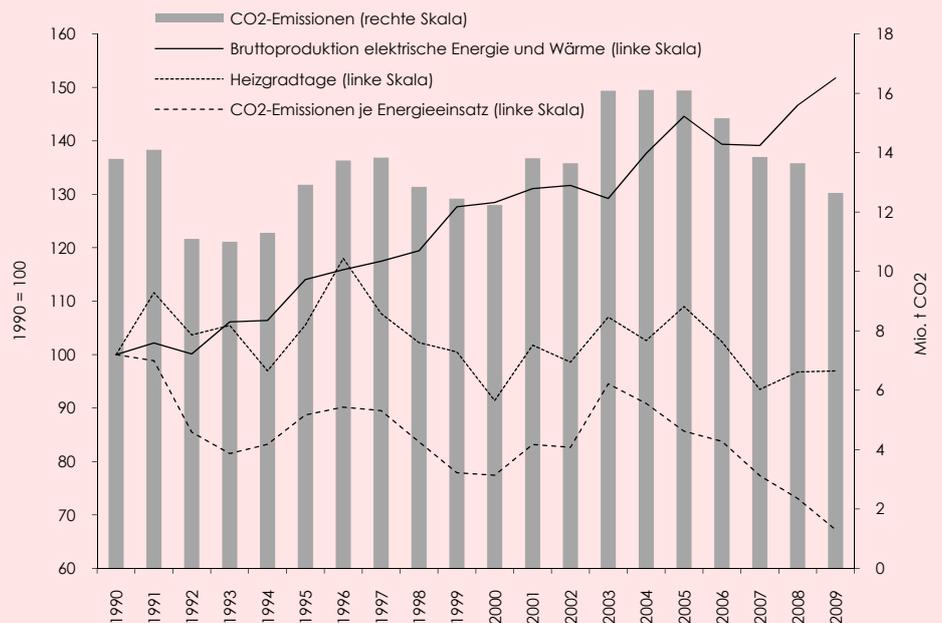
Die Treibhausgasintensität (Emissionen je BIP, nominell, zu Kaufkraftparitäten) lagen 2009 in der EU 15 bei 0,36 kg CO₂-Äquivalenten je Euro und in der EU 27 bei 0,39 kg CO₂-Äquivalenten je Euro. Österreich hatte hier wie im Vorjahr mit 0,33 kg CO₂-Äquivalenten je Euro den 3. Rang inne. Effizienter wirtschafteten Frankreich (0,31 kg CO₂-Äquivalente je Euro) und Schweden (0,23 kg CO₂-Äquivalente je Euro). Die höchste Emissionsintensität verzeichnete Estland (0,84 kg), im Vorjahr hatte Bulgarien den letzten Rang innegehabt (0,76 kg).

Abbildung 7: CO₂-Emissionen, Energieverbrauch der Haushalte und Heizgradtage



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2009; WIFO-Datenbank.

Abbildung 8: CO₂-Emissionen, Energieeinsatz und Produktion der öffentlichen Energieversorgungsunternehmen



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2009; WIFO-Datenbank.

Die CO₂-Emissionen der Industrie nahmen vor allem in der Periode nach 2000 stark zu (Abbildung 6); die Wirtschaftskrise hatte 2009 einen Einbruch der Emissionen zur Folge, der etwa parallel zum Rückgang der realen Wertschöpfung verlief. In der gesamten Periode 1990/2009 erhöhte sich der energetische Endverbrauch der Industrie im Gleichschritt mit der Wertschöpfung, sodass die Energieeffizienz nur wenig gesteigert wurde. Die CO₂-Emissionen je reale Wertschöpfung sind hingegen seit 1997 rückläufig, der Verbrauch der Industrie verlagert sich somit zu Energieträgern mit niedrigerem CO₂-Emissionsfaktor ("De-Karbonisierung").

