

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

## Klimawandel und Energiewirtschaft: Schlüsselindikatoren und komplementäre Ansätze zur Messung von Nachhaltigkeit

Das WIFO legt heuer zum dritten Mal eine Reihe von Schlüsselindikatoren vor, die über die Trends und Entwicklungen in den Bereichen Klimawandel, Energieversorgung und Energiewirtschaft in Österreich Auskunft geben. Das WIFO unterstreicht damit weiterhin die Notwendigkeit einer schnellen Abkehr von der fossilen Energiebasis des Wirtschaftssystems für den Schutz des Klimas und aus Gründen der Energieversorgungssicherheit. Das Schwerpunktthema greift diesmal die Diskussion um komplementäre Ansätze zur Messung von Nachhaltigkeit und Wohlstand auf und legt für Österreich erste funktionsbasierte Umweltindikatoren vor.

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

Mit den hier vorgelegten Schlüsselindikatoren über klimarelevante Entwicklungen, sozioökonomische Treiber sowie umweltpolitische Reaktionen setzt das WIFO seine Berichterstattung zum Themenkomplex Klimawandel und Energiewirtschaft für Österreich fort (Kletzan et al., 2008, Kletzan-Slamanig et al., 2009). Das WIFO liefert damit Grundinformationen zur Tragfähigkeit der Wirtschaftsaktivitäten im Hinblick auf die Erreichung nationaler und internationaler umweltpolitischer Ziele, die über rein ökonomische Betrachtungen hinausgehen. Die Indikatoren dienen 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 ökonomisches Bewusstsein, das über die ökonomische Disziplin hinausgeht und Entwicklungen im Bereich der Emissionen und Ressourcen berücksichtigt, ist eine der Voraussetzungen, um eine Abkehr von der fossilen Basis der wirtschaftlichen Energiesysteme erfolgreich voranzutreiben.

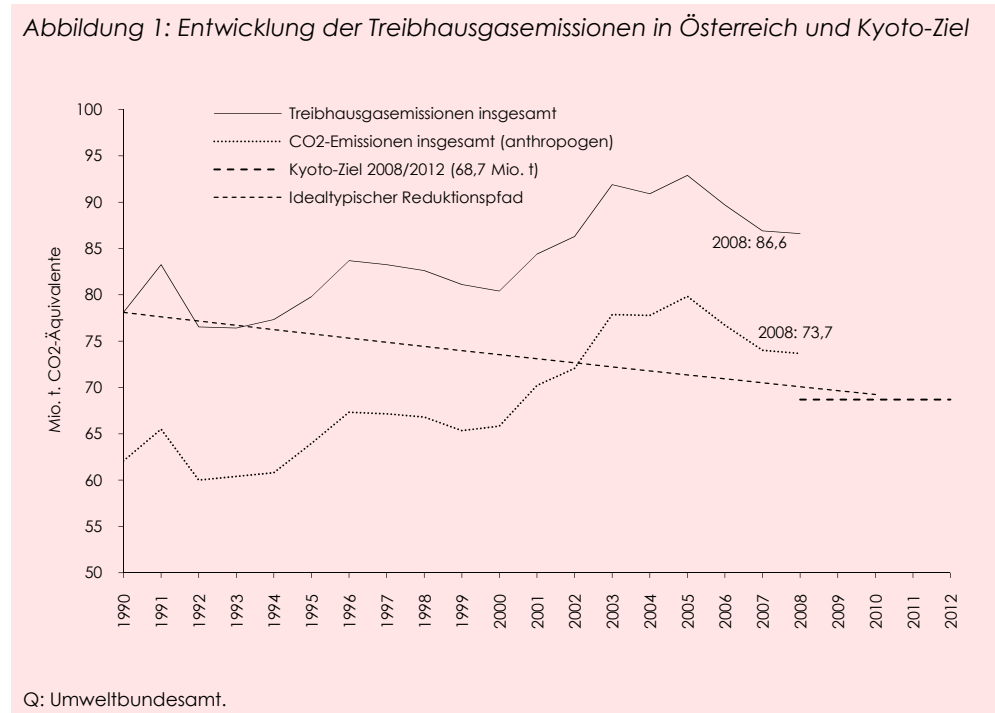
Gegenüber den Entwicklungen, die im Vorjahr analysiert wurden (Kletzan-Slamanig et al., 2009), zeigen die Indikatoren für das Jahr 2008 keine markanten Veränderungen. Während der Bruttoinlandsverbrauch an Energie leicht stieg, ergab sich ein sehr geringer Rückgang der Treibhausgasemissionen (-0,5% gegenüber 2007). Im Bereich Raumwärme und Kleinverbrauch nahmen die Treibhausgasemissionen zu, in geringerem Ausmaß auch in der Industrie und im produzierenden Gewerbe. Hingegen sanken die Emissionen in den Bereichen Verkehr und Energieaufbringung. Letzteres spiegelte sich in einer Zunahme des Anteils erneuerbarer Energie am Bruttoinlandsverbrauch. Im Hinblick auf die gesamtwirtschaftliche Emissionseffizienz zeigt sich jedoch im Vergleich mit den Vorjahren keine weitere Entkoppelung (gemessen an den Treibhausgasemissionen je Einheit des BIP).

Die Wirtschaftskrise hatte somit im Jahr 2008 nur geringen Einfluss auf Energieverbrauch und Emissionen. Massivere Auswirkungen des Rückgangs der Wirtschaftsaktivität vor allem im produzierenden Bereich sind jedoch für das Jahr 2009 absehbar. So blieben etwa die verifizierten CO<sub>2</sub>-Emissionen der im EU-Emissionshandelssystem erfassten Anlagen 2009 deutlich unter dem Vorjahresniveau.

## Klima- und energie-relevante Schlüssel-indikatoren

Die Treibhausgasemissionen (neben Kohlendioxid auch Methan, Lachgas, Fluorkohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid) stiegen in Österreich von 1990 (dem Kyoto-Referenzjahr) bis zum Jahr 2008 um 10,9% von 78,1 Mio. t auf 86,6 Mio. t (Abbildung 1). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen erhöhten sich im selben Zeitraum um 18,6% von 62,1 Mio. t auf knapp 73,7 Mio. t. Mit 85% der gesamten Treibhausgasemissionen stellen die CO<sub>2</sub>-Emissionen den weitaus größten Anteil. Die Emissionen hatten in Österreich bis 2003 steigende Tendenz, in den letzten Jahren stabilisierte sich die Entwicklung und ging schließlich in einen Rückgang über. Der Abstand von der Vorgabe des Kyoto-Ziels – einer Verringerung der Emissionen um 13% im Durchschnitt der Jahre 2008/2012 – betrug im Jahr 2008 18,7 Mio. t.

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



Nach vorläufigen Daten sanken 2009 sowohl der Energieverbrauch als auch die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 4% (Scheiblecker et al., 2010). Diese Entwicklung war durch die Wirtschaftskrise bedingt, deren dämpfende Wirkungen den umgekehrten Einfluss etwa des höheren Anteils an Heizgradtagen während der Heizperiode und des niedrigen Energiepreisniveaus<sup>1)</sup> kompensierten (Scheiblecker et al., 2010).

Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen waren im Jahr 2008 die Industrie und das produzierende Gewerbe (30,5%), der Verkehr (26,1%), die Energieaufbringung (15,6%), Erzeugung von Raumwärme und Kleinverbrauch (13,9%) sowie die Landwirtschaft (8,8%; Abbildung 2). Auf die Abfallwirtschaft entfielen 2,3% und auf die sonstigen Emissionen (vor allem fluoridierte Gase) 2,9%. Nicht-CO<sub>2</sub>-Treibhausgase werden vorwiegend in der Landwirtschaft (im wesentlichen Methan durch die Darmfermentation von Tieren und Lachgasemissionen durch Agrarkulturen verschiedener Art) und der Abfallwirtschaft (Mülldeponien) produziert.

