

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

Klimawandel und Energiewirtschaft: Schlüsselindikatoren und Auswirkungen der Wirtschaftskrise

Zum zweiten Mal legt das WIFO heuer eine Reihe von Schlüsselindikatoren vor, die über die Trends und Entwicklungen in den Bereichen Klimawandel, Energieversorgung und Wirtschaft in Österreich in transparenter und leicht zugänglicher Form informieren sollen. Das WIFO unterstreicht damit die Dringlichkeit einer Umkehr des steigenden Trends der Treibhausgasemissionen, d. h. einer "Dekarbonisierung" des Energiesystems zum Schutz des Klimas. Die aktuelle Wirtschaftskrise dämpft das Wachstum der Investitionen in die Nutzung erneuerbarer Energieträger und in eine Steigerung der Energieeffizienz, während diese für eine drastische Senkung der Treibhausgasemissionen in wesentlich höherem Ausmaß als bisher erforderlich wären. Großteils konzentrieren sich die Konjunkturbelebungsmaßnahmen darauf, den Wachstumspfad der Wirtschaft wie vor der Krise wieder zu erreichen. Die derzeitige Situation würde aber auch die Möglichkeit für eine umfassendere Transformation der Energiesysteme und einen nachhaltigeren Wachstumspfad bieten.

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

Mit den hier vorgelegten umweltökonomischen Indikatoren über klimarelevante Entwicklungen, relevante sozioökonomische Treiber sowie umweltpolitische Reaktionen setzt das WIFO seine Berichterstattung zum Themenkomplex Klimawandel, Wirtschaft und Energie für Österreich fort (Kletzan *et al.*, 2008). Das WIFO liefert damit Grundinformationen für die Analyse der Tragfähigkeit der Wirtschaftsaktivitäten und für die Evaluierung von Politikmaßnahmen zur Erreichung nationaler und internationaler umweltpolitischer Vorgaben. Die Indikatoren dienen darüber hinaus zur Information der Öffentlichkeit, um das Bewusstsein für die Entstehung und Vermeidung von klimarelevanten Emissionen und für die daraus resultierenden Umweltprobleme zu schärfen. Ein solches Bewusstsein ist eine der Voraussetzungen, um eine "Dekarbonisierung" des Energiesystems einer Volkswirtschaft voranzutreiben.

Als aktuelles klima- und energiebezogenes Schwerpunktthema befasst sich das WIFO zudem heuer mit den möglichen kurz- und langfristigen Auswirkungen der Wirtschaftskrise auf die erwünschte Transformation der klimarelevanten Energiesysteme hin zu einer weitgehend kohlenstofffreien Energieversorgung.

Aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Klimaforschung deuten darauf hin, dass die möglichen Auswirkungen des Klimawandels bisher unterschätzt wurden und die Erderwärmung mit stärkeren Klimaeffekten einhergeht (z. B. beschleunigtes Abschmelzen der grönländischen Gletscher und von Teilen der Antarktis und daraus resultierender beschleunigter Anstieg des Meeresspiegels); die Erderwärmung werde höher sein als bisher angenommen (Schellnhuber, 2008, Richardson *et al.*, 2009). Eine rasche und drastische Verringerung der vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen wird daher immer dringlicher. Das Ziel einer Obergrenze für die Erderwärmung von +2° Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau, wie von der EU verfolgt (Europäische Kommission, 2007) gilt noch als erreichbar, wenn die weltweiten Emissionen spätestens 2015 zu sinken beginnen und bis zum Jahr 2050 auf 15% bis

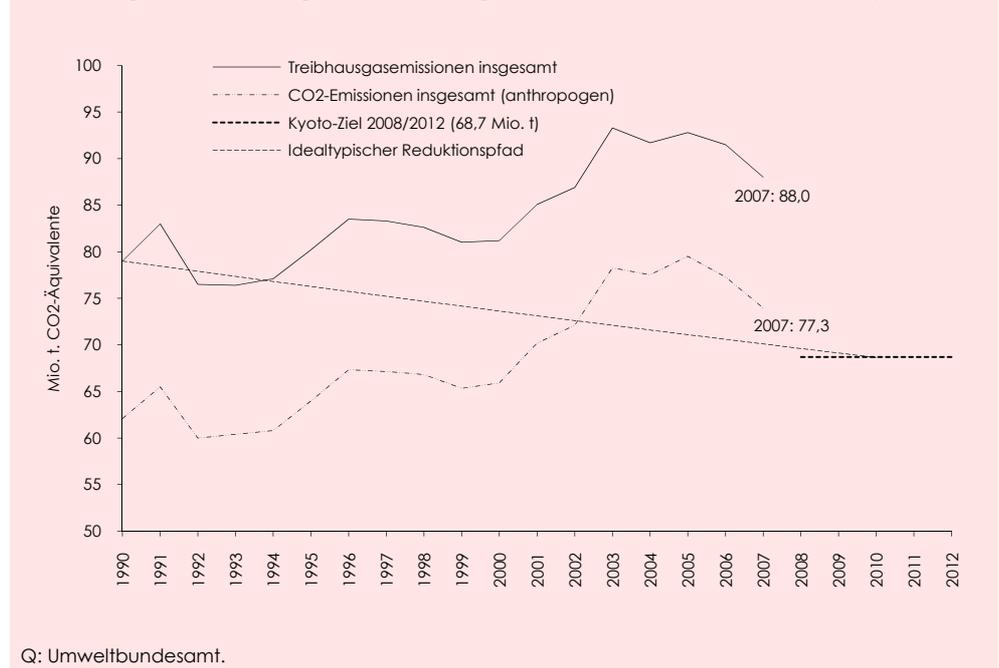
Klimarelevante Trends und Entwicklungen

Klima- und energie-relevante Schlüssel-indikatoren

50% des Wertes von 2000 gedrückt werden. Langfristig wird darüber hinaus eine Verringerung der Treibhausgaskonzentration erforderlich sein (Kromp-Kolb, 2009, Richardson et al., 2009). Vor diesem Hintergrund ist die Eindämmung des anthropogenen Klimawandels mehr denn je eine zentrale umweltpolitische Aufgabe und sollte darüber hinaus ein integrativer Bestandteil der Energie-, Wirtschafts- und Verkehrspolitik werden. Die gegenwärtige Wirtschaftskrise bietet über die zur Konjunkturstützung eingesetzten fiskalpolitischen Mittel die Chance, den Wandel zu einer kohlenstofffreien Energiewirtschaft zu forcieren. Zugleich darf sie angesichts des kurzen Zeitfensters, das zur Trendwende in der Energieerzeugung und -nutzung zur Verfügung steht, nicht als Argument für einen Aufschub von klimapolitischen Maßnahmen herangezogen werden.

Die Treibhausgasemissionen (neben Kohlendioxid auch Methan, Lachgas, Fluorkohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid) stiegen in Österreich von 1990 (dem Kyoto-Referenzjahr) bis zum Jahr 2007 um 11% von 79 Mio. t auf 88 Mio. t (Abbildung 1). Die CO₂-Emissionen erhöhten sich im selben Zeitraum um 19% von 62,1 Mio. t auf knapp 74 Mio. t. Mit 84% der gesamten Treibhausgasemissionen stellen die CO₂-Emissionen den weitaus größten Anteil. Die Entwicklung der Emissionen entfernte sich in Österreich bis zum Jahr 2003 immer mehr von der Vorgabe des Kyoto-Ziels einer Verringerung der Emissionen um 13% im Durchschnitt der Jahre 2008/2012. In den letzten Jahren waren eine Stabilisierung und schließlich eine Abnahme der Emissionen zu erkennen. Wie im Jahr 2007 ging der Erdöl- und Gasverbrauch – nach vorläufigen Daten – auch im Jahr 2008 erheblich zurück. Diese Entwicklung lässt sich sowohl auf das milde Wetter in der Heizperiode 2007 und 2008 als auch auf den Anstieg der Energiepreise¹⁾ zurückführen. Allerdings ist wegen der Ausweitung der Stromproduktion in Wärmekraftwerken mit einer Zunahme der energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2008 zu rechnen (Steindl et al., 2009).

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

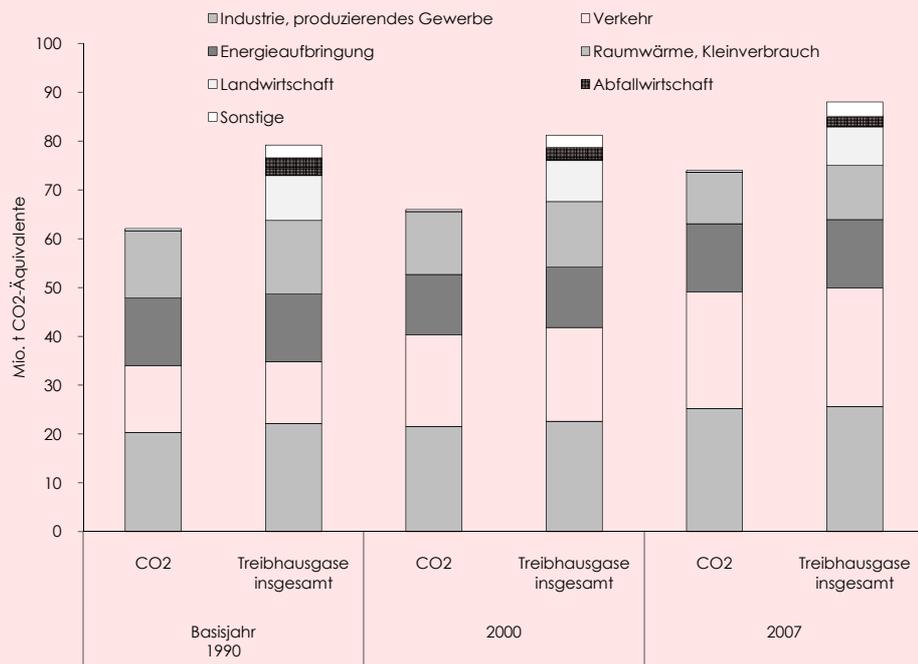


Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen waren im Jahr 2007 die Industrie und das produzierende Gewerbe (29,1%), der Verkehr (27,6%), die Energieaufbringung (15,9%), Erzeugung von Raumwärme und Kleinverbrauch (12,6%) sowie die Landwirtschaft (9%; Abbildung 2). Auf die Abfallwirtschaft entfielen 2,5% und auf die sonstigen Emissionen (vor allem fluoridierte Gase) 3,3%. Nicht-CO₂-Treibhausgase werden vorwiegend in der Landwirtschaft und der Abfallwirtschaft (Mülldeponien) produziert.