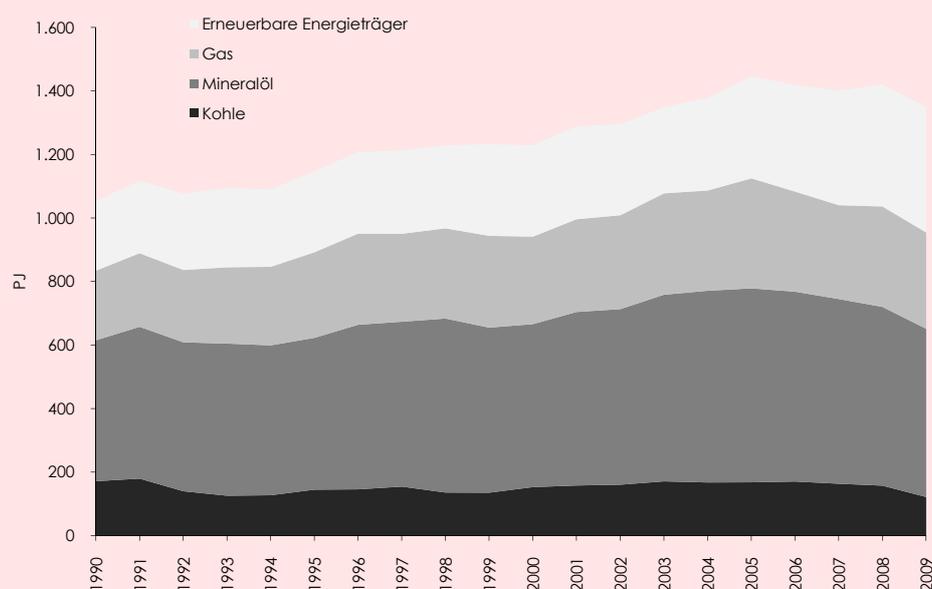
Der Energieverbrauch der privaten Haushalte (Abbildung 7) stagnierte im Zeitraum 1990/2009 annähernd, während die CO₂-Emissionen (vor allem seit 2001) sanken. Dabei verringerten sich die Pro-Kopf-Emissionen des Haushaltssektors deutlich. Die Senkung der Emissionen wurde demnach durch das Bevölkerungswachstum in Österreich teilweise kompensiert. Das Entwicklungsmuster des energetischen Endverbrauchs korreliert mit jenem der Heizgradtage.

Der Stromverbrauch entwickelt sich in Österreich seit 1990 sehr dynamisch, sodass trotz der erheblichen Ausweitung der heimischen Stromproduktion auch die Nettoimporte seit 2002 stark zunahm (Abbildung 8). Die CO₂-Emissionen des Sektors Energie und Wärme schwanken beträchtlich. Sie nahmen zwischen 2000 und 2004 kurzfristig deutlich zu und sind seit 2005 wieder rückläufig. Seit 2005 verringert sich auch der durchschnittliche CO₂-Gehalt des Energieeinsatzes in der Strom- und Wärmeerzeugung rasch. Das ist auch auf den dynamischen Ausbau der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in dieser Periode zurückzuführen.

Der Bruttoinlandsverbrauch an Kohle, Mineralöl, Gas und erneuerbaren Energieträgern war 2009 mit 1.351 PJ um 28,2% höher als 1990. Mit Ausnahme von Kohle, deren Einsatz in der Periode von 1990/2009 durchschnittlich um 1,7% p. a. von 172 PJ auf 122 PJ verringert wurde, nahm der Verbrauch aller Energieträger zu. Am stärksten erhöhte sich der Einsatz von Gas (+38,2%, +1,6% p. a., von 219 PJ auf 303 PJ). Die Verwendung erneuerbarer Energieträger wurde seit 1990 dynamisch ausgeweitet (+80,9% auf 397 PJ).

Gesamtenergieverbrauch

Abbildung 9: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern in Österreich



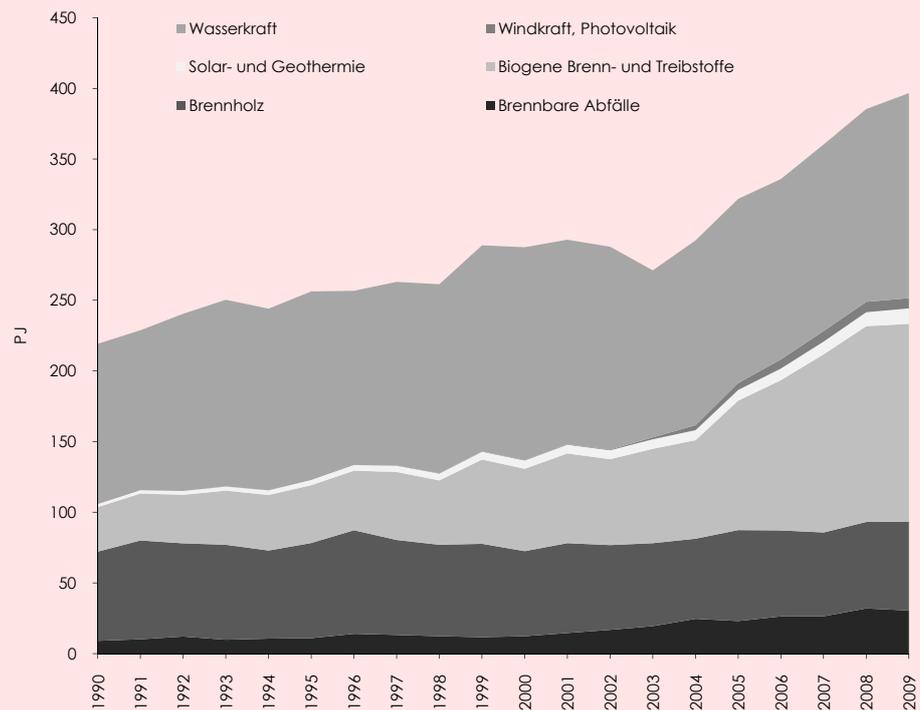
Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2009.