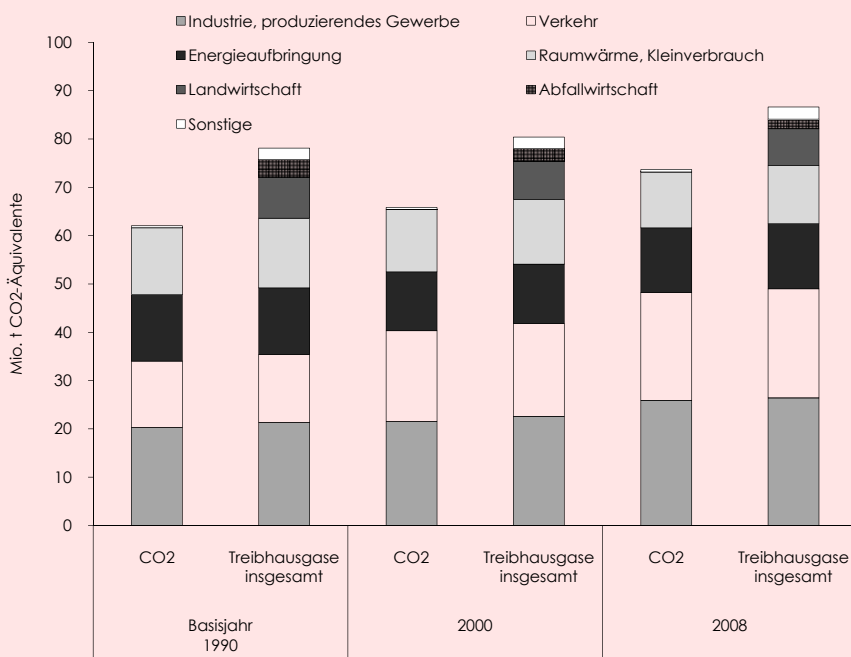
Die Emissionen des Sektors Verkehr wuchsen im Zeitraum 1990 bis 2008 mit +60,3% besonders deutlich und wesentlich dynamischer als die der Industrie und des produzierenden Gewerbes (+23,9%). Im Zeitraum 2000 bis 2008 erhöhten sich die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors weiterhin kräftig (+17,7%), ebenso jene der Industrie (+16,8%). Der Sektor Energieaufbringung hielt seine Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2008 annähernd konstant (-2,2%, 2000/2008 +9,8%), während in der Ab-

<sup>1)</sup> Nach einer massiven Steigerung in den Jahren 2004/2008 verfiel der Rohölpreis 2009 von 97 \$ auf 61,5 \$ je Barrel.

fallwirtschaft (-44,4%, 2000/2008 -23%), im Sektor Raumwärme und Kleinverbrauch (-16,7%, 2000/2008 -10,5%) und in der Landwirtschaft (-10,6%, 2000/2008 -3,8%) ein Rückgang zu verzeichnen war. Politikmaßnahmen zur Vermeidung von Emissionen, die vornehmlich auf die großen Treibhausgasemittenten mit hoher Wachstumsdynamik abstellen, haben ein relativ hohes Potential zur Emissionsenkung und sind daher besonders zielführend.

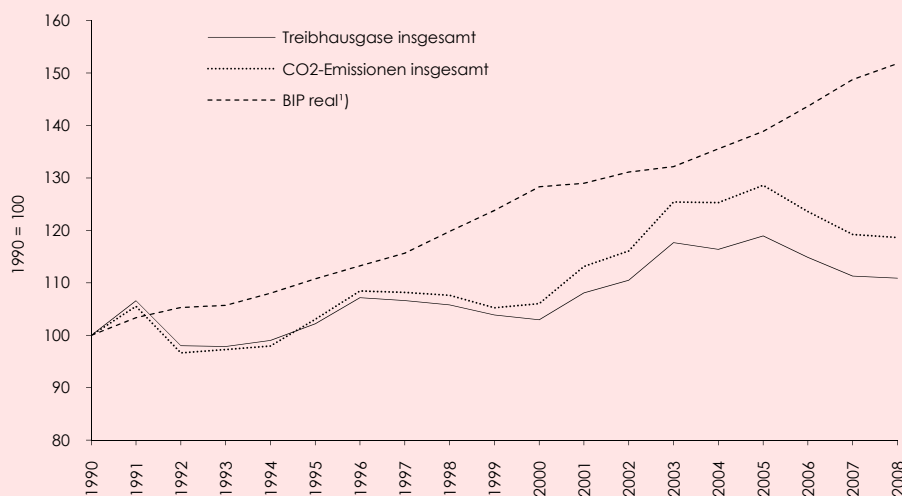
Abbildung 2: Verursacher der Treibhausgasemissionen

1990/2008



Q: Umweltbundesamt.

Abbildung 3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum BIP



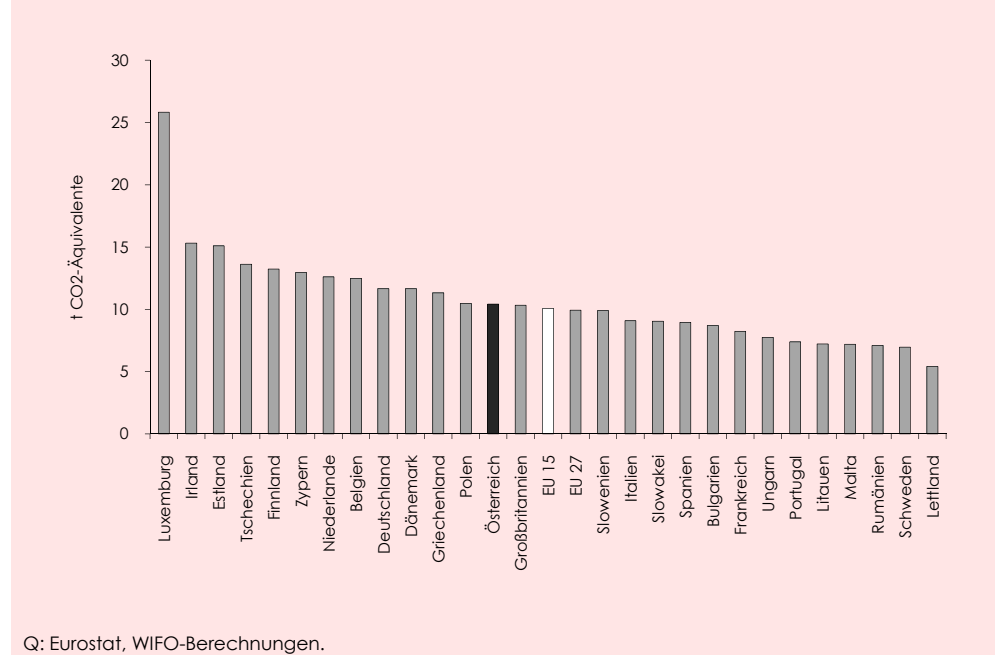
Q: Umweltbundesamt, WIFO-Datenbank. – ¹) Auf Basis von Vorjahrespreisen, Referenzjahr 2000.

Im Zeitraum 1990 bis 2008 wuchs das reale BIP (auf der Basis von Vorjahrespreisen) um durchschnittlich 2,3% p. a., während die mittlere jährliche Wachstumsrate der

Treibhausgasemissionen 0,6% und jene der CO<sub>2</sub>-Emissionen 1% betragen (Abbildung 3). Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen hat sich somit relativ vom Wirtschaftswachstum entkoppelt, und zwar in erster Linie durch eine Senkung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Landwirtschaft und Abfallwirtschaft sowie wegen der Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Raumwärmebereich. Im Raumwärmebereich werden die Emissionen insbesondere von der Entwicklung der Heizgradtage beeinflusst (siehe auch Abbildung 7).