¹⁾ Der Erdölpreis stieg auf Dollarbasis 2008 das sechste Jahr in Folge (+33,8%); aufgrund der gleichzeitigen Aufwertung des Euro gegenüber dem Dollar betrug die Verteuerung in Euro jedoch nur 23,5%.

Abbildung 2: Verursacher der Treibhausgasemissionen

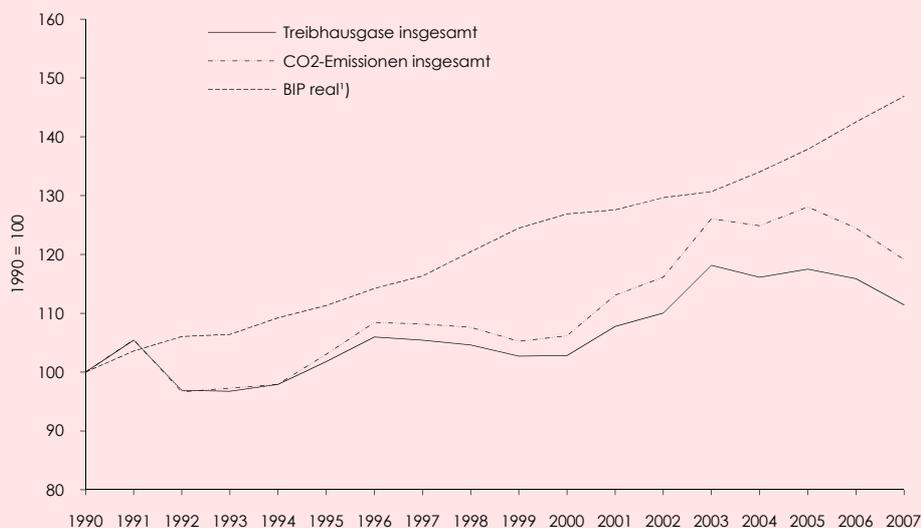
1990/2007



Q: Umweltbundesamt.

Die Emissionen des Sektors Verkehr wuchsen im Zeitraum 2000 bis 2007 mit +26,6% besonders deutlich und wesentlich dynamischer als die der Industrie und des produzierenden Gewerbe (+13%) sowie der Energieaufbringung (+13%). Die Erzeugung von Raumwärme und der Kleinverbrauch nahmen im Untersuchungszeitraum um 17% ab, ebenso die Emissionen der Landwirtschaft (-6%) und der Abfallwirtschaft (-18,5%). Die sonstigen Emissionen stiegen um 16%. Politikmaßnahmen zur Vermeidung von Emissionen sollten vornehmlich auf die großen Treibhausgasverursacher mit hoher Wachstumsdynamik abstellen, um eine möglichst substantielle Emissionsenkung zu erzielen.

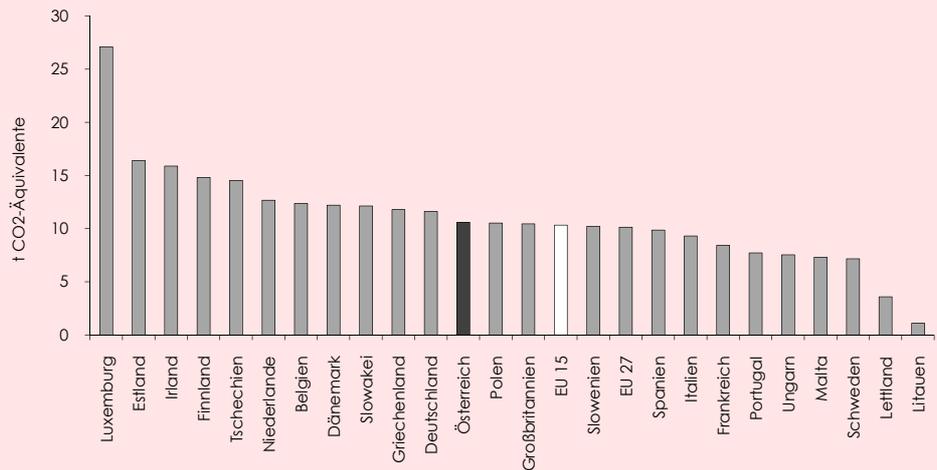
Abbildung 3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum BIP



Q: Umweltbundesamt, WIFO-Datenbank. – ¹) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2000.

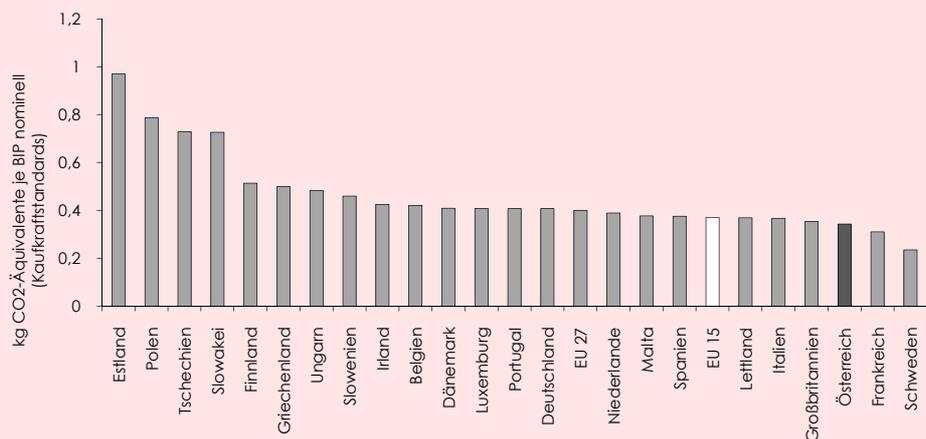
Im Zeitraum 1990 bis 2007 wuchs das reale BIP (auf der Basis von Vorjahrespreisen) um durchschnittlich 2,3% p. a., während die mittlere jährliche Wachstumsrate der Treibhausgasemissionen bzw. der CO₂-Emissionen 0,64% bzw. 1,03% betrug (Abbildung 3). Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen hat sich somit relativ vom Wirtschaftswachstum entkoppelt, und zwar in erster Linie durch eine Senkung der Nicht-CO₂-Emissionen im Sektor Landwirtschaft und Abfallwirtschaft sowie der CO₂-Emissionen im Raumwärmebereich.

Abbildung 4: Treibhausgasemissionen pro Kopf der Bevölkerung in der EU 2007



Q: Eurostat, WIFO-Berechnungen.

Abbildung 5: Treibhausgasintensität gemessen am BIP in der EU 2007



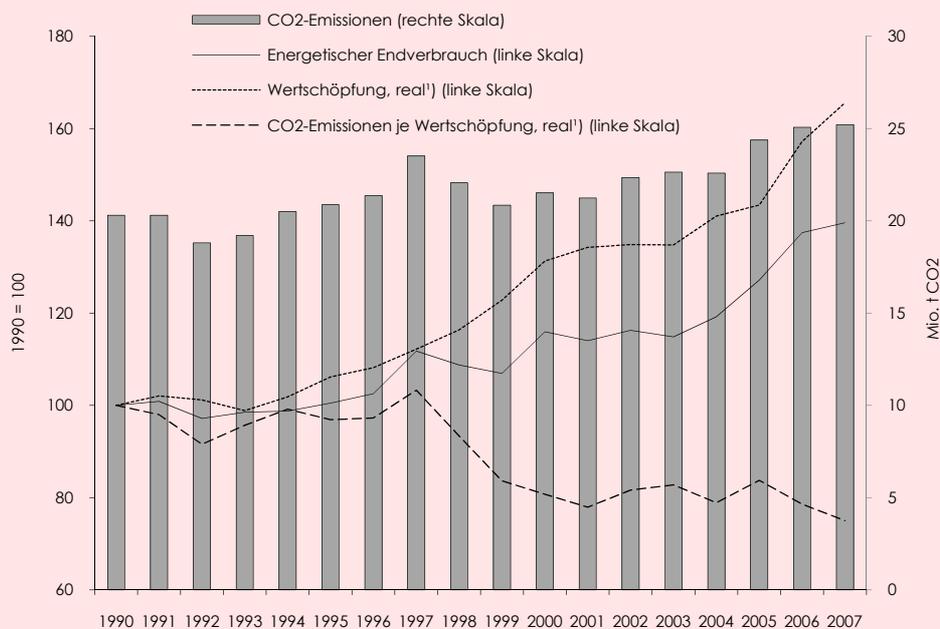
Q: Eurostat, WIFO-Berechnungen.

Die Treibhausgasemissionen pro Kopf der Bevölkerung lagen in Österreich 2007 mit 10,6 t CO₂-Äquivalenten leicht über dem Durchschnitt der EU 27 (10,1 t CO₂-Äquivalente) sowie der EU 15 (10,3 t CO₂-Äquivalente; Abbildung 4). Luxemburg verzeichnet mit Abstand den höchsten Pro-Kopf-Ausstoß (27,1 t CO₂-Äquivalente), wäh-

rend die niedrigsten Werte in Litauen (1,1 t), Lettland (3,6 t) und Schweden (7,2 t) gemessen wurden²⁾.

In Relation zum BIP (nominell, zu Kaufkraftparitäten) lagen die Treibhausgasemissionen in Österreich 2007 mit 0,34 kg CO₂-Äquivalente je Euro ähnlich wie in Schweden (0,23 kg je €) und Frankreich (0,31 kg je €) unter dem Durchschnitt der EU 27 (0,4 kg je €; Abbildung 5). Am höchsten war die Emissionsintensität in Estland (0,97 kg je €), Polen (0,79 kg je €) und Tschechien (0,73 kg je €).

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



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2007; WIFO-Datenbank. – ¹⁾ Sachgütererzeugung einschließlich Bergbau, zu Herstellungspreisen, Referenzjahr 2000.