Im Vorjahresvergleich sank der Bruttoinlandsverbrauch 2009 um 5%, wobei der größte Rückgang im Bereich der fossilen Energieträger zu verzeichnen war (Kohle -22,6%,

Mineralöl -5,9%, Gas -4,1%). Der Einsatz erneuerbarer Energieträger stieg hingegen um 2,9%. Seit 1990 schrumpfte der Anteil der fossilen Energieträger am gesamten Verbrauch von knapp 80% auf 70,7% 2009, während jener der erneuerbaren Energieträger von 20% im Jahr 1990 auf 29% im Jahr 2009 stieg.

Bei insgesamt deutlich gesunkenem Bruttoinlandsverbrauch im Jahr 2009 nahm der Verbrauch an erneuerbaren Energieträgern um 2,9% zu. Die Wasserkraft machte 2009 mit 36,6% den größten Anteil innerhalb der erneuerbaren Energieträger aus vor den biogenen Brenn- und Treibstoffen mit 35,3%. Auf Brennholz entfielen 15,9% des Bruttoinlandsverbrauches aus erneuerbaren Energieträgern, auf brennbare Abfälle 7,7%, auf Solar- und Geothermie 2,7% und auf Windkraft und Photovoltaik 1,8%.

Abbildung 10: Bruttoinlandsverbrauch an erneuerbaren Energieträgern in Österreich

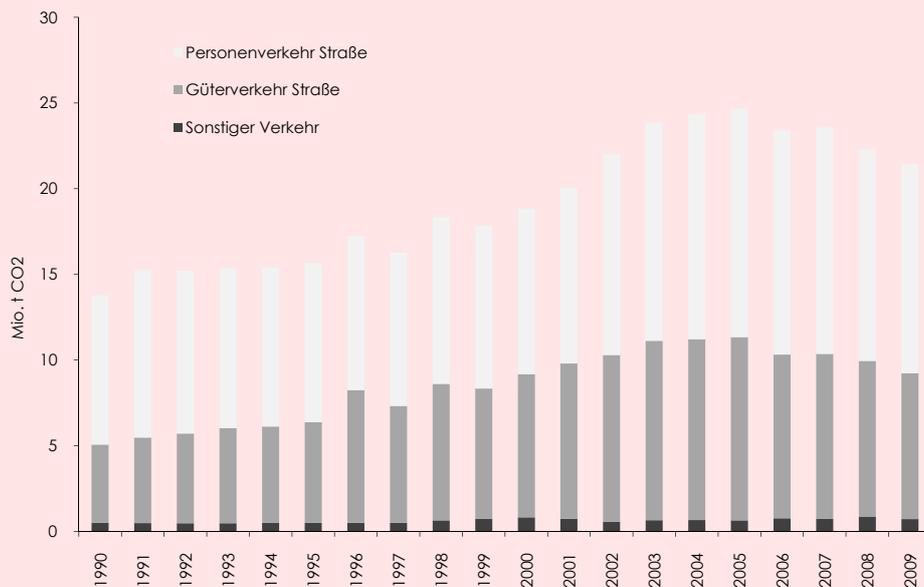


Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2009.