Die Treibhausgasemissionen pro Kopf der Bevölkerung lagen in Österreich 2008 mit 10,4 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente über dem Durchschnitt der EU 27 (9,9 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente) sowie der EU 15 (10,1 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente; Abbildung 4). Luxemburg verzeichnet mit Abstand den höchsten Pro-Kopf-Ausstoß (25,8 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente), während die niedrigsten Werte in Lettland (5,4 t), Schweden (6,9 t) und Rumänien (7,1 t) erreicht wurden<sup>2)</sup>.

Abbildung 4: Treibhausgasemissionen pro Kopf der Bevölkerung in der EU 2008



In Relation zum BIP (nominell, zu Kaufkraftparitäten) lagen die Treibhausgasemissionen in Österreich 2008 mit 0,34 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente je Euro ähnlich wie in Spanien und Großbritannien (jeweils 0,35 kg je €) deutlich unter dem Durchschnitt der EU 27 (0,4 kg je €; Abbildung 5) sowie dem der EU 15 (0,36 kg je €). Am höchsten war die Emissionsintensität in Bulgarien (0,96 kg je €), Estland (0,89 kg je €) und Polen (0,73 kg je €), die niedrigsten Werte erzielten Schweden (0,23 kg je €) und Frankreich (0,30 kg je €), wo Atomstrom einen beträchtlichen Anteil an der bereitgestellten Energie hat.

In der Industrie hat die CO<sub>2</sub>-Intensität der Produktion sinkende Tendenz; sie lag 2008 um 25% unter jener des Jahres 1990 (-1,6% p. a.; Abbildung 6). Nach einer Phase der Stagnation zwischen 2000 und 2005 war die CO<sub>2</sub>-Intensität in den letzten Jahren wieder rückläufig. Die reale Wertschöpfung und der energetische Endverbrauch in der Industrie wuchsen im selben Zeitraum um durchschnittlich 3% bzw. 1,8% p. a. Die Entwicklung der Industrieproduktion entkoppelt sich somit seit Ende der neunziger Jahre relativ von jener der CO<sub>2</sub>-Emissionen, d. h. die Produktion wächst stärker als die Emissionen. Absolut nehmen die Emissionen aber weiterhin zu und zwar von 1990 bis 2008 um 27,8% (2008 +1,5% gegenüber dem Vorjahr). Im Bereich der Industrie

<sup>2)</sup> 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).

werden die Effizienzverbesserungen daher weiterhin durch das Wachstum der realen Wertschöpfung kompensiert.

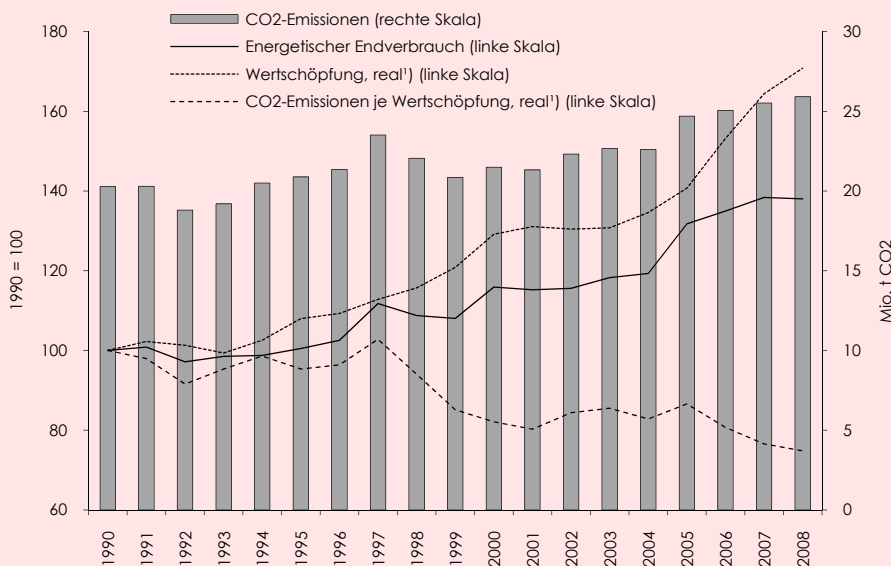
Abbildung 5: Treibhausgasintensität gemessen am BIP in der EU

2008



Q: Eurostat, WIFO-Berechnungen.

Abbildung 6: CO<sub>2</sub>-Emissionen, Energieverbrauch und Wertschöpfung der Industrie

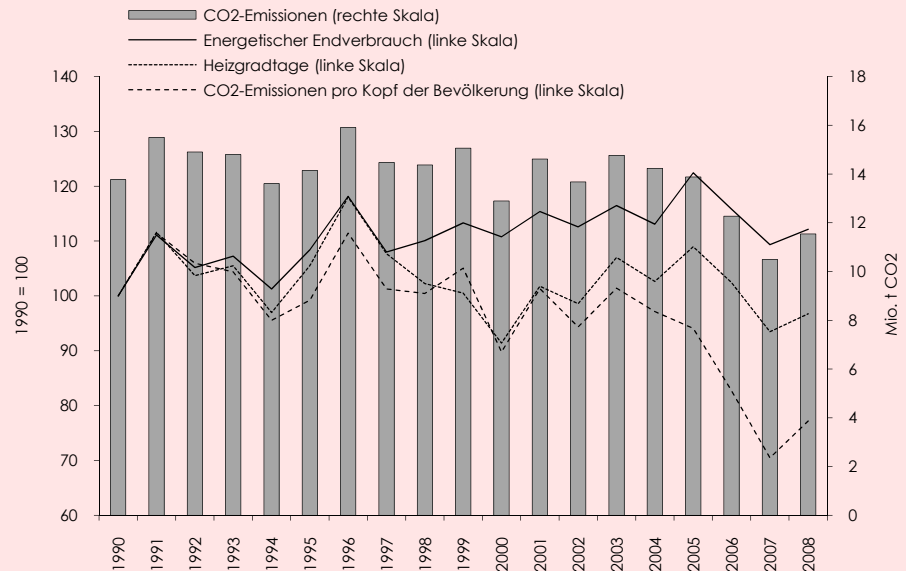


Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2008; WIFO-Datenbank. – ¹) Sachgütererzeugung einschließlich Bergbau, zu Herstellungspreisen, Referenzjahr 2000.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte sind weitgehend durch den Heizwärmebedarf bestimmt und schwanken entsprechend stark zwischen den Jahren (Abbildung 7). Das außerordentlich milde Wetter speziell während der Heizperiode hatte 2007 einen erheblichen Rückgang des Erdöl- und Gasverbrauchs zur Folge. Die Zahl der Heizgradtage war 2007 um 8,7%, in der Heizperiode sogar um gut 13% niedriger als im Vorjahr. Nach einem Rückgang der Emissionen in den Jahren 2003/2007