In der Industrie hat die CO₂-Intensität der Produktion sinkende Tendenz; sie lag 2007 um 25% unter jener des Jahres 1990 (–1,7% p. a.; Abbildung 6). Nach einer Stagnation nach 2000 war 2006 erstmals ein Rückgang zu verzeichnen, der sich 2007 fortsetzte. Die reale Wertschöpfung und der energetische Endverbrauch wuchsen im selben Zeitraum um durchschnittlich 3% bzw. 2% p. a. Die Entwicklung der Industrieproduktion entkoppelt sich somit von jener der CO₂-Emissionen relativ seit Ende der neunziger Jahre, d. h. die Produktion wächst stärker als die Emissionen. Absolut nehmen die Emissionen aber weiterhin zu (2007 +0,6% gegenüber dem Vorjahr).

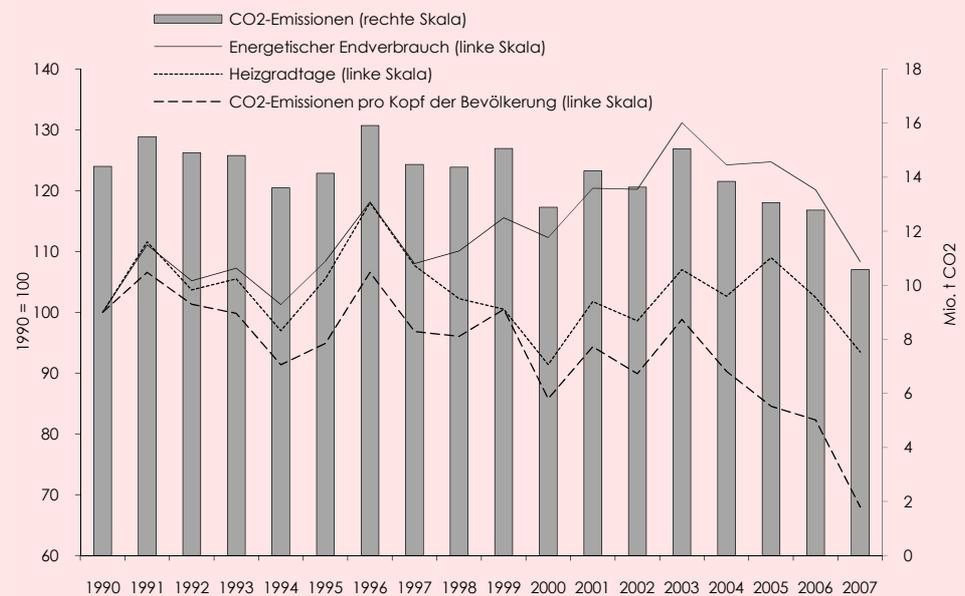
Die CO₂-Emissionen der privaten Haushalte sind weitgehend durch den Heizwärmebedarf bestimmt und schwanken entsprechend stark zwischen den Jahren (Abbildung 7). Absolut und pro Kopf der Bevölkerung haben sie seit 2004 sinkende Tendenz. Aufgrund der deutlichen Zunahme des Einsatzes von Fernwärme und erneuerbaren Energieträgern hatte der Anstieg des energetischen Endverbrauchs wie auch der Zahl der Wohnungen nicht eine entsprechende Erhöhung der CO₂-Emissionen zur Folge. Die Abnahme der CO₂-Emissionen der Haushalte in den Jahren 2006 und 2007 kann u. a. auf die geringere Zahl der Heizgradtage (besonders in der Heizperiode) zurückgeführt werden.

Die Emissionsintensität der Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung (gemessen in Tonnen CO₂ je TJ Elektrizität und Wärme) folgt – mit Ausnahme der Jahre mit geringer Stromproduktion aus Wasserkraft – einem sinkenden Trend (Durchschnitt 1990/2007 –1,2% p. a.) und lag 2007 um rund 18,5% unter dem Wert von 1990 (Abbildung 8). Die CO₂-Emissionen sind hier neben dem Heizwärmebedarf durch den Anteil der Was-

²⁾ Um die Treibhausgasemissionen bis 2050 auf rund 20 Gt pro Jahr zu stabilisieren, müssten sie im weltweiten Durchschnitt pro Kopf auf etwa 2 t im Jahr 2050 gesenkt werden (Stern, 2007).

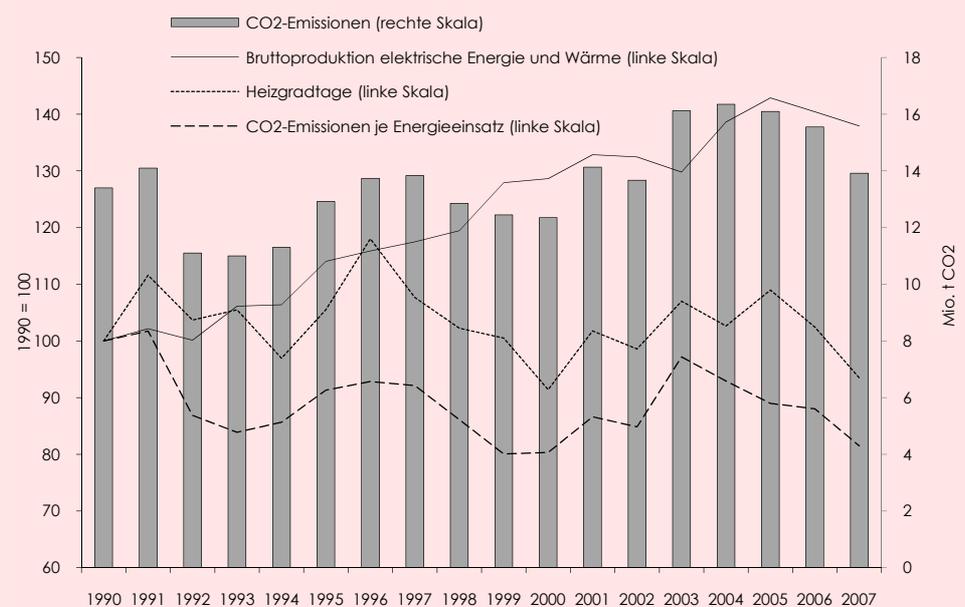
serkraft an der Elektrizitätserzeugung bestimmt. Die öffentlichen Energieversorgungsunternehmen steigerten ihre Produktion im Untersuchungszeitraum um knapp 37,9%. In den letzten Jahren sank das Verhältnis zwischen CO₂-Emissionen und Energieeinsatz, was zusammen mit einer Verringerung der Bruttoproduktion von Strom und Wärme einen Rückgang der CO₂-Emissionen bewirkte.

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



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2007; WIFO-Datenbank.

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

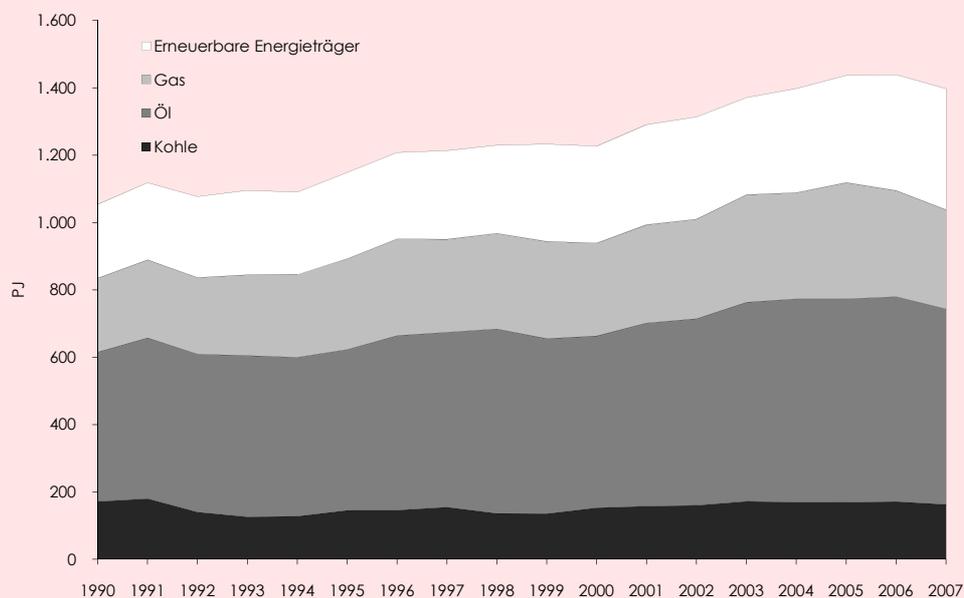


Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2007; WIFO-Datenbank.

Der Bruttoinlandsverbrauch an Energie nahm seit 1990 mit +33% deutlich zu (von 1.056 PJ auf 1.399 PJ, +1,7% p. a.; Abbildung 9). Dabei sank der Anteil fossiler Ener-

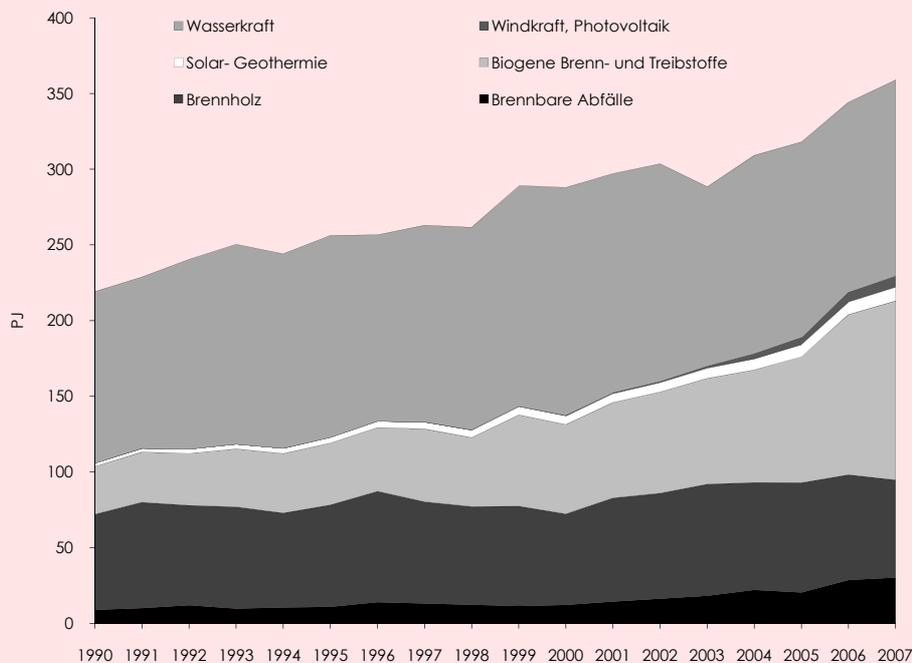
gieträger von 79% im Jahr 1990 auf 74,3% im Jahr 2007. Kohle (-0,31% p. a.) wurde durch Erdgas (+1,8% p. a.) und Erdöl (+1,6% p. a.) substituiert. Der Verbrauch von erneuerbaren Energieträgern wurde im Durchschnitt um 2,9% pro Jahr gesteigert; er stieg damit am stärksten unter allen Energieträgern und wuchs seit 1990 von 219 PJ auf 359 PJ im Jahr 2007 (+64%). Der Bruttoinlandsverbrauch ging im Jahr 2007 gegenüber dem Vorjahr um 2,9% zurück.