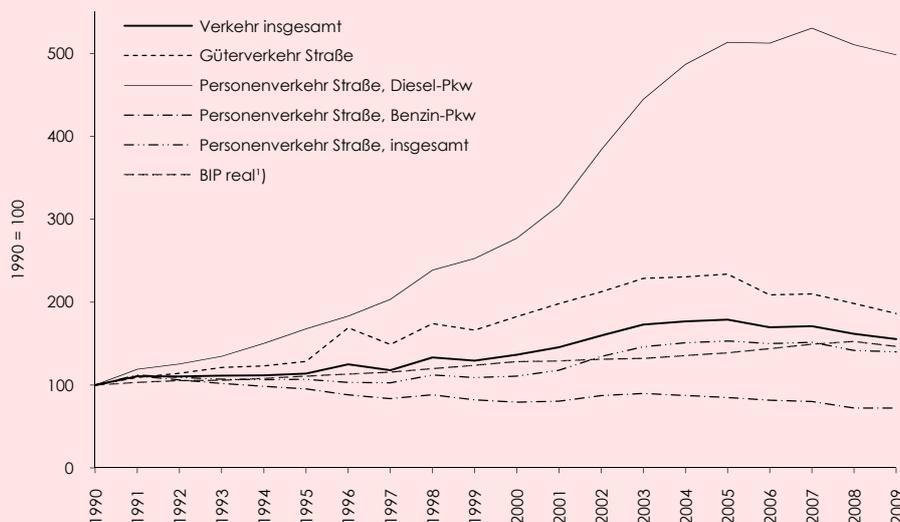
Verkehr

Die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen stiegen in Österreich seit 1990 um 59,6% auf 21,4 Mio. t CO₂ im Jahr 2009 (Abbildung 11); im Vorjahresvergleich ergab sich 2009 ein Rückgang um 3,7%. Dabei verringerten sich insbesondere die Emissionen des sonstigen Verkehrs (u. a. inländischer Luftverkehr, Donauschifffahrt -17,7%). Die Emissionen des Güterverkehrs auf der Straße waren 2009 um 6,2%, jene des Personenverkehrs um 1,3% geringer als 2008. Auf den Straßenverkehr entfiel 2009 mit rund 97% der bei weitem größte Teil der verkehrsbedingten Emissionen (2008: 96%). Der Personenverkehr auf der Straße war wie bisher mit 57% der größte Emittent des Verkehrssektors vor dem Straßengüterverkehr mit 40%.

Seit 2007 ist ein Rückgang der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor zu verzeichnen. In den Jahren 2008 und 2009 war er allerdings zumindest teilweise der Wirtschaftskrise und dem damit verbundenen Einbruch des Güterverkehrs zuzuschreiben. Wieweit der Trend einer Verringerung der Verkehrsemissionen im Aufschwung anhält und sich damit die Emissionsentwicklung vom Wirtschaftswachstum im Verkehrssektor entkoppelt, bleibt abzuwarten. Erst eine kontinuierliche und vom Wirtschaftswachstum unabhängige Senkung der Emissionen ließe Rückschlüsse auf eine Zunahme der Energieeffizienz im Verkehrssektor und/oder auf eine Änderung im Verkehrsverhalten zu.

Abbildung 11: CO₂-Emissionen des Verkehrssektors


Q: Umweltbundesamt.

 Abbildung 12: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors im Vergleich zum BIP


Q: Umweltbundesamt (2011). – 1) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2000.

Im Zeitraum 1990/2009 stiegen die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen (+55%) etwas rascher als das Bruttoinlandsprodukt (+47%; Abbildung 12); dabei wuchsen die Emissionen des Güterverkehrs deutlich stärker als das BIP (+86%) und jene des Personenverkehrs auf der Straße leicht unterproportional (+40%).

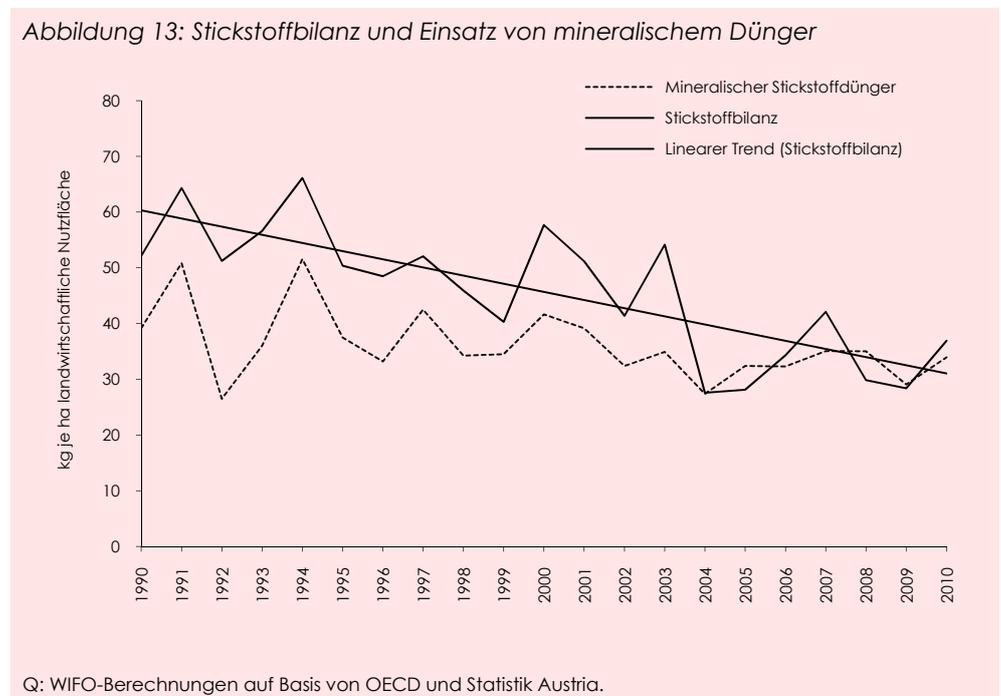
Die Stickstoffbilanz stellt die Menge des in der Landwirtschaft eingesetzten Stickstoffs dem Entzug durch landwirtschaftliche Nutzpflanzen gegenüber. Für 2010 ergibt sich ein Überschuss – in die Umwelt werden also mehr Nährstoffe eingebracht als entzogen. Ziel ist eine ausgeglichene Bilanz. Beobachtungen seit 1990 zeigen eine kontinuierliche Annäherung an dieses Ziel, d. h. der Bilanzüberschuss und die eingesetzten Düngermengen sinken, da auch die Verwendung von mineralischem Dünger ab-

Landwirtschaft

nimmt. In den letzten 20 Jahren wurde die Effizienz der Stickstoffdüngung in der österreichischen Landwirtschaft daher laufend gesteigert.