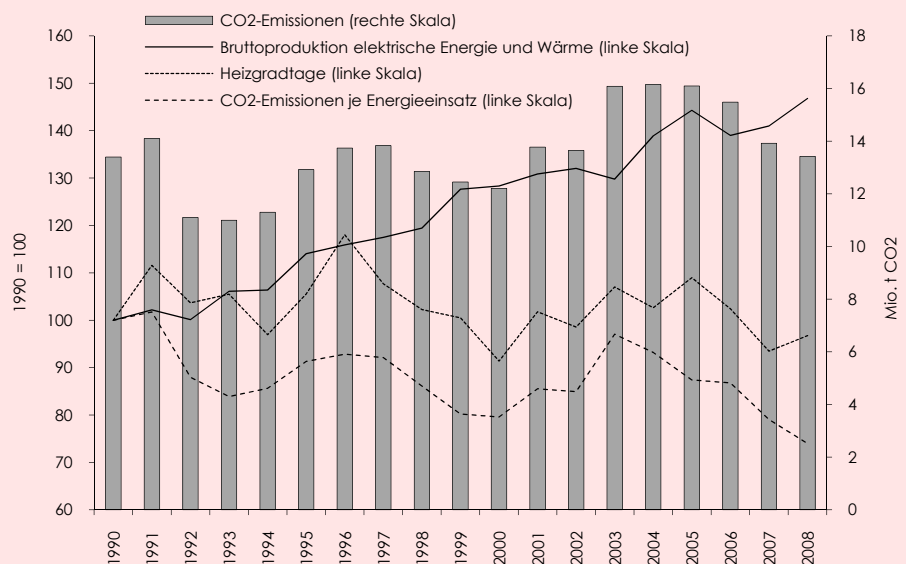
(-29%) aufgrund milder Winter stiegen die Emissionen 2008 sowohl absolut als auch pro Kopf der Bevölkerung wieder (+10% bzw. 9,5% gegenüber dem Vorjahr), ebenso die Heizgradtage (+3,5% gegenüber dem Vorjahr). Obwohl der energetische Endverbrauch der privaten Haushalte seit 1990 um 12,2% gesteigert wurde, hatte das aufgrund der deutlichen Zunahme des Einsatzes von Fernwärme und erneuerbaren Energieträgern nicht eine entsprechende Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Folge.

Abbildung 7: CO<sub>2</sub>-Emissionen, Energieverbrauch der privaten Haushalte und Zahl der Heizgradtage



Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2008; WIFO-Datenbank.

Abbildung 8: CO<sub>2</sub>-Emissionen, Energieeinsatz der Produktion der öffentlichen Energieversorgungsunternehmen



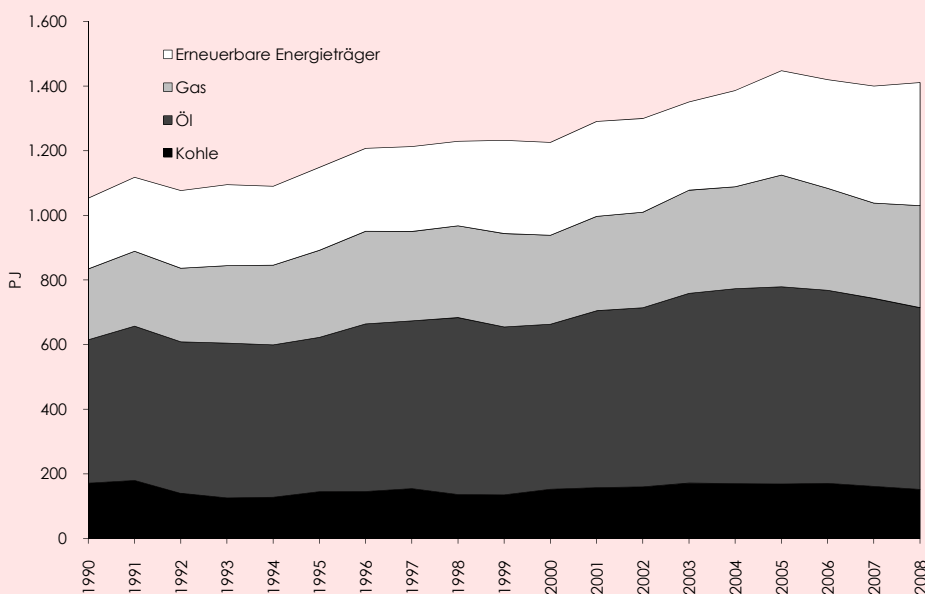
Q: Umweltbundesamt; Statistik Austria, Energiebilanz Österreich 1970-2008; WIFO-Datenbank.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energieversorgung sind neben dem Heizwärmebedarf durch den Anteil der Wasserkraft an der Elektrizitätserzeugung bestimmt. Die Emissionsintensität der Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung (gemessen in Tonnen CO<sub>2</sub> je TJ Elekt-)

rizität und Wärme) folgt – mit Ausnahme der Jahre mit geringer Stromproduktion aus Wasserkraft – einem sinkenden Trend (Durchschnitt 1990/2008  $-1,7\%$  p. a.) und lag 2008 um rund 26% unter dem Wert von 1990 (Abbildung 8). Die öffentlichen Energieversorgungsunternehmen steigerten ihre Produktion im Untersuchungszeitraum um knapp 46,8%. In den letzten Jahren sank das Verhältnis zwischen CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieeinsatz deutlich, 2008 entsprachen die CO<sub>2</sub>-Emissionen dem Wert von 1990 (13,4 Mio. t).

Der Bruttoinlandsverbrauch von Kohle, Öl, Gas und erneuerbaren Energieträgern nahm seit 1990 mit  $+33,9\%$  deutlich zu (von 1.053 PJ auf 1.411 PJ,  $+1,6\%$  p. a.; Abbildung 9, Übersicht 1). Kohle ( $-0,7\%$  p. a.) wurde durch Erdgas ( $+2,1\%$  p. a.) und Erdöl ( $+1,3\%$  p. a.) substituiert. Der Verbrauch von erneuerbaren Energieträgern wurde im Durchschnitt um 3,1% pro Jahr gesteigert; er erhöhte sich damit am stärksten unter allen Energieträgern und wuchs seit 1990 von 219 PJ auf 381 PJ im Jahr 2008 ( $+74\%$ ). Nachdem der Bruttoinlandsverbrauch 2006/07 erstmals rückläufig gewesen war, verzeichnete er 2008 wieder einen Anstieg ( $+0,8\%$  gegenüber dem Vorjahr).

Abbildung 9: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern



Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2008.

Übersicht 1: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern

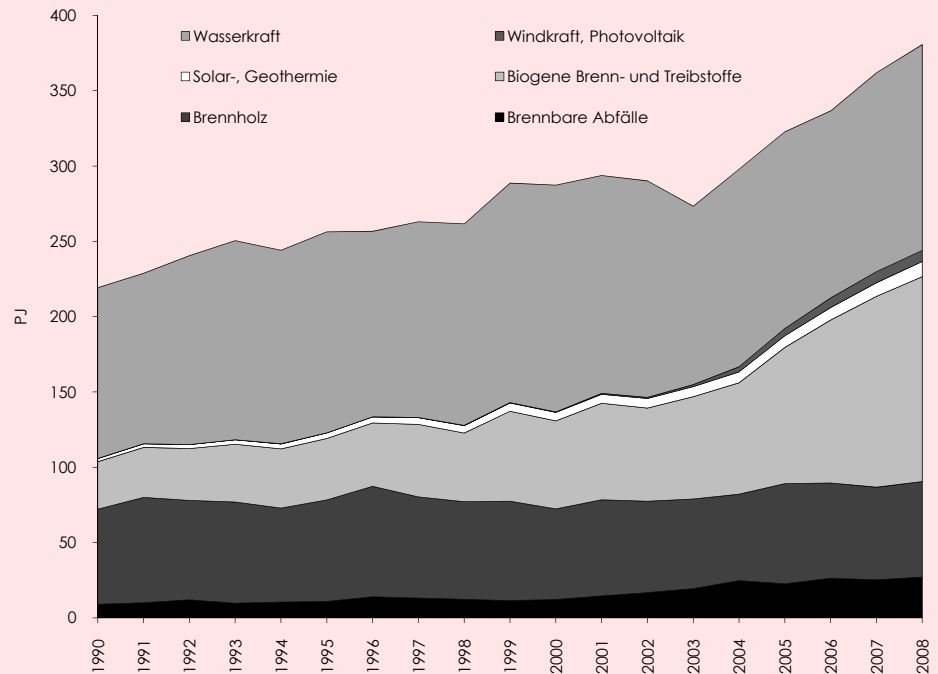
	2008 In PJ	1990/2008 Veränderung in %	2000/2008 Veränderung in %	1990/2008 Durchschnittliche jährliche Veränderung in %	2000/2008 Durchschnittliche jährliche Veränderung in %
Erneuerbare Energie	380,6	+ 73,6	+ 32,5	+ 3,1	+ 3,6
Kohle	152,0	- 11,4	- 0,4	- 0,7	+ 0,0
Öl	562,6	+ 26,8	+ 10,2	+ 1,3	+ 1,2
Gas	316,0	+ 44,1	+ 14,6	+ 2,1	+ 1,7
Energieträger insgesamt	1.411,2	+ 33,9	+ 15,1	+ 1,6	+ 1,8

Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Auf die erneuerbaren Energieträger entfielen 2008 knapp 27% des Bruttoinlandsverbrauchs; den größten Anteil an den erneuerbaren Energieträgern hatten Wasserkraft und biogene Brenn- und Treibstoffe mit jeweils knapp 36% (Abbildung 10) vor Brennholz mit 16,7% und brennbaren Abfällen mit 7,1%. Windkraft und Fotovoltaik sowie Solar- und Geothermie tragen bisher nur 1,9% und 2,7% bei. Der Einsatz von Windkraft und Fotovoltaik stieg im Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2008 um 52,5% und wies damit die höchste Wachstumsdynamik auf. Allerdings sank der Bruttoin-

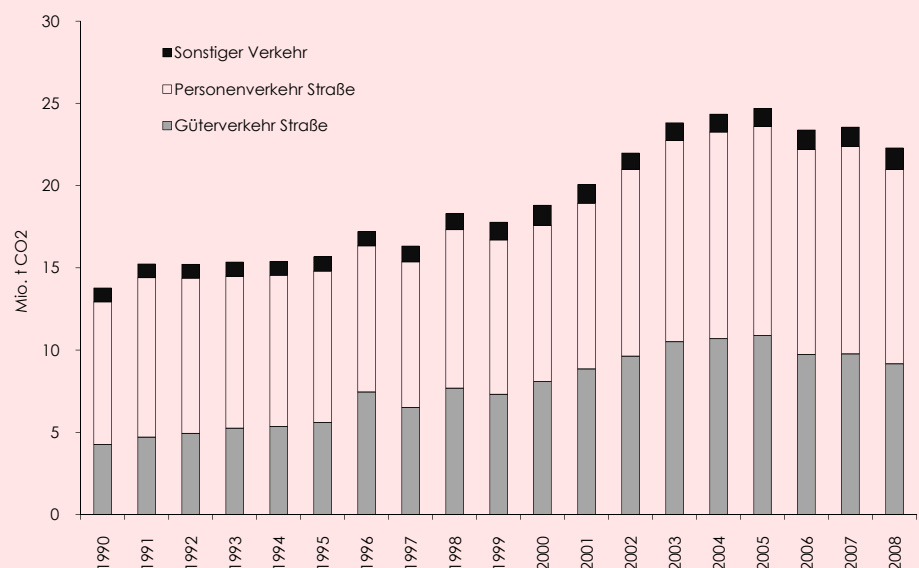
landsverbrauch in dieser Kategorie heuer erstmals (2008 -0,9% gegenüber dem Vorjahr). Der Verbrauch von biogenen Brenn- und Treibstoffen wuchs im selben Zeitraum um 11,1% p. a., jener von brennbaren Abfällen um 10,5% p. a. und der Einsatz von Solar- und Geothermie um 7,4% p. a.

Abbildung 10: Bruttoinlandsverbrauch an erneuerbaren Energieträgern



Q: Statistik Austria, Energiebilanz 1970-2008.

Abbildung 11: CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors



Q: Umweltbundesamt.

## Verkehr

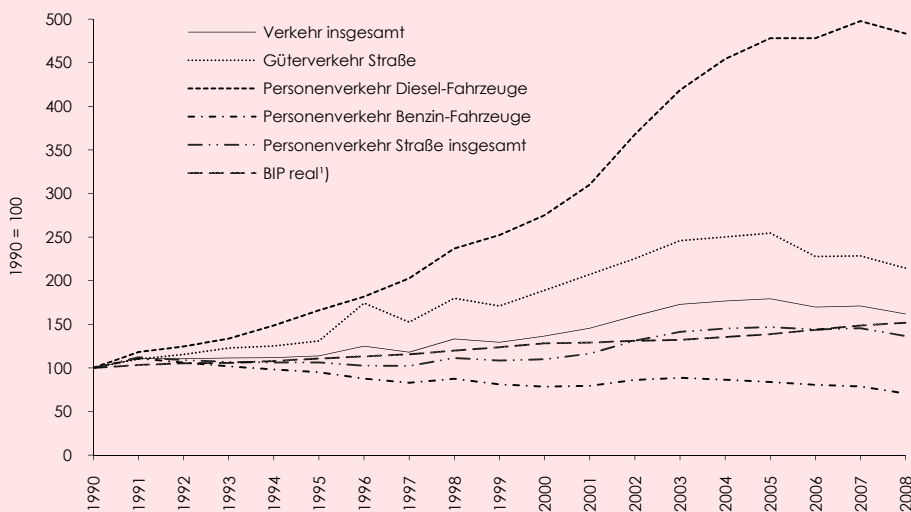
Die verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen erhöhten sich seit 1990 um etwa 62% auf 22,3 Mio. t im Jahr 2008 (Abbildung 11). Auf den Straßenverkehr entfielen 2008 rund 94% der Emissionen. Dabei verursachte der Straßen-Personenverkehr weiterhin einen Großteil der gesamten verkehrsbedingten Emissionen (2008: 53%). Der Güterverkehr



auf der Straße trug 41% der Emissionen bei, der sonstige Verkehr knapp 6%. Zum sonstigen Verkehr zählen der inländische Flugverkehr (Luftverkehr und Luftfracht), die Donauschifffahrt sowie Rohrleitungstransporte.

Seit 2006 ist ein Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor zu verzeichnen (2008 –5,4% gegenüber dem Vorjahr). Die verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden auf Basis der im Inland 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. Die Schätzungen über das Ausmaß des "Tanktourismus" sind allerdings sehr breit gestreut.

Abbildung 12: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors im Vergleich zum BIP



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

Insbesondere die Emissionen des Güterverkehrs auf der Straße (+114%) sowie des Personenverkehrs mit Dieselfahrzeugen auf der Straße (+384%) nahmen kräftig zu, letztere zum Teil auch durch die Substitution von benzinbetriebenen durch Dieselfahrzeuge (Emissionen von Pkw mit Benzinmotor –29%). Im Verkehrssektor ist damit eine Entkoppelung der Emissionsentwicklung vom Wirtschaftswachstum noch nicht abzusehen.