Abbildung 9: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern



Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2007.

Abbildung 10: Bruttoinlandsverbrauch an erneuerbaren Energieträgern



Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2007.

Auf die erneuerbaren Energieträger entfielen 2007 knapp 26% des Bruttoinlandsverbrauchs; dabei machten Wasserkraft mit 36%, biogene Brenn- und Treibstoffe mit 33% sowie Brennholz mit 18% den größten Anteil aus (Abbildung 10, Übersicht 1). Windkraft und Fotovoltaik sowie die Solar- und Geothermie trugen bisher nur 2% und 2,5% bei, weisen aber eine hohe Wachstumsdynamik auf. So stieg der Einsatz von Windkraft und Fotovoltaik im Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2007 um 62%, stärker als jener von brennbaren Abfällen (+14% p. a.), biogenen Brenn- und Treibstoffen (+10% p. a.) sowie der Solar- und Geothermie (+6,7%).

Übersicht 1: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern

	1990	Anteile in %	2007
Erneuerbare Energieträger	20,8		25,7
Kohle	16,3		11,6
Öl	42,1		41,5
Gas	20,8		21,1
Energieträger insgesamt	100,0		100,0
Brennbare Abfälle	4,1		8,4
Brennholz	28,8		18,0
Biogene Brenn- und Treibstoffe	14,4		33,0
Solar-, Geothermie	1,0		2,5
Windkraft, Fotovoltaik	0,0		2,0
Wasserkraft	51,7		36,1
Erneuerbare Energieträger insgesamt	100,0		100,0

Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2007; WIFO-Berechnungen.

Verkehr

Die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen erhöhten sich seit 1990 um etwa 79% auf 23,9 Mio. t im Jahr 2007 (Abbildung 11). Auf den Straßenverkehr entfielen 2007 rund 95% der Emissionen. Dabei erzeugte der Straßen-Personenverkehr weiterhin einen Großteil der gesamten verkehrsbedingten Emissionen (2007: 53%). Der Güterverkehr auf der Straße trug 42% der Emissionen bei, der sonstige Verkehr knapp 5%. Zum sonstigen Verkehr zählen der inländische Flugverkehr (Luftverkehr und Luftfracht), die Donauschifffahrt sowie Rohrleitungstransporte; seine CO₂-Emissionen nahmen zwischen 1990 und 2007 um 41% zu.

Übersicht 2: CO₂-Emissionen des Verkehrssektors

	1990	Anteile in %	2007
Personenverkehr Straße	63,3		53,0
Güterverkehr Straße	30,6		42,0
Sonstiger Verkehr	6,1		5,0

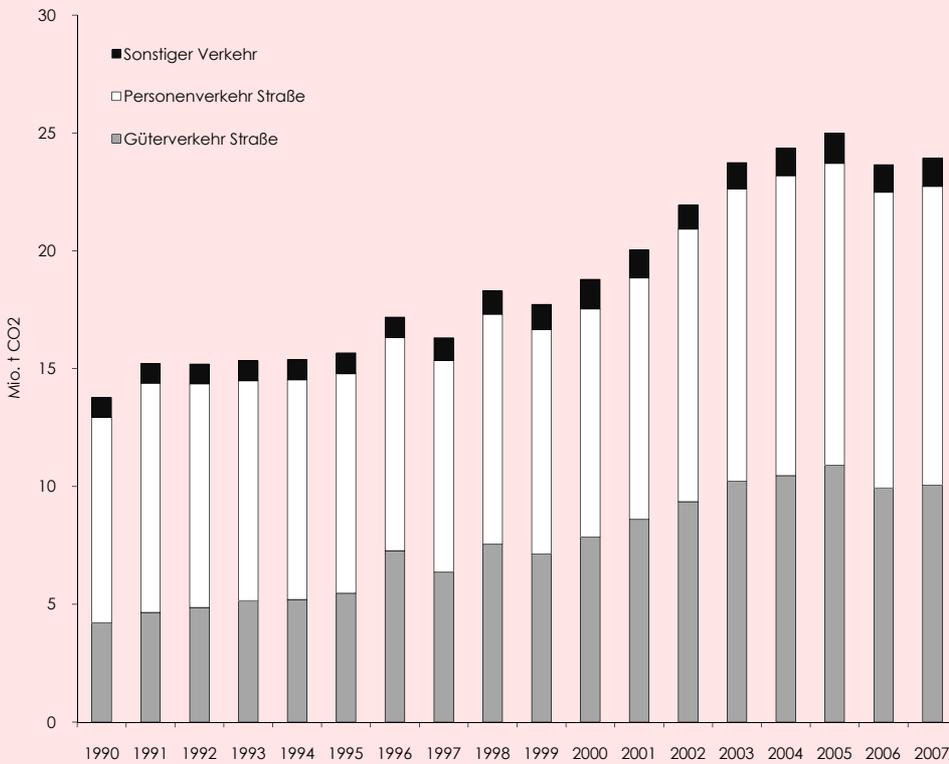
Q: Umweltbundesamt, WIFO-Berechnungen.

Im Jahr 2006 war erstmals seit 2000 ein Rückgang der Emissionen zu verzeichnen. Er hielt 2007 jedoch nicht an, die Emissionen des Verkehrssektors waren um 1,1% höher als im Vorjahr. Gemäß einer internationalen Konvention zur Emissionsbilanzierung werden in Österreich die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen auf der Basis der in Österreich verkauften Kraftstoffmengen berechnet. Diese müssen jedoch nicht notwendigerweise in Österreich verbraucht werden, vielmehr werden die Preisunterschiede gegenüber den Nachbarländern zum Export von Kraftstoffen ("Tanktourismus") genutzt, sodass ein Teil der zugehörigen Emissionen im Ausland anfällt.

Während die verkehrsbedingten Emissionen zwischen 1990 und 2007 um etwa 79% stiegen, wuchs das BIP um knapp 47%, d. h. der verkehrsbezogene Energieeinsatz pro Einheit des Bruttoinlandsproduktes erhöhte sich überproportional. Insbesondere die Emissionen des Güterverkehrs auf der Straße (+139%) sowie des Personenverkehrs auf der Straße mit Dieselfahrzeugen (+382%) nahmen kräftig zu, letztere zum Teil auch durch die Substitution von benzinbetriebenen durch Dieselfahrzeuge (Emissionen von Pkw mit Benzinmotor -21%). Im Verkehrssektor ist damit eine Entkoppelung der Emissionsentwicklung vom Wirtschaftswachstum noch nicht abzusehen. Der

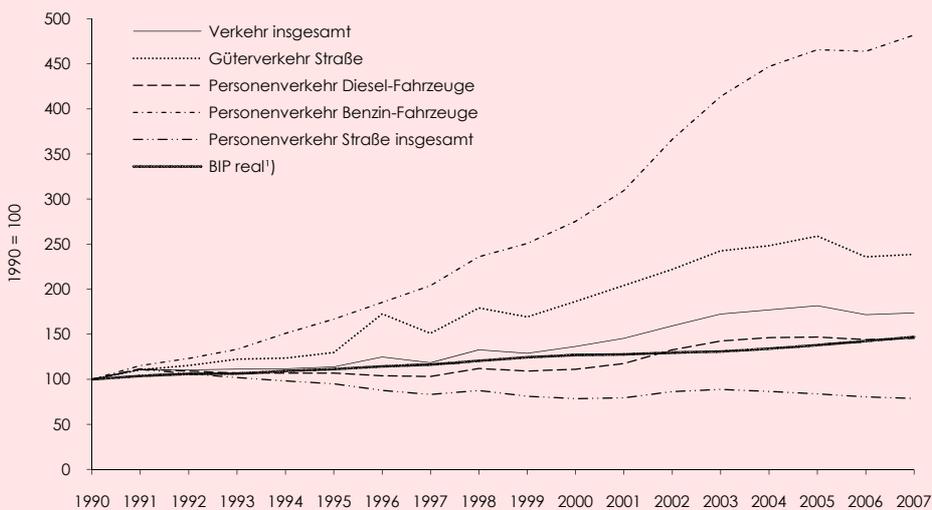
Trendbruch der CO₂-Emissionen des Güterverkehrs auf der Straße ist auf einen Rückgang der Kraftstoffnachfrage aus dem Ausland zurückzuführen, denn die Fahrleistung des Güterverkehrs im Inland nahm im Untersuchungszeitraum kontinuierlich zu.

Abbildung 11: CO₂-Emissionen des Verkehrssektors



Q: Umweltbundesamt.

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



Q: Umweltbundesamt, WIFO-Berechnungen. – ¹⁾ Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2000.

Auf den Pkw-Verkehr entfällt der größte Teil des Personenverkehrs (2007 knapp 70%; Übersicht 3). Dieser Anteil stieg seit 1990 (knapp 67%) ständig, während der Anteil der Bahn, des öffentlichen Personennahverkehrs und der nicht motorisierten Mobili-

tät zu Fuß und mit dem Fahrrad jeweils zurückging. Der Modal-Split verschob sich im Personenverkehr gemessen an den inländischen Verkehrsleistungen zugunsten von energieintensiveren Verkehrsformen.