Die Methode für die Berechnung dieses Indikators wurde von der OECD entwickelt. Sie stellt die Inputs an Stickstoff (z. B. aus Mineraldüngern, Saatgut, Luftdeposition) den Outputs (Nährstoffe in Agrargütern und Nahrungsmitteln) gegenüber. Natürliche Stickstoffquellen (Dung von Nutztieren, Nährstofffixierung von Leguminosen) gehen ebenfalls in die Rechnung ein. Der Verlauf der Bilanz wird kurzfristig von Ertragschwankungen im Pflanzenbau und dem Einsatz an mineralischem Dünger bestimmt.

Bestimmend für den langfristig rückläufigen Trend sind, neben einer Ausweitung der biologisch bewirtschafteten Flächen, eine verbesserte Qualität der Dünger, effizientere Ausbringungstechnik, höhere Ausbildung der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft und umweltpolitische Maßnahmen wie das Agrarumweltprogramm ÖPUL mit spezifischen Maßnahmen in Regionen mit hoher Belastung des Grundwassers mit Stickstoffverbindungen. Die Entwicklung der Stickstoffbilanz entspricht den ökonomischen Erwartungen: In Phasen sinkender Outputpreise ist mit einer Abnahme des Einsatzes von mineralischem Dünger zu rechnen. Im Jahr 2010 waren die Erzeugerpreise pflanzlicher Produkte um knapp 20% höher als 2009, daher wurde der Einsatz von Mineraldünger gesteigert.



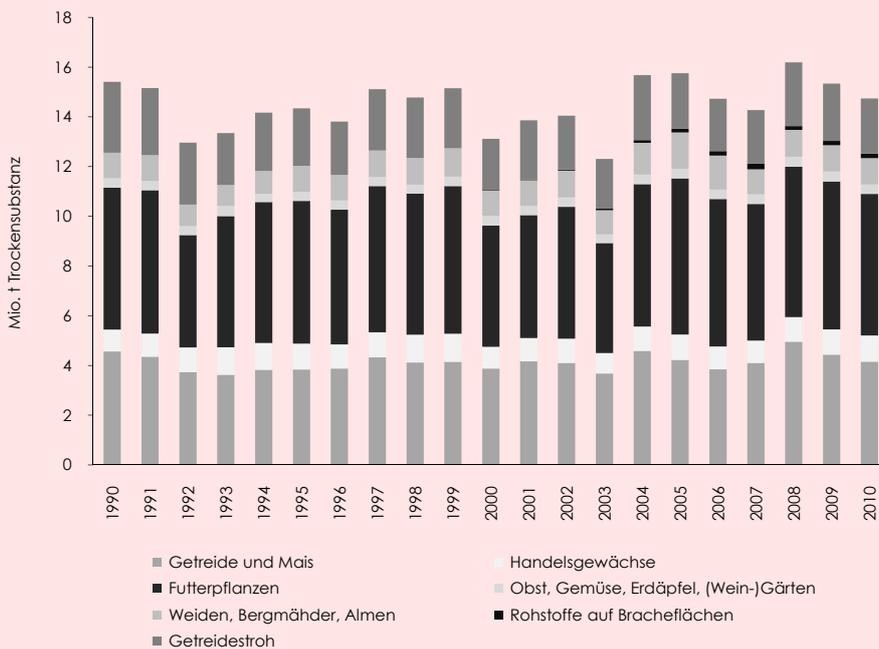
Grundlage der Landwirtschaft ist die Produktion von Nutzpflanzen. Die Ernteprodukte werden als Nahrungsmittel, als Futtermittel und für die stoffliche und energetische Verwertung eingesetzt. Daher ist die Produktion von Biomasse ein zentraler Indikator für die Fähigkeit des Agrarsektors, Inputs für nachgelagerte Sektoren bereitzustellen. Die langfristige Entwicklung der Biomasseproduktion hängt neben der Flächenverfügbarkeit und der Entwicklung der Produktivität von den Investitionen der Landwirtschaft ab. Kurzfristig beeinflusst das Wetter die Erntemenge entscheidend. 2010 war die geerntete Biomassemenge, gemessen an der Trockensubstanz nach Abzug von Ernte- und Lagerverlusten, neuerlich etwas niedriger als im Vorjahr. Damit entsprach die Produktion mit etwas über 14 Mio. t trockene Biomasse insgesamt dem langjährigen Durchschnitt.