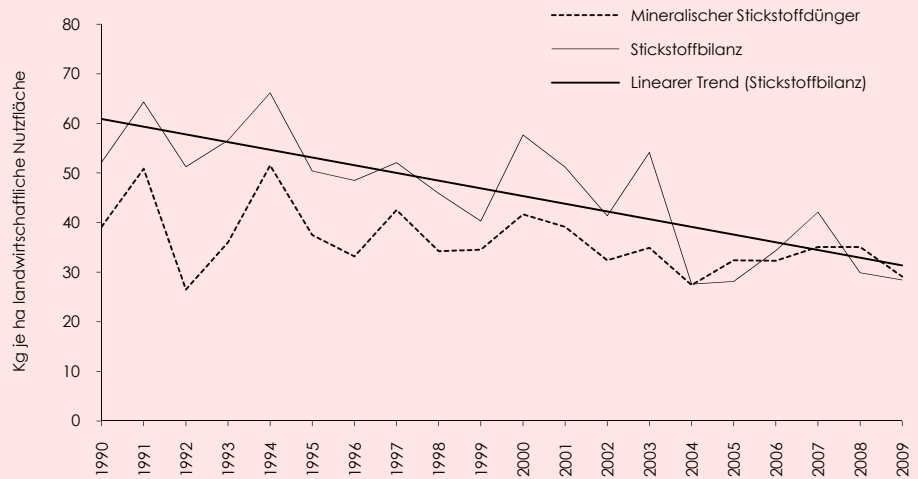
In der Stickstoffbilanz wird die Menge des in der Landwirtschaft eingesetzten Stickstoffs dem Entzug durch landwirtschaftliche Nutzpflanzen gegenübergestellt. Die nationale Stickstoffbilanz für 2009 zeigt einen Überschuss – in die Umwelt werden also mehr Nährstoffe eingebracht als entzogen. Ziel ist eine ausgeglichene Bilanz. Beobachtungen seit 1990 zeigen eine kontinuierliche Annäherung an dieses Ziel, d. h. der Bilanzüberschuss und die eingesetzten Düngermengen sinken, da immer weniger mineralischer Dünger verwendet und dieser immer besser verwertet wird. 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 Mineraldünger, 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 Ertragsschwankungen im Pflanzenbau und dem Einsatz an mineralischem Dünger bestimmt. Maßgebend 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,

## Landwirtschaft

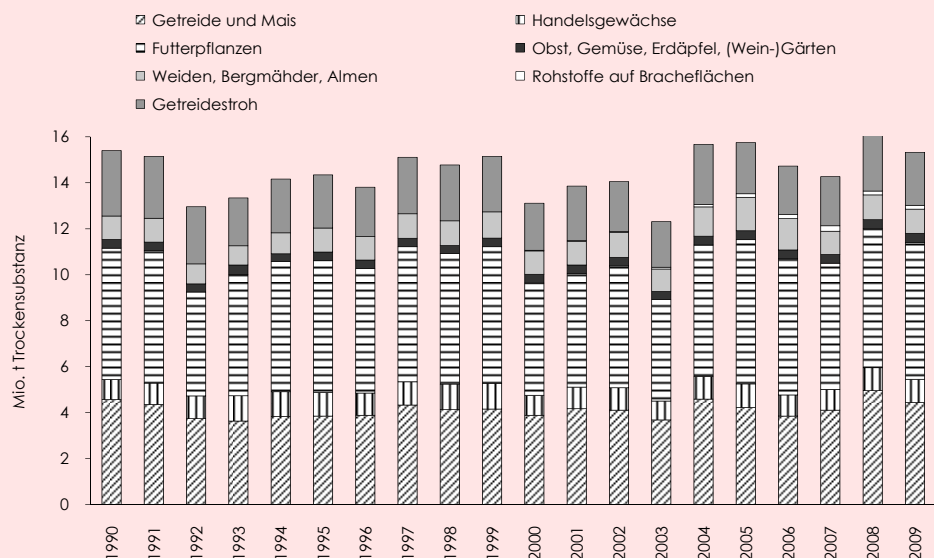
höhere Ausbildung der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft und umweltpolitische Maßnahmen wie das Agrarumweltprogramm ÖPUL mit spezifischen Maßnahmen in Regionen, in denen das Grundwasser stark mit Stickstoffverbindungen belastet ist. Die Entwicklung der Stickstoffbilanz entspricht den ökonomischen Erwartungen: In Phasen sinkender Outputpreise ist mit einer Abnahme des Einsatzes von mineralischem Dünger zu rechnen. Im Jahr 2009 waren die Agrarpreise deutlich niedriger als in den zwei Jahren zuvor, und der Einsatz von Mineraldünger nahm merklich ab.

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 – Resch – Blashka (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 gemäß Buchgraber et al. (2003) (Futterwirtschaft) und Statistik Austria (Versorgungsbilanzen).

Die Produktion von Nutzpflanzen ist die Grundlage der Landwirtschaft. Da die Erzeugnisse für verschiedenste Zwecke eingesetzt werden können (Nahrungsmittel, Futtermittel, stoffliche und energetische Verwertung), 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 in die Landwirtschaft ab. Kurzfristig beeinflusst das Wetter die Erntemenge entscheidend. 2009 war die geerntete Biomassemenge, gemessen an der Trockensubstanz nach Abzug von Ernte- und Lagerverlusten, etwas niedriger als im Vorjahr, in dem eine Rekord-ernte erzielt worden war. 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.

In Österreich ist eine kontinuierliche Abnahme der landwirtschaftlich genutzten Fläche zu beobachten. Bisher gleichen Produktivitätsfortschritte diese durch den Flächenrückgang bedingte Verringerung der Ernte gerade noch aus. Im Jahr 2008 war in der EU die Verpflichtung zur Stilllegung von Ackerflächen als Voraussetzung für den Bezug von Förderbeiträgen ausgesetzt worden, durch die "Health-Check-Reform" im selben Jahr fiel diese Verpflichtung ganz weg. 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 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 ist.

Als Schwerpunktthema befasst sich der vorliegende Bericht mit komplementären und alternativen Ansätzen zum Maß des Bruttoinlandsproduktes (BIP). Dabei geht es um die Messung von gesellschaftlichem Fortschritt im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung<sup>3)</sup>, d. h. in diesem Kontext insbesondere um die Erfassung umweltrelevanter Aspekte, die das BIP nicht abbildet. Entsprechende Ansätze werden von internationalen Organisationen wie der OECD und der EU sowie in der Ökonomie unter der Bezeichnung "Beyond GDP" diskutiert (*Stiglitz – Sen – Fitoussi, 2009*).

Die Ansätze der "Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress" (*Stiglitz – Sen – Fitoussi, 2009*) stellen auf drei Bereiche ab: herkömmliche BIP-Themen, Lebensqualität (soziale Dimension) sowie nachhaltige Entwicklung und Umwelt. Die Bereiche Lebensqualität und Umwelt sind eng mit dem Wirtschaftssystem verbunden. Zusammen mit der volkswirtschaftlichen Produktion ergibt sich daraus ein aussagekräftigeres Bild über den gesellschaftlichen Fortschritt.

Die landläufige Auslegung des Produktionsindikators BIP als Maß für gesellschaftlichen Fortschritt und Wohlfahrt ist irreführend. Da das BIP weder ökologische Nachhaltigkeit noch soziale Aspekte wie Verteilungsgerechtigkeit misst, sondern allein ein Maß für die Produktions- und Konsumflüsse einer Volkswirtschaft in einem Jahr ist, kann es, so die Kritik, nicht als Indikator für Wirtschaftsentwicklung und sozialen Fortschritt im Sinne einer steigenden Lebensqualität herangezogen werden. So erhöht Umweltverbrauch das BIP, auch wenn er sich negativ auf die Lebensqualität auswirkt. Eine Zunahme des Verbrauchs an Kraftstoffen bewirkt demnach etwa eine Steigerung des BIP, verringert jedoch die Luftqualität, erhöht die Lärmbelastung und die CO<sub>2</sub>-Emissionen – Entwicklungen, die im BIP nicht direkt abgebildet werden, die aber die Lebens- und Umweltqualität ab einem bestimmten Niveau erheblich beeinträchtigen. Auf der Grundlage des BIP erscheint demnach die Wahl zwischen Maßnahmen zur Belebung der Wirtschaft und solchen, die die Umwelt schützen, rational.

<sup>3)</sup> Nachhaltige Entwicklung wird definiert als eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeit künftiger Generationen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu gefährden.