Übersicht 3: Entwicklung des Modal-Split im Personenverkehr

	1990	Anteile in %	2007
Pkw	66,9		69,5
Bus	9,5		9,5
Motorrad	0,9		1,3
Bahn	10,7		9,2
Öffentlicher Personennahverkehr	3,4		3,7
Nicht motorisiert	8,6		6,8

Q: UBA, Grundlagen zur Österreichischen Luftschadstoffinventur 2008; WIFO-Berechnungen.

Übersicht 4: Entwicklung des Modal-Split im Güterverkehr

	1990	Anteile in %	2007
Straße	59,2		66,7
Schiene	35,6		29,4
Wasserstraße (Donau)	5,2		3,9

Q: UBA, Grundlagen zur Österreichischen Luftschadstoffinventur 2008; WIFO-Berechnungen.

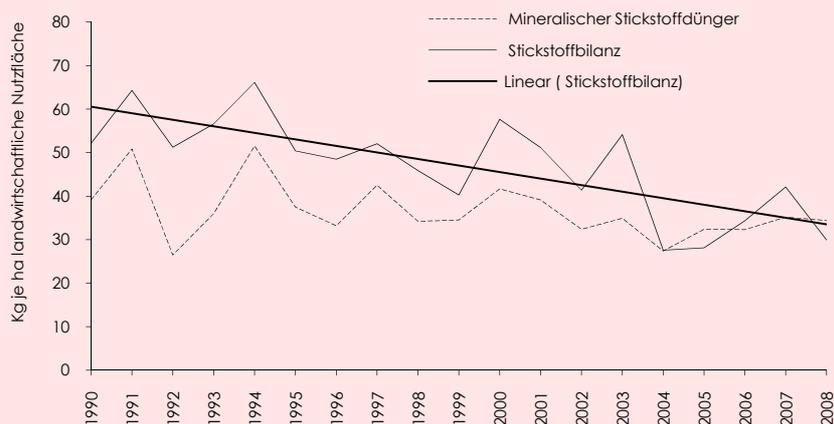
Der weitaus größte Teil der Gütertransporte wird auf der Straße abgewickelt (2007 knapp 67%), während auf die Schiene 29% und auf die Donau knapp 4% der Transportleistung entfallen. Auch hier verlagerte sich der Schwerpunkt weiter zur Straße (1990: 59%), und zwar im Wesentlichen zulasten der Bahn (1990: 36%; Übersicht 4).

Diese Entwicklung des Modal-Split im Personen- wie im Güterverkehr ist hinsichtlich der Energieeffizienz der Verkehrsträger negativ zu bewerten und sollte umgekehrt werden.

Landwirtschaft

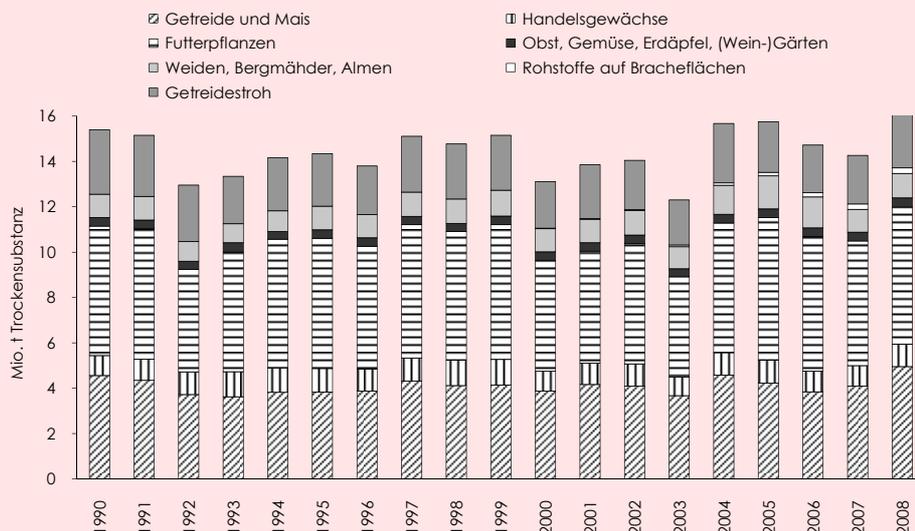
In der Stickstoffbilanz wird die Menge des in der Landwirtschaft eingesetzten Stickstoffs dem Entzug durch landwirtschaftliche Nutzpflanzen gegenübergestellt. Die nationale Stickstoffbilanz für 2008 zeigt einen Überschuss, in die Umwelt werden also mehr Nährstoffe eingebracht als entzogen. Ziel ist eine ausgeglichene Bilanz. Beobachtungen seit 1990 zeigen eine kontinuierliche Annäherung an dieses Ziel, d. h. die Bilanzüberschüsse und die eingesetzten Düngermengen sinken. In den letzten 20 Jahren wurde die Effizienz der Stickstoffdüngung in der österreichischen Landwirtschaft daher laufend gesteigert. Die für die Berechnung dieses Indikators verwendete Methode 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 Kulturpflanzen) gehen ebenfalls in die Rechnung ein. Der Verlauf der Bilanz wird kurzfristig von Ertragsschwankungen im Pflanzenbau und dem Einsatz an mineralischem Dünger bestimmt. Bestimmend für den langfristig rückläufigen Trend sind neben einer Ausweitung der biologisch bewirtschafteten Flächen auch der Rückgang der Preise von Agrargütern, eine verbesserte Qualität der Dünger, effizientere Ausbringungstechnik, höhere Ausbildung der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft und umweltpolitische Maßnahmen wie das Agrarumweltprogramm. Die Entwicklung der Stickstoffbilanz entspricht den ökonomischen Erwartungen: In Phasen sinkender Outputpreise ist mit einer Abnahme des Einsatzes von mineralischem Dünger zu rechnen. Dieser Trend dürfte sich im Jahr 2007 umgekehrt haben – die Preise wichtiger Agrargüter, aber auch die Kosten der Stickstoffdünger zogen an. Inzwischen gaben die Preise der Agrargüter wieder nach, die Düngerpreise sind jedoch nach wie vor hoch. Diese Entwicklung ließ eine weitere Abnahme der Stickstoffüberschüsse erwarten. Die Ergebnisse des Jahres 2008 bestätigten diese Erwartung.

Abbildung 13: Stickstoffbilanz und Einsatz von mineralischem Dünger



Q: WIFO-Berechnungen auf Basis von OECD und Statistik Austria.

Abbildung 14: Produktion von wirtschaftlich nutzbarer Biomasse in der Landwirtschaft



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

Die Produktion von Nutzpflanzen ist die Grundlage der Landwirtschaft, die Ernteprodukte können für verschiedenste Zwecke eingesetzt werden (Nahrungsmittel, Futtermittel, stoffliche und energetische Verwertung). Das Wetter beeinflusst die Erntemenge pro Jahr entscheidend. 2008 war die geerntete Biomassemenge, gemessen an der Trockensubstanz nach Abzug von Ernte- und Lagerverlusten, deutlich höher als im Vorjahr. Bis dahin hatte die Produktion insgesamt im langjährigen Durchschnitt bei etwas über 14 Mio. t trockene Biomasse stagniert, obwohl die Erntemenge je Hektar für viele Produkte merklich zunahm. Dies war vor allem auf die kontinuierliche Abnahme der landwirtschaftlich genutzten Fläche zurückzuführen. Durch den Produktivitätsfortschritt wurde die durch den Flächenrückgang bedingte Ernteabnahme gerade noch ausgeglichen. Im Jahr 2008 wurde in der EU die Verpflichtung zur Stilllegung von Ackerflächen als Voraussetzung für den Bezug von Förderbeiträgen ausgesetzt. In der Folge wurde die Getreidefläche um rund 30.000 ha ausgeweitet. Die energetische Nutzung von Biomasse aus heimischer Produktion kann, abgesehen von diesem Einmaleffekt, auf unterschiedlichen Wegen erhöht werden: Werden

Nebenprodukte wie Stroh oder Abfälle wie Gülle verwendet, dann besteht keine Nahrungskonkurrenz, wohl aber wenn Getreide, Ölfrüchte 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 ist³⁾.

Auswirkungen der Wirtschaftskrise

Die Verlangsamung des Wirtschaftswachstums und die Maßnahmen zur Konjunkturbelebung haben in Hinblick auf ihre Umweltwirkungen mehrere Dimensionen. Ein kurzfristiger und transitorischer Effekt resultiert aus dem direkten Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch. Die Gesamtwirtschaft setzt im Abschwung eine geringere Energiemenge ein und erzeugt weniger Emissionen, allerdings sinkt die Energie- und Emissionsintensität je Outputeinheit nicht. Vielmehr besteht die Gefahr, dass die mittel- und langfristigen Herausforderungen wie Klimawandel und beschränkte Verfügbarkeit von (billiger) Energie und anderer Ressourcen aufgrund der kurzfristigen wirtschaftlichen Probleme in den Hintergrund gedrängt werden.

In der wirtschaftspolitischen Diskussion und Umsetzung stehen Maßnahmen zur Wiederherstellung des "Business as usual", d. h. ein Wiedererreichen des Wachstumspfad und der Strukturen wie vor der Krise deutlich im Vordergrund. Hingegen sollte ein Maßnahmenmix gewählt werden, der die Erholung der Wirtschaft mit den mittel- und langfristigen Herausforderungen in Einklang bringt.