In Österreich verringert sich die landwirtschaftlich genutzte Fläche kontinuierlich. Bisher wurde die dadurch bedingte Ernteabnahme durch Produktivitätsfortschritte gerade noch ausgeglichen. Im Jahr 2008 wurde in der EU die Verpflichtung zur Stilllegung von Ackerflächen als Voraussetzung für den Bezug von Förderbeiträgen ausgesetzt, durch die Health-Check-Reform im selben Jahr wurde diese Verpflichtung

beseitigt. In der Folge wurde die Getreidefläche in Österreich um rund 30.000 ha ausgeweitet.

Die energetische Nutzung von Biomasse aus heimischer Produktion kann, abgesehen von solchen Einmaleffekten, auf unterschiedlichen Wegen erhöht werden: Werden Nebenprodukte wie Stroh oder Abfälle wie Gülle verwendet, dann besteht keine Nahrungskonkurrenz, wohl aber wenn Getreide, Ölrüchte und Zuckerrüben ("Handelsgewächse") dazu herangezogen werden. Diese Konkurrenz zwischen der Verwendung landwirtschaftlicher Produkte zur Energieerzeugung und als Nahrungsmittel kann in einigen Bereichen verringert werden, wenn etwa das Nebenprodukt Eiweiß aus der Ethanol- oder Pflanzenölproduktion für die Fütterung verwendet wird, wie dies in Österreich der Fall ist.

Abbildung 14: Produktion von wirtschaftlich nutzbarer Biomasse in der Landwirtschaft



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis von *Buchgraber et al.* (2003), DLG-Futterwerttabelle, *Resch* (2007), Statistik Austria. 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.

Gemäß der im Jahr 1992 abgeschlossenen UNO-Konvention zur biologischen Vielfalt versteht man unter Biodiversität "die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme" (Art. 2.1)³⁾. Kurz gefasst soll die Konvention die unterzeichnenden Länder verpflichten, Maßnahmen zur Erhaltung der Artenvielfalt, der genetischen Vielfalt und der Vielfalt von Ökosystemen zu setzen.

Der Konferenz in Rio de Janeiro, bei der diese Konvention verabschiedet wurde, war der "Brundtland-Bericht" vorangegangen, der das Konzept der nachhaltigen Entwicklung postuliert: "Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können" (*Brundtland – Agnelli – Hauff*, 1987). Diese De-

Überlegungen zur Messung und Bewertung von biologischer Vielfalt

³⁾ Übersetzung laut Schweizer Bundesrat.

definition hat nicht nur in der allgemeinen umweltpolitischen Diskussion große Bedeutung gewonnen, sondern wird auch häufig in der ökonomischen Literatur als Referenz herangezogen.

Als Richtschnur (wirtschafts-)politischen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung sollte etwa gemäß OECD (2011) nicht ein einzelner Indikator gelten (etwa das Bruttoinlandsprodukt), sondern eine Reihe von Maßzahlen, in die die materiellen Lebensbedingungen, Lebens- und Umweltqualität, persönliche Sicherheit und subjektives Wohlbefinden einfließen (siehe Kasten).

Zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung komplementäre Wohlfahrtsmaße

In einer ausführlichen Reflexion zum 2009 veröffentlichten Bericht der Kommission zur Messung des wirtschaftlichen Erfolges und des sozialen Fortschrittes diskutieren Stiglitz – Sen – Fitoussi (2009B), welche Kennzahlen auf dem "Armaturenbrett der Wirtschaftspolitik" ergänzt werden sollten, auf dem bisher häufig bloß das Bruttoinlandsprodukt anzutreffen war. Sie plädieren für einen pragmatischen Zugang, der Indikatoren zum gesamten gesellschaftlichen Vermögen (einschließlich des natürlichen, sozialen und menschengemachten Kapitals) zum Messen der Wohlfahrt verwendet. Diese Kennzahlen sollten mit sorgfältig ausgewählten physischen Indikatoren kombiniert werden. Auf diese Weise kann ein Zuviel an Konsum in einer Periode zulasten des Konsums in künftigen Perioden gemessen werden.

Die Kommission kommt zu folgenden Empfehlungen:

- Eine umfassende Messung der materiellen und immateriellen Lebensqualität benötigt wohldefinierte Indikatoren der Nachhaltigkeit.
- Gemessen werden sollten Änderungen von "Beständen".
- Ein monetärer Index der Nachhaltigkeit ist zweckmäßig, sollte sich aber unter den vorliegenden Bedingungen im Wesentlichen auf rein wirtschaftliche Aspekte der Nachhaltigkeit beschränken.
- Die Umweltaspekte der Nachhaltigkeit erfordern eine unabhängige Behandlung auf der Basis von sorgfältig ausgewählten physischen Indikatoren.

Diese Empfehlungen basieren auf der Erkenntnis, dass sich die Messung von Nachhaltigkeit grundlegend von der üblichen Statistik unterscheidet. Man benötigt u. a. nicht bloße Beobachtungen der Ist-Situation von Indikatoren, sondern auch Projektionen, um der Nachhaltigkeit gerecht zu werden. Eine retrospektive Sicht und Feststellung des Status-Quo reicht also nicht aus. Darüber hinaus ist das Wissen über die Zusammenhänge von Wirtschaft und natürlicher Umwelt nötig, um die langfristigen Effekte berücksichtigen zu können.