---

## "Beyond GDP"

Würde aber der Faktor Umwelt in einem Indikator für gesellschaftlichen Wohlstand angemessen berücksichtigt, dann gäbe es in diesem Sinne keinen Trade-off zwischen diesen beiden Maßnahmentypen.

Darüber hinaus wirken jedoch einige Umweltbelastungen als Umweltschadenskosten bereits negativ auf das BIP. So entstehen etwa durch eine Zunahme der Dürren im landwirtschaftlichen Sektor messbare Auswirkungen der Klimaerwärmung (z. B. in Australien). Durch Umweltbelastung verursachte Schadensvermeidungskosten (z. B. Errichtung von Hochwasserdämmen oder Lärmschutzwänden) wirken hingegen positiv auf das BIP.

Die Analyse und Entwicklung von komplementären und alternativen Methoden zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) soll dazu beitragen, Aussagen über wohlstandsrelevante Veränderungen einer Gesellschaft zu machen. Dazu gibt es mehrere, teils im Widerspruch stehende Lösungsansätze.

## Lösungsansätze zur besseren Messung der Wirtschaftsentwicklung

Im November 2007 wurde unter dem Motto "Beyond GDP" eine breit angelegte Initiative unter Beteiligung der Europäischen Kommission, der OECD, des Club of Rom und des WWF ins Leben gerufen, um zu einer verbesserten Messung von Wohlstand und gesellschaftlichem Fortschritt zu gelangen (Details siehe <http://www.beyond-gdp.eu>). Auch eine vom Europäischen Parlament initiierte Studie (Goossens et al., 2007) setzt sich mit diesem Thema auseinander. Demnach können drei Ansätze zur Verbesserung des Konzepts der BIP-Berechnung unterschieden werden:

- BIP korrigieren: Die erste Möglichkeit besteht darin, Korrekturen am Konzept des Bruttoinlandsproduktes oder anderer Indikatoren der VGR durchzuführen, indem ökologische oder soziale Faktoren monetär berücksichtigt und durch geeignete Indikatoren quantifiziert werden.
- BIP ersetzen: Die zweite Möglichkeit umfasst Ansätze, um das BIP durch Indikatoren zu ersetzen, die Wohlstand außerhalb der traditionellen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung messen. Solche Indikatoren beziehen sich nicht unmittelbar auf ökonomische Größen und sind somit alternative Maße.
- BIP ergänzen: Ansätze, die als Ergänzung zum BIP konzipiert sind, bilden eine dritte Möglichkeit. Sie verfügen über zwei zentrale Vorteile: Zum einen stellen sie zusätzliche Information bereit, durch die die Entwicklung des BIP aus einer umfassenden Perspektive analysiert werden kann. Zum anderen werden nützliche Informationen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung weiter berücksichtigt. Dematerialisierungsindikatoren und funktionsbasierte Nachhaltigkeitsindikatoren sind Beispiele für diesen Zugang.

Im Folgenden werden repräsentative Ansätze dazu vorgestellt, die zusätzliche Information über soziale und ökologische Größen vermitteln.

## Das Konzept der schwachen Nachhaltigkeit

Im Konzept der schwachen Nachhaltigkeit ist natürlicher Kapitalstock durch produzierten Kapitalstock substituierbar, und zwar nicht nur in der Produktion, sondern auch und vor allem in der sozialen Wohlfahrtsfunktion. Dadurch kann der negative monetäre Wert von Umweltschäden und Abschreibungen des natürlichen Kapitalstocks potentiell immer durch einen höheren positiven monetären Wert von zusätzlichem Konsum kompensiert werden. Ob das in einer bestimmten Periode tatsächlich zutrifft, zeigt der Indikator "adjusted net savings" oder "genuine savings". Er ist eine monetäre Größe, um die das BIP bereinigt werden kann, und kann somit auch als Indikator für "schwache" Nachhaltigkeit gesehen werden.

Gemäß den theoretischen Modellen zur schwachen Nachhaltigkeit (Asheim, 2000, Asheim – Weitzmann, 2001) müssen die Konsummöglichkeiten künftiger Generationen durch Erhalt und Aufbau der entsprechenden Kapitalstöcke gewährleistet werden; das entspricht auch dem Hick'schen Konzept von (tragfähigem) Einkommen. Die entsprechende Bereinigung des gesamtwirtschaftlichen Sparens um die Entwicklung des Nettokapitalstockes, der für Nachhaltigkeit entscheidend ist, umfasst in diesem Konzept: 1. Abschreibungen auf die produzierten Vermögenswerte (Sachkapital), 2. Investitionen in Humankapital, 3. Abschreibungen von Naturkapital aufgrund des Abbaus von erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen und 4. Abschrei-

bungen von Naturkapital (Ökosysteme) aufgrund von Umweltschäden. Dabei werden die Aggregate 1., 3. und 4. abgezogen, während der Aufbau von Humankapital (2.) zum Sparen hinzugezählt wird. Üblicherweise wird in der VGR die Abschreibung von Sachkapital (1.) berücksichtigt, der entsprechende Indikator ist das Nettosnationalprodukt bzw. nach Bereinigung um ausländische Transaktionen das Nettosnationaleinkommen. Die Investitionen in Humankapital (2.) können durch die Bildungsausgaben erfasst werden; diese werden daher in diesem Konzept umgebucht und aus dem privaten und öffentlichen Konsum herausgerechnet. Die Abschreibungen von Naturkapital sind in der VGR üblicherweise nicht enthalten, zur Bewertung der physischen Veränderungen des Naturkapitals (3.) empfiehlt die Literatur die Messung von Ressourcenrenten, d. h. des Unterschieds zwischen Marktpreisen und Förder- bzw. Erntekosten. Die Bewertung von Umweltschäden kann über die Schätzung von Schadenskosten erfolgen. Der kritische Punkt in diesem Konzept ist die Frage der Bewertung des Naturkapitals; sie konnte bisher nicht ohne eine gewisse Beliebigkeit in den Annahmen gelöst werden.

Der entscheidende Punkt im Konzept des ökologischen Fußabdruckes, das von Wackernagel *et al.* (2002, 1999, Wackernagel – Rees, 1996) entwickelt wurde, ist die Gegenüberstellung von physischen Umwelteffekten, die im Fußabdruck enthalten sind, und einer Kapazitätsgrenze der natürlichen Systeme ("Biokapazität"), die die Grenze für Nachhaltigkeit bildet. Dadurch wird sichtbar, wie weit die physischen Umwelteffekte von Produktion und Konsum von den Grenzen einer nachhaltigen Entwicklung entfernt sind.

Das Konzept des ökologischen Fußabdrucks wurde vielfach kritisiert, insbesondere die auch auf starken Annahmen beruhende Konvertierung unterschiedlicher Umweltwirkungen in den Faktor "Land". Die dabei verwendeten Faktoren sind grobe Durchschnittsbetrachtungen, die dem Stand der Wissenschaft nicht voll gerecht werden können. Akzeptiert man allerdings diese Annahme, dann liefert der ökologische Fußabdruck ein direktes Maß für den "Überkonsum" einer Gesellschaft. Allerdings erfasst es das "ökologische Defizit" nur physisch. Somit lassen sich nur Aussagen ableiten, um welchen Prozentsatz der "Überkonsum" von natürlichen Ressourcen verringert werden müsste, um mit der Kapazitätsgrenze, die Nachhaltigkeit definiert, kompatibel zu sein. Daraus lässt sich keine direkte monetäre Bewertung ableiten.

Für Österreich ergeben die neuesten Zahlen des "Global Footprint Network" für 2006 einen ökologischen Fußabdruck von 4,9 ha pro Kopf, der einer Biokapazität von 3,0 ha pro Kopf gegenübersteht; das "ökologische Defizit" beträgt demnach 1,9 ha pro Kopf. Diese Zahl liegt relativ nahe am EU-Durchschnitt (1,5 ha pro Kopf). Zur Erreichung von Nachhaltigkeit müsste Österreich somit seinen "Überkonsum" von natürlichen Ressourcen um 39% senken.