Potentielle Auswirkungen der Wirtschaftskrise auf die Umwelt

Kurzfristige Umweltwirkungen

- Dämpfung des Energieverbrauchs
- Senkung der Emissionen

Umwelt- und Klimapolitik wird aufgrund kurzfristiger Probleme zurückgedrängt
Window of Opportunity für grundlegende Struktur- und Systemänderungen

Die internationale Forschung zum Klimawandel (IPCC, 2007, Stern et al., 2006) wie auch internationale Organisationen (International Energy Agency, 2008) belegen die Notwendigkeit grundlegender Strukturänderungen in den Wirtschafts- und Energiesystemen, um die Erderwärmung bis zum Ende dieses Jahrhunderts auf 2° Celsius⁴⁾ zu beschränken und damit auch die Auswirkungen auf Ökosysteme, Nahrungsmittelproduktion, Wasserversorgung, Gesundheit und Wirtschaftsentwicklung. Das entspricht einer Konzentration an Treibhausgasen von etwa 450 ppm CO_{2e} in der Atmosphäre (2007: 436 ppm CO_{2e})⁵⁾. In diesem Sinn könnte die Wirtschaftskrise als "Window of Opportunity" angesehen werden, um mit der wirtschaftspolitischen Reaktion entsprechende Struktur- und Systemänderungen anzustoßen. Das im Dezember 2008 von der EU angenommene Energie- und Klimapaket (Europäische Kommission, 2008) mit Zielen bis zum Jahr 2020 kann als Rahmen für den ökonomischen Wandel gesehen werden. In der Klimaforschung herrscht weitgehende Übereinstimmung, dass die vorherrschenden ökonomischen Strukturen nicht geeignet sind, bis 2020 EU-weit eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 20% und eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Endverbrauch um 20% zu erreichen. Die Ziele erfordern radikalere technologische Innovationen, die insbesondere die technologische Pfadabhängigkeit und Lock-in-Effekte der kohlenstoffabhängigen Wirtschaft durchbrechen.

Bisherig zeigen sich kurzfristige Auswirkungen der Wirtschaftskrise auf die Umwelt in Form eines Rückgangs des Energieverbrauchs angesichts der ungünstigen Wachs-

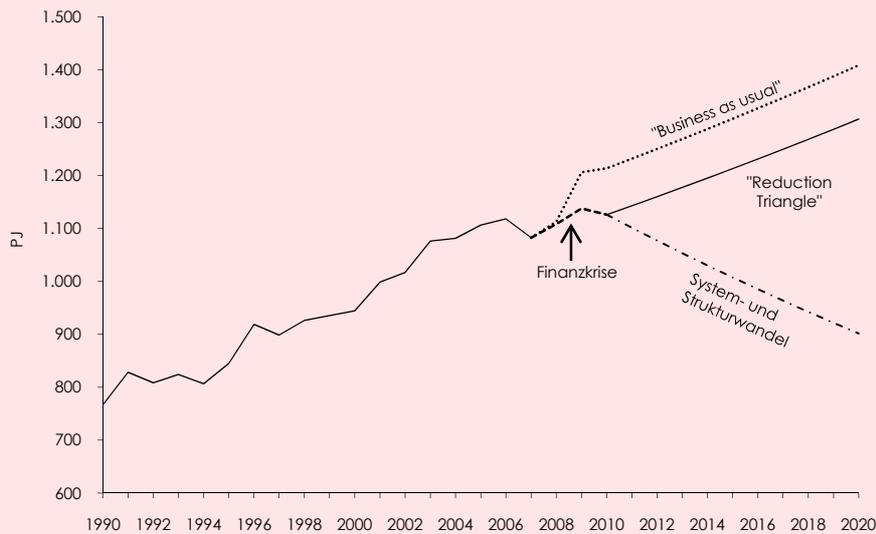
³⁾ Das Nebenprodukt einer großen Ethanolanlage in Pischelsdorf, die im Juni 2008 in Betrieb genommen wurde, wird als Eiweißergänzung in der Nutztierfütterung eingesetzt.

⁴⁾ Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur gegenüber dem vorindustriellen Niveau.

⁵⁾ <http://www.eea.europa.eu/themes/climate/indicators>.

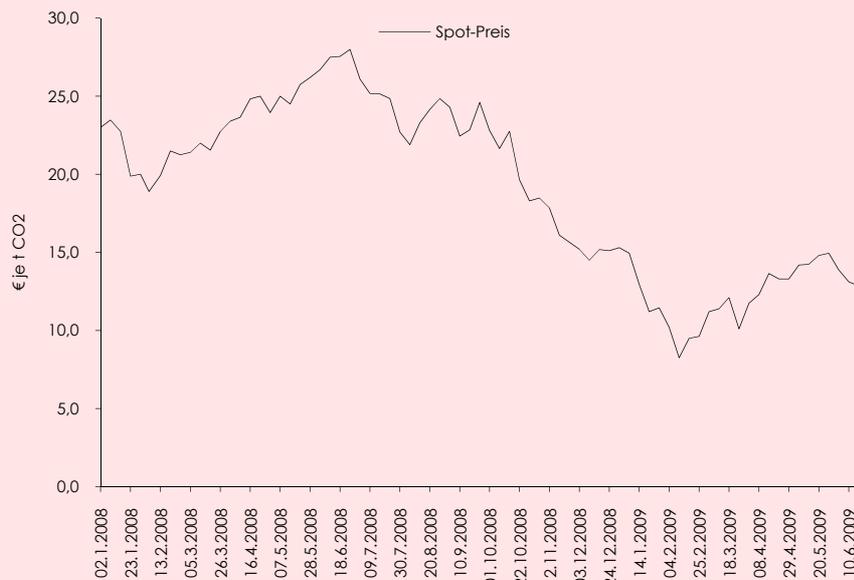
tumsaussichten. Dies entspricht einer Parallelverschiebung der Entwicklung des Energieverbrauchs gegenüber dem Business as usual (Abbildung 15), d. h. abgesehen von einer konjunkturbedingten Delle ist von einer Fortsetzung des Anstiegs der Energienachfrage auszugehen. Hingegen müsste zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele der EU der Abwärtspfad in Abbildung 15 eingeschlagen werden. Die Differenz zwischen diesen beiden Entwicklungspfaden (Reduction Triangle) illustriert die Notwendigkeit grundlegender Veränderungen auf allen Ebenen des Energiesystems (von den Anwendungs- über die Transformationstechnologien bis hin zur Primärenergiebereitstellung).

Abbildung 15: Erwarteter und aus Sicht des Klimaschutzes notwendiger Entwicklungspfad der Energienachfrage



Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2006; WIFO-Berechnungen.

Abbildung 16: Entwicklung des CO₂-Zertifikatpreises im EU-Emissionshandel



Q: Point Carbon.

Kurzfristige Wirkungen der Wirtschaftskrise spiegeln sich auch in der Entwicklung der CO₂-Preise im Rahmen des EU-weiten Emissionshandels. Weil die Industrieproduktion

sinkt, ist der Bedarf an Emissionszertifikaten niedriger als die ex ante zugeteilte Menge. Dieses Überschussangebot schlug sich seit Mitte 2008 in einem ausgeprägten Preisrückgang für Emissionszertifikate nieder (Abbildung 17). In der ökonomischen Theorie des Emissionshandels hat der Zertifikatspreis die Rolle einer Entscheidungsgrundlage für emissionsmindernde Maßnahmen. Je höher die Preisvolatilität ist, desto unsicherer ist das Umfeld für solche Investitionsentscheidungen.

Maßnahmen für einen klimaverträglichen Strukturwandel

Strukturwandel anhand der folgenden Leitlinien:

Low Energy

Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz durch

- Etablierung des Passivhausstandards für Neubauten
- thermische Sanierung des Gebäudebestands
- Einsatz effizienter Geräte und Anwendungen
- Co-Generation
- Anpassung des Modal-Split usw.

Low Carbon

Vermeidung der Nutzung fossiler Energie und Investitionen in die Nutzung von

- erneuerbaren Energieträgern
- alternativen Antriebssystemen
- dezentraler solar-thermische Energie usw.

Low Distance

Vermeidung von redundanter Mobilität und Forcierung regionaler Versorgung durch Anpassung von

- Raumplanung
- Lebensstil
- öffentlichem Verkehr usw.

Im Gegensatz zu diesen kurzfristigen Aspekten sollte sich eine ökonomische und ökologische Neuorientierung an den Leitlinien "Low Energy – Low Carbon – Low Distance" (siehe Kasten "Maßnahmen für einen klimaverträglichen Strukturwandel") orientieren:

- An erster Stelle stehen Maßnahmen, um Energiedienstleistungen wie Mobilität oder Raumwärme mit geringem Energieverbrauch bereitzustellen, etwa Vermeidung redundanter Energiedienstleistungen (z. B. Heizen nicht genutzter Räume, Stand-by-Energieverbrauch) oder Steigerung der Effizienz von Transformations- und Anwendungstechnologien.
- Eine zweite Strategielinie muss sich an einem kontrollierten Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger orientieren. Diese Leitlinie ist eng verknüpft mit der ersten: Nur wenn der Energieverbrauch gesenkt werden kann, kann der Anteil erneuerbarer Energieträger deutlich gesteigert werden.
- Die Strategielinie der Verringerung von Distanzen betrifft einerseits die regionale Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger und die entsprechende Schaffung von Netzstrukturen für Elektrizität und Wärme. Andererseits geht es um eine Vermeidung von (Zwangs-)Mobilität, die durch eine entsprechende Siedlungs- und Raumplanung herbeigeführt werden kann.

Eine empirische Schätzung der Effekte des BIP-Wachstumseinbruchs auf die Energienachfrage und in der Folge auf die CO₂-Emissionen geht von folgendem Szenario aus: Ohne Wachstumseinbruch infolge der Krise würde das BIP 2009 und 2010 um 1,7% wachsen (WIFO-Konjunkturprognose vom März 2008 als Basisszenario für die folgenden Berechnungen). Das "Krisenszenario" nimmt dagegen die Ergebnisse der WIFO-Konjunkturprognose vom Juni 2009 an (2009 –3,4%, 2010 +0,5%). Zusätzlich wurde für beide Szenarien angenommen, dass "normale" klimatische Bedingungen gelten, d. h. dass die Zahl der Heizgradtage dem langjährigen Durchschnitt ent-

Kurzfristige Effekte auf Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

spricht. Der weltweite Einbruch der Energienachfrage, insbesondere in den großen Volkswirtschaften (USA, China und Indien), dämpft den Rohölpreis; er liegt im Krisenszenario 2009 bei 60 \$ je Barrel und 2010 bei 75 \$ je Barrel (WIFO-Konjunkturprognose vom Juni 2009). Im Basisszenario (WIFO-Konjunkturprognose vom März 2008) beträgt der Rohölpreis in beiden Jahren 97 \$ je Barrel (Übersicht 5).