Der Schutz der Artenvielfalt ist demnach als ein Bestandteil der nachhaltigen Entwicklung anzusehen. Eine umfassende, systematische Erfassung der Biodiversität als Grundlage für die Bewertung der Nachhaltigkeit liegt bislang nicht vor. Der Aspekt wird jedoch in einzelnen Indikatorensystemen prinzipiell berücksichtigt; so enthalten die EU-Indikatoren für nachhaltige Entwicklung im Bereich "Natürliche Ressourcen" den Indikator "Angemessenheit der designierten Gebiete unter der EU-Habitatsrichtlinie"⁴⁾.

Zum Status der Biodiversität werden in Österreich im Rahmen eines laufenden Monitorings eine große Zahl von Indikatoren im Zusammenhang mit der biologischen Vielfalt beobachtet. Ausgewählte Ergebnisse zeigen folgenden Befund (*Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*, 2010)⁵⁾:

- In Österreich gedeihen etwa 2.950 Arten von Gefäßpflanzen. Diese gemessen an der Größe des Landes hohe Zahl ist vor allem auf die Vielfalt der unterschiedlichen Lebensräume zurückzuführen.

⁴⁾ <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/indicators/theme8>.

⁵⁾ Vgl. auch <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz>.

- Von dieser Zahl können 1.187 (40%) einer Gefährdungskategorie zugeordnet werden. Davon sind 36 Arten in der Natur nicht mehr anzutreffen, 172 Arten gelten als vom Aussterben bedroht. 40% der Pflanzenarten sind einer Gefährdungskategorie zugeordnet. Im mitteleuropäischen Vergleich weist Österreich damit eine überdurchschnittlich große Zahl gefährdeter Pflanzenarten auf.
- Die meisten gefährdeten Pflanzenarten sind auf nährstoffarmes, trockenes und feuchtes Magergrünland, auf Moore und auf extensiv genutzte Äcker angewiesen.
- Der Anteil der vom Aussterben gefährdeten Tierarten ist in Österreich unter den Vögeln mit 14% am höchsten.

Wie die Ergebnisse der ökologischen Forschung zeigen, kann das (Über-)Leben der Arten nur gewährleistet werden, wenn die den Arten entsprechenden Lebensräume verfügbar und in gutem Zustand sind. Damit lässt sich ein methodischer Zugang finden, der den Ansprüchen von *Stiglitz – Sen – Fitoussi* (2009A) gerecht werden kann, nämlich die Projektion über Veränderungen von Biodiversität. Aus der Veränderung der Landnutzung können Rückschlüsse gezogen werden, ob und in welchem Ausmaß eine Verschlechterung eintritt. Um eine Verschlechterung zu vermeiden, wurden große Räume in Österreich unter Naturschutz gestellt. Unter europarechtlichem Schutz (verordnete Natura-2000-Gebiete) stehen 13,8% des Staatsgebietes, weitere Gebietskulissen sind durch Naturschutzaufgaben geschützt (Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Nationalparks, Naturparks und andere Schutzgebiete)⁶.

Anhaltspunkte für Veränderungen auf den übrigen Flächen, welche die Biodiversität gefährden könnten, liefern die Agrarstatistik, die Waldzustandserhebung (*Geburek et al.*, 2010) und das laufende Nachhaltigkeitsmonitoring des *Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft* (2010). Die versiegelte Fläche (Straßen- und Bahnanlagen, Gebäudeflächen und befestigte Flächen) betrug im Jahr 2008 etwa 4.416 km² bzw. etwa 2,3% des Staatsgebietes. Wegen der topographischen Bedingungen stehen jedoch lediglich 37% der Gesamtfläche Österreichs als Dauersiedlungsraum für Landwirtschaft, Siedlungszwecke und Verkehr zur Verfügung. Bezogen auf den Dauersiedlungsraum nehmen die versiegelten Flächen mehr als 6% ein (am höchsten in Wien und den alpinen Bundesländern Vorarlberg mit 8,0%, Tirol mit 8,6% und Salzburg mit 7,3%). Von 1995 bis 2011 erhöhte sich die versiegelte Fläche österreichweit um mehr als 170%.

Gemäß der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie soll die Zunahme der versiegelten Fläche auf 1 ha pro Tag in ganz Österreich begrenzt sein. Tatsächlich erreicht die Versiegelung mehr als 8 ha pro Tag. Nicht nur die Versiegelung der Fläche hat schwerwiegende Folgen für die Biodiversität: Verkehrswege bilden für zahlreiche Arten Barrieren, die die Mobilität deutlich einschränken, wenn nicht verhindern. Daher ist für die Biodiversität nicht bloß das Ausmaß der versiegelten Fläche entscheidend, sondern auch die lineare Ausbreitung über die Fläche.