Übersicht 5: Annahmen zur Berechnung der Effekte der Wirtschaftskrise auf den Energieverbrauch

	Basisszenario			Krisenszenario		
	WIFO-Prognose vom März 2008			WIFO-Prognose vom Juni 2009		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
BIP, real, Veränderung gegen das Vorjahr in %	+ 2,1	+ 1,7	+ 1,7	+ 1,8	- 3,4	+ 0,5
Rohölpreis, Brent, \$ je Barrel	95	97	97	97	60	75
Heizgradsummen ¹⁾	3.330	3.330	3.330	3.330	3.330	3.330

Q: WIFO, Statistik Austria. – ¹⁾ Durchschnitt 1990/2008.

Der weltweite Wachstumseinbruch hat daher gegenläufige Effekte auf den Energieverbrauch in Österreich. Einerseits wirkt der Rückgang der Gesamtproduktion ceteris paribus dämpfend, andererseits induziert das niedrigere Energiepreisniveau ceteris paribus einen Anstieg des Energieverbrauchs. Die Effekte auf den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen in Österreich wurden in zwei Versionen berechnet:

- Mit einer aggregierten Gleichung wurden Energieverbrauch und CO₂-Emissionen insgesamt geschätzt.
- Der Energieverbrauch der Sachgütererzeugung wurde getrennt ermittelt und daraus der gesamte Energieverbrauch hochgerechnet.

Der ersten Berechnung liegen eine ökonometrische Gleichung für den aggregierten energetischen Endverbrauch und eine angeschlossene Gleichung für die CO₂-Emissionen zugrunde. Dabei wird der Energieverbrauch in Abhängigkeit vom BIP-Wachstum, den Energiepreisen und den klimatischen Bedingungen (Heizgradtage) dargestellt. Demnach wird der Energieverbrauch im Jahr 2010 um 10% geringer sein als im Basisszenario (Übersicht 6). In diesem Krisenszenario stagniert der Energieverbrauch etwa; jedoch sinken in der Folge die CO₂-Emissionen und liegen damit um 7 Mio. t unter jenem Wert, der sich im Basisszenario ergäbe. Das Krisenszenario bedeutet also eine Senkung der Emissionen sowohl gegenüber dem Basisszenario als auch gegenüber dem Niveau von 2008 (rund -2,8 Mio. t). Damit ergibt sich eine geringfügige, aber nicht nachhaltige Annäherung an das österreichische Kyoto-Ziel.

Übersicht 6: Kurzfristige Effekte der Wirtschaftskrise auf Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

		2007	2008	2009	2010
<i>Energetischer Endverbrauch</i>					
Basisszenario	TJ	1,082.621	1,112.745	1,206.155	1,213.701
Krisenszenario	TJ	1,082.621	1,108.203	1,103.440	1,091.031
Abweichungen vom Basisszenario	TJ		- 4.542	- 102.715	- 122.670
	in %		- 0,4	- 8,5	- 10,1
<i>CO₂-Emissionen</i>					
Basisszenario	Mio. t	74,0	74,2	78,6	78,1
Krisenszenario	Mio. t	74,0	73,9	72,7	71,1
Abweichungen vom Basisszenario	Mio. t		- 0,3	- 5,9	- 7,0
	in %		- 0,4	- 7,5	- 9,0

Q: Statistik Austria, UBA, WIFO-Berechnungen.

Die Wirtschaftskrise 2009/10 betrifft vor allem die Sachgütererzeugung. Die Reaktion ihres Energieverbrauchs weicht von jener der Gesamtwirtschaft ab, sodass der Effekt der Wirtschaftskrise 2009/10 auf den Gesamtverbrauch in der Berechnung anhand des BIP-Rückgangs unterschätzt sein könnte. Der Rückgang der Energiepreise wirkt überdies dem Einkommenseffekt entgegen, und die Gesamteffekte hängen stark

Mittel- bis langfristige Effekte auf den Emissionspfad

davon ab, wie die Krise die einzelnen Wirtschaftszweige und Nachfrageaggregate betrifft.

Die mittel- bis langfristigen Effekte der Wirtschaftskrise auf den Energieverbrauch und die Emissionen werden im Wesentlichen durch die Auswirkungen auf die privaten und öffentlichen Investitionen in eine kohlenstofffreie Energieversorgung bestimmt. Die UNO-Organisation für Umwelt und Entwicklung (UNEP) sowie andere internationale Institutionen sehen in der gegenwärtigen Wirtschaftskrise nicht nur eine Bedrohung für die Entwicklung von nachhaltigen Energiesystemen, die sich etwa aus dem Rückgang der Rohstoffpreise und damit einer Verringerung der Anreize für Investitionen in erneuerbare Energien ergibt. Die Wirtschaftskrise wird auch als Chance betrachtet, konjunkturpolitisch motivierte Fiskalpakete zugunsten eines nachhaltigen Strukturwandels in den Wirtschafts- und Energiesystemen zu schnüren. Dieser "Global Green New Deal" (UNEP, 2009) soll durch eine Ausrichtung der öffentlichen Konjunkturpakete auf eine kohlenstoffarme Wirtschaftsweise, durch nationale Förderpolitik und gesetzliche Rahmenbedingungen sowie durch ein international verbindliches Abkommen zur Verringerung von Treibhausgasen, das im Dezember 2009 im Rahmen der UNO in Kopenhagen verhandelt wird, die Weichen für eine Erholung der Weltwirtschaft stellen und zugleich den Übergang in eine Post-Kohlenstoff-Gesellschaft forcieren⁴⁾.

Die Verringerung der Treibhausgasemissionen auf ein nachhaltiges Niveau, das eine gefährliche Destabilisierung des Klimas verhindert, erfordert substantielle Investitionen in die Nutzung erneuerbarer Energieträger und in eine Steigerung der Energieeffizienz. Diese Investitionen können zukunftsfähige Arbeitsplätze schaffen, die Energieversorgungssicherheit erhöhen und so beträchtliche Synergieeffekte generieren. In der Literatur werden die Kosten einer Senkung der weltweiten Emissionen zur Erreichung einer Treibhausgaskonzentration von 550 ppm CO_{2e} auf rund 1% des weltweiten BIP geschätzt (Stern, 2007). Dabei hängen die Vermeidungskosten u. a. vom Zeitpunkt der Investitionen ab: Sie fallen umso höher aus, je länger die Investitionen hinausgezögert werden. Der World Energy Outlook 2008 (IEA, 2008) schätzt die für eine Stabilisierung auf 550 ppm erforderlichen Investitionen mit weltweit rund 520 Mrd. \$ p. a. bis zum Jahr 2030 ähnlich ein. Für eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration auf 450 ppm wird jedoch ein wesentlich höheres Investitionsvolumen erforderlich (rund 990 Mrd. \$ p. a. bis zum Jahr 2030; IEA, 2008). Die IEA legt Investitionsbudgets für die Bereiche Energieversorgung und Energieeffizienz in den Bereichen Industrie, Wohnen, Verkehr sowie Biokraftstoffe nach Weltregion differenziert vor.

Die weltweiten Investitionen in nachhaltige Energiesysteme betragen im Jahr 2008 nach Berechnungen von UNEP – SEFI – New Energy Finance (2009) 156 Mrd. \$ (Abbildung 17, Übersicht 7). Sie waren trotz der Wirtschaftskrise um 5% höher als im Vorjahr, allerdings fielen sie im 2. Halbjahr um 17% geringer aus als im 1. Halbjahr und um 23% niedriger als im 2. Halbjahr 2007 (UNEP – SEFI – New Energy Finance, 2009).

Übersicht 7: Weltweites Wachstum von Investitionen in nachhaltige Energiesysteme

	Veränderung gegen das Vorjahr in %
2002	
2003	+ 25
2004	+ 29
2005	+ 73
2006	+ 54
2007	+ 59
2008	+ 5

Q: New Energy Finance.

⁴⁾ Siehe die Rede des UNO-Generalsekretärs Ban Ki-Moon im Mai 2009 anlässlich des World Business Summit on Climate Change in Kopenhagen (http://www.un.org/apps/news/infocus/sgspeeches/search_full.asp?statID=500).

Übersicht 8: Weltweite Investitionen nach Energiesystemen

	Mrd. \$	2008 Veränderung gegen das Vorjahr in %
Windkraft	51,8	+ 1
Solarenergie	33,5	+ 49
Biotreibstoffe	16,9	- 9
Biomasse und Abfälle	7,9	- 25
Kleinwasserkraft	3,2	- 5
Geothermie	2,2	+ 149
Steigerung der Energieeffizienz	1,8	- 33
Sonstige Technologien	1,5	- 37

Q: New Energy Finance.

Abbildung 17: Weltweite Investitionen in nachhaltige Energiesysteme



Q: New Energy Finance.

Der Einbruch auf den Finanzmärkten spiegelt sich somit 2008 auch in den Investitionen in erneuerbare Energiesysteme wider, insbesondere verlor ihr Wachstum gegenüber den Vorjahren erheblich an Dynamik. Investiert wurde überwiegend im Bereich der Windkraft (51,8 Mrd. \$; Übersicht 8), allerdings um nur 1% mehr als im Vorjahr. In die Solarenergie wurden 33,5 Mrd. \$ investiert (+49%), in Biokraftstoffe 16,9 Mrd. \$ (-9%). Diese drei Sektoren erwiesen sich mit 86% der neuen Investitionen als führende nachhaltige Energietechnologien (2007: 82%, 2006: 80%). Ein erheblicher Wachstumsschub war für die Geothermie zu verzeichnen (+149%), wenngleich das Investitionsvolumen mit 2 Mrd. \$ noch gering war. In Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz wurden ebenfalls 2 Mrd. \$ investiert, um 33% weniger als im Vorjahr. Zu diesen Technologien zählt u. a. das Smart Grid, das als Schlüsseltechnologie für die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern betrachtet werden kann. Europa ist nach wie vor weltweit führend in den Investitionen in nachhaltige Energiesysteme (49,7 Mrd. \$ im Jahr 2008, +2% gegenüber 2007) vor Nordamerika (30,1 Mrd. \$, -8%), Asien und Ozeanien (24,2 Mrd. \$, +12%), Südamerika (12,3 Mrd. \$, +63%) sowie Afrika und dem Nahen Osten (2,6 Mrd. \$).