Auf der Basis dieser umfassenden Erhebungen sind zuverlässige Rückschlüsse über die Veränderung der Artenzusammensetzung aufgrund von Änderungen der Landnutzung möglich. Da die Intensität der Landnutzung stark von der Wirtschaftsaktivität abhängt, kann der Einfluss auf die Biodiversität bestimmt werden, wenn der funktionale Zusammenhang geklärt ist. Derzeit liegen dazu für Österreich noch keine abschließenden Befunde vor; gemäß ersten Ergebnissen aus dem Forstbereich (*Geburek et al.*, 2010) reagieren aber Indizes zur Messung von Biodiversität systematisch auf Änderungen, die vom Menschen induziert wurden. In weiterer Folge sollen durch die interdisziplinäre Kooperation von Ökologie und Ökonomie die Auswirkungen der Wirtschaftsaktivität auf die Biodiversität nicht nur wie bisher ex post, sondern auch ex ante quantifiziert werden können.

⁶) Vgl. <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/sg>.

Literaturhinweise

- Brundtland, G. H., Agnelli, S., Hauff, V. (Hrsg.), *Unsere gemeinsame Zukunft*, Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Eggenkamp, Greve, 1987.
- 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, *Indikatoren-Bericht zur Biodiversität in Österreich*, Wien, 2010.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, *Indikatorenbericht MONE*, Wien, 2011.
- Europäische Kommission, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, Brüssel, 2008.
- European Environment Agency, "Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990-2009 and Inventory Report 2011", Technical Report, 2011, (2).
- Geburek, T., Milasowszky, N., Frank, G., Konrad, H., Schadauer, K., "The Austrian Forest Biodiversity Index: All in One", *Ecological Indicators*, 2010, 10, S. 753-761.
- Hamilton, K., Ruta, G., Bolt, K., Markandya, A., Pedrosa-Galinato, S., Silva, P., Ordoubadi, M. S., Lange, G.-M., Tajibaeva, L., *Where is the Wealth of Nations?*, The World Bank, Washington D.C., 2006.
- Kettner, C., Kletzan-Slamanig, D., Köppl, A., Kratena, K., Meyer, I., Sinabell, F., "Klimawandel und Energiewirtschaft: Schlüsselindikatoren und komplementäre Ansätze zur Messung von Nachhaltigkeit", *WIFO-Monatsberichte*, 2010, 83(7), S. 617-635, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/40118>.
- Kletzan, D., Köppl, A., Meyer, I., Sinabell, F., "Klimawandel und Energiewirtschaft: Schlüsselindikatoren und umweltökonomische Instrumente", *WIFO-Monatsberichte*, 2008, 81(7), S. 519-536, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/32922>.
- Kletzan-Slamanig, D., Köppl, A., Kratena, K., Meyer, I., Sinabell, F., "Klimawandel und Energiewirtschaft: Schlüsselindikatoren und Auswirkungen der Wirtschaftskrise", *WIFO-Monatsberichte*, 2009, 82(7), S. 505-523, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/36265>.
- OECD, *Compendium of OECD Well-being Indicators*, OECD Publishing, Paris, 2011.
- Scheiblecker, M., et al., "Österreichs Wirtschaft im Jahr 2009: Schwerste Krise seit über 60 Jahren", *WIFO-Monatsberichte*, 2011, 84(4), S. 235-316, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/39164>.
- Stiglitz, J. E., Sen, A. K., Fitoussi, J.-P. (2009A), *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*, 2009, <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr>.
- Stiglitz, J. E., Sen, A. K., Fitoussi, J.-P. (2009B), *The Measurement of Economic Performance and Social Progress Revisited – Reflections and Overview*, 2009, <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/overview-eng.pdf>.
- Umweltbundesamt, *Österreichische Luftschadstoffinventur 2010*, Wien, 2011.
- Wackernagel, M., Schulz, N. B., Deumling, D., Callejas Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., Randers, J., "Tracking the Ecological Overshoot of the Human Economy", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2002, S. 9266-9271.

Climate Change and Energy Economics: Key Indicators and Approaches to Measuring Biodiversity – Summary

WIFO proceeds to put forward a series of key indicators on the development of greenhouse gas emissions, energy use and energy consumption employing the latest available data of 2009. Thus, indicators reflect the impact of the 2008-09 international economic and financial crisis. Thereafter, in 2009 greenhouse gas emissions decreased by a remarkable 7.9 percent with respect to the previous year. Gross domestic consumption of energy receded by 5 percent while renewable energy consumption grew by 2.9 percent. In contrast, real GDP dropped by 3.9 percent. In Austria, the energy-intensive industrial production and freight traffic have been most affected by the economic crisis. Given the UN international year of biodiversity in 2010, this edition of indicators is complemented by a focal point on quantifying biodiversity.