Trotz einer erheblichen Dynamik der Investitionen in nachhaltige Energiesysteme muss das Investitionsvolumen deutlich gesteigert werden, um Treibhausgasemissionen entsprechend zu senken. Stimuliert werden könnten die Investitionen in nachhaltige Energiesysteme und Energieeffizienz etwa über die nationalen und multinationalen Konjunkturpakete. Viele Regierungen nutzen ihre Fiskalpakete bereits für "grüne" Investitionen zur Schaffung von zukunftsfähigen Arbeitsplätzen in den Bereichen

erneuerbare Energie und Energieeffizienz und zum Ausbau der Energieversorgungssicherheit in unterschiedlicher Ausprägung. Die Schätzungen der "grünen" Anteile an den Konjunkturprogrammen variieren erheblich, je nachdem, was als "grün" definiert wird. *UNEP – SEFI – New Energy Finance* (2009) etwa schließen in ihrer Schätzung den Aufbau von Bahninfrastruktur aus, berücksichtigen hingegen die Verschrottungsprämien für Pkw, die u. a. in Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich zur Ankurbelung des Pkw-Absatzes bereitgestellt werden. Nach dieser Berechnung sind weltweit rund 185 Mrd. \$ für einen "grünen" Stimulus vorgesehen (Stand März 2009), davon entfallen knapp 69 Mrd. auf China, 67 Mrd. auf die USA, 8 Mrd. auf Japan, 7,7 Mrd. auf Südkorea, 7,5 Mrd. auf Spanien, 3,7 Mrd. auf Deutschland, 2,7 Mrd. auf Großbritannien und 2,5 Mrd. auf Frankreich. Der Hauptteil dieser Budgetpositionen ist für die Steigerung der Energieeffizienz (36%) vorgesehen vor Maßnahmen im Bereich der Stromnetzentwicklung (26%) und den erneuerbaren Energiesystemen (19%). Einschließlich der Investitionen in den Bahnsektor wird der "grüne" Anteil an den Konjunkturpaketen weltweit auf 15,6% geschätzt (436 Mrd. \$; *Robins – Clover – Singh*, 2009). Auch hier liegen China (221 Mrd. \$) und die USA voran (94 Mrd. \$). Während China vor allem in das Bahnsystem sowie in die Strom- und Wasserinfrastruktur investiert, legen die USA den Schwerpunkt breiter auf erneuerbare Energiesysteme, die Energieeffizienz von Gebäuden und Fahrzeugen sowie die Strom- und Wasserinfrastruktur. Südkorea weist "grüne" Investitionen von 31 Mrd. \$ aus, Deutschland von 14 Mrd. \$, Japan von 12 Mrd. \$, Frankreich von 7 Mrd. \$ und Großbritannien von 2 Mrd. \$.

In Österreich zählen zu den "grünen" Investitionen die ÖBB-Infrastrukturinvestitionen laut dem Konjunkturpaket I (2009: 10 Mio. €, 2010: 20 Mio. €) sowie die Förderung der thermischen Sanierung von Gebäuden im Konjunkturpaket II (rund 100 Mio. €). Darüber hinaus könnten Investitionen der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) für thermische Sanierungen als "grün" berücksichtigt werden, deren Volumen aber noch nicht im Detail abzusehen ist. Je nach Berücksichtigung dieser Investitionen (etwa ein Drittel des BIG-Budgets) beträgt der "grüne" Anteil an den Investitionen der österreichischen Konjunkturpakete für das Jahr 2009 zwischen 5% und 11% (Basis Konjunkturpaket I und II). Er liegt damit unter dem weltweiten Durchschnitt.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die hier vorgelegten Schlüsselindikatoren zu den Trends und Entwicklungen in den Bereichen Klimawandel und Energiewirtschaft, insbesondere zur Veränderung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren und Primärenergieeinsatz sollen die ökonomisch interessierte Öffentlichkeit über die wesentlichen klimarelevanten Tendenzen in Österreich seit dem Jahr 1990 (Kyoto-Referenzjahr) in transparenter und leicht zugänglicher Form informieren. Das WIFO unterstreicht damit das internationale umwelt- und wirtschaftspolitische Anliegen, die Emissionen aus dem energetischen Einsatz fossiler Ressourcen zum Schutz des Klimas drastisch zu reduzieren. Eine substantielle Zunahme des Einsatzes erneuerbarer Energieträger sowie ein effizienterer Umgang mit fossiler Energie sind für die "Dekarbonisierung" des Energiesystems von zentraler Bedeutung und tragen zu einer "Energiewende" bei, die auch wirtschaftlich von Nutzen ist, da sie das Wirtschaftssystem von der Verteuerung fossiler Energieträger abkoppelt und Beschäftigung in Forschung und Entwicklung sowie der Produktion entsprechender Technologien schaffen kann.

In Österreich hat sich die Entwicklung der Treibhausgasemissionen relativ vom Wirtschaftswachstum entkoppelt. In den Jahren 2006 und 2007 konnte eine Trendumkehr in der Emissionsentwicklung herbeigeführt werden, die es fortzusetzen gilt. Trotz des insgesamt rückläufigen Trends der Energie- und Emissionsintensität der österreichischen Wirtschaft zieht das Wachstum der wichtigsten Verursacher – in erster Linie des Verkehrssektors – nach wie vor einen Anstieg der Emissionen nach sich.

Die Wirtschaftskrise dämpft international das Wachstum der Investitionen in erneuerbare Energiesysteme und in die Steigerung der Energieeffizienz. Zugleich wären diese Investitionen für eine drastische Senkung der Treibhausgasemissionen in einem weitaus höheren Ausmaß als bisher erforderlich. Die zur Stützung der Konjunktur geschnürten Fiskalpakete werden von einigen Regierungen genutzt, um einen Strukturwandel hin zu einer kohlenstofffreien Energieversorgung zu forcieren. Die österrei-

chischen Konjunkturpakete fördern in erster Linie die thermische Sanierung von Gebäuden sowie die Infrastruktur der ÖBB. Nicht gesetzt wurden Maßnahmen, die sich an den emissionsstarken Verkehrssektor wenden würden.

Allerdings ist der Großteil der Konjunkturbelebungsmaßnahmen darauf konzentriert, die Strukturen und Wachstumspfade wie vor der Wirtschaftskrise wieder zu erreichen. Gleichwohl sollten dabei die langfristigen Herausforderungen des Klimawandels und der Dekarbonisierung des Energiesystems nicht in den Hintergrund gedrängt werden, da die derzeitige Situation auch die Möglichkeit bietet, das Energiesystem umfassender umzugestalten und einen nachhaltigeren Wachstumspfad einzuschlagen.

Europäische Kommission, Begrenzung des globalen Klimawandels auf 2 Grad Celsius. Der Weg in die Zukunft bis 2020 und darüber hinaus, Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, COM(2007) 2 final, Brüssel, 2007.

Europäische Kommission, 20 und 20 bis 2020. Chancen Europas im Klimawandel, Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den europäischen Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss, den Ausschuss der Regionen, KOM(2008) 30 endgültig, Brüssel, 2008.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2007 Synthesis Report, Genf, 2007.

International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook 2008, Paris, 2008.

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/jsp/index.jsp?fid=23923&id=32922&typeid=8&display_mode=2.

Kratena, K., Meyer, I., Wüger, M., "Ökonomische, technologische und soziodemographische Einflussfaktoren der Energienachfrage", WIFO-Monatsberichte, 2009, 82(7), http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=36266&typeid=8&display_mode=2.

Kromp-Kolb, H., "Welches Wachstum lässt der Klimawandel zu?", in Hinterberger, F., Hutterer, H., Omann, I., Freytag, E. (Hrsg.), Welches Wachstum ist nachhaltig? Ein Argumentarium, Wien, 2009, S. 126-133.

Richardson, K., Steffen, W., Schellnhuber, H. J., Alcamo, J., Barker, T., Kammen, D. M., Leemans, R., Liverman, D., Munasinghe, M., Osman-Elasha, B., Stern, N., Waeber, O., Climate Change., Global Risks, Challenges & Decisions. Synthesis Report, Universität Kopenhagen, 2009.

Robins, N., Clover, R., Singh, C., A Climate for Recovery. The Colour of Stimulus Goes Green, HSBC Global Research, 2009.

Schellnhuber, H. J., Proceedings of the National Academy of Sciences, 2008, 105(38), S. 14239-14240.

Steindl, S., et al., "Österreichs Wirtschaft im Jahr 2008: Internationale Wirtschafts- und Finanzmarktkrise belastet heimische Konjunktur", WIFO-Monatsberichte, 2009, 82(4), S. 261-318, http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=35585&typeid=8&display_mode=2.

Stern, N., The Economics of Climate Change, The Stern Review, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.

Stern, N., Peters, S., Bakshi, V., Bowen, A., Cameron, C., Catovsky, S., Crane, D., Cruickshank, S., Dietz, S., Edmonson, N., Garbett, S.-L., Hamid, L., Hoffman, G., Ingram, D., Jones, B., Patmore, N., Radcliffe, H., Saithiyarajah, R., Stock, M., Taylor, C., Vernon, T., Wanjie, H., Zenghelis, D., Stern Review: The Economics of Climate Change, HM Treasury, London, 2006.

UNEP, Global Green New Deal, Policy Brief, Genf, 2009.

UNEP, SEFI, New Energy Finance, Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009, Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency, Genf, 2009.

Literaturhinweise

Climate Change and Energy Utilities: Key Indicators and Impact of the Economic Crisis – Summary

For the second time in a row, WIFO presents a series of key indicators designed to provide transparent and easily accessible information on climate change, energy supply and economic performance in Austria. In doing so, WIFO emphasises the urgent need to reverse the rising trend of greenhouse gas emissions, i.e. to decarbonise the energy system in order to protect the climate system. The ongoing economic crisis puts a damper on the growth of investments in the use of renewables and in improving energy efficiency, both of which would be necessary to a much greater extent in order to drastically cut greenhouse gas emissions. Most of the fiscal stimulation measures, however, concentrate on returning the economy to the growth path prevailing before the economic crisis. But the current situation would be an opportunity to attempt a more comprehensive transformation of energy systems and more sustainable growth.