Das WIFO erweitert die traditionell verwendeten Schlüsselindikatoren (Abbildungen 1 bis 14) beispielhaft um fünf Indikatoren zum Materialeinsatz der energieintensiven Sektoren auf der Basis der österreichischen integrierten NAMEA (National Accounting Matrix Including Environmental Accounts; Baud, 2009).

Die Bruttowertschöpfung des Sektors Eisen und Stahl stieg im Beobachtungszeitraum 1995/2007 um 26% (von 2,68 Mrd. € auf 3,38 Mrd. €, knapp +2% p. a.), während der Einsatz an mineralischen Materialien um 48,3% zunahm (von 1,50 Mrd. t auf 2,26 Mrd. t, +3,3% p. a.), d. h. der Materialeinsatz an mineralischen Stoffen erhöhte sich überdurchschnittlich, sodass keine Entkoppelung vorliegt. Die inländische Materialentnahme wuchs im selben Zeitraum um 33%, der Import an mineralischen Materialien um 109%.

Die Bruttowertschöpfung des Sektors "Chemie und Petrochemie" erreichte im Jahr 2007 einen Wert von 4,9 Mrd. € und war damit um 109% höher als im Basisjahr 1995 (6,3% p. a.). Der Einsatz von mineralischen Materialien erhöhte sich im Beobachtungszeitraum um 43% (+3% p. a.). Da dieses Wachstum unter jenem der Bruttowertschöpfung blieb, kann man für diesen Sektor von einer relativen Entkoppelung sprechen, nicht jedoch von einer absoluten Entkoppelung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum. Während die inländische Materialentnahme im Beobachtungszeitraum um 28% zunahm, wurden die Importe an mineralischen Materialien für diesen Sektor um 101% gesteigert. Damit liegt zwar eine relative Entkoppe-

---

### **Der ökologische Fußabdruck – ein Maß der physischen Kapazitätsgrenzen**

---

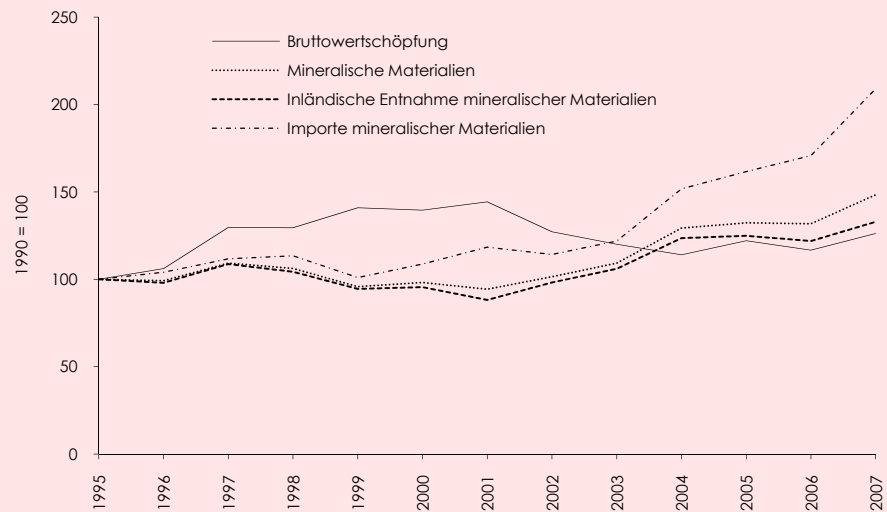
### **Dematerialisierungsindikatoren und funktionsbasierte Indikatoren**

---

### **Dematerialisierungsindikatoren**

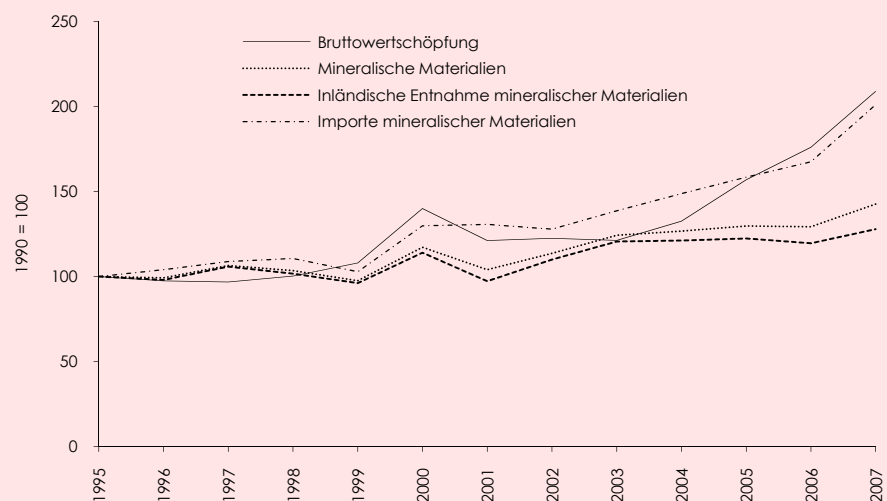
lung der inländischen Materialentnahme vor, nicht jedoch des importierten Materialeinsatzes.

Abbildung 15: Bruttowertschöpfung, Einsatz von mineralischen Materialien sowie Importe und inländische Entnahme des Sektors Eisen und Stahl



Q: Statistik Austria.

Abbildung 16: Bruttowertschöpfung, Einsatz von mineralischen Materialien sowie Importe und inländische Entnahme des Sektors Chemie



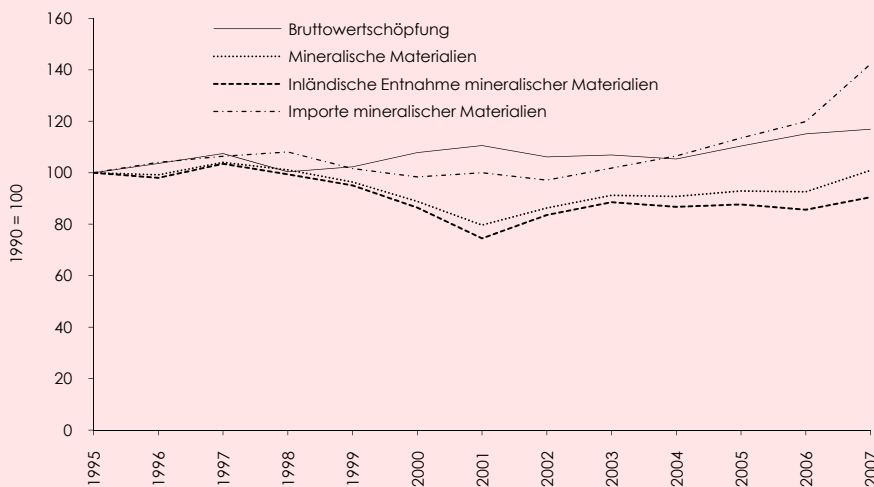
Q: Statistik Austria.

Im Wirtschaftsbereich "Steine und Erden, Glas" erzielte die Bruttowertschöpfung einen Wert von 2,7 Mrd. € und lag damit um 17% über dem Wert von 1995 (+1,3% p. a.). Zugleich wuchs der Einsatz mineralischer Materialien um lediglich 1% (+0,8% p. a.), eine absolute Entkoppelung des Materialeinsatzes von der Wertschöpfung liegt also nahe. Während die inländische Materialentnahme seit 1995 um 10% sank, nahm der Einsatz von importierten mineralischen Materialien um 42% zu. Auch in diesem Sektor wurden daher heimische durch importierte Materialien substituiert.

Die Bruttowertschöpfung im Sektor "Papier und Druck" wuchs um 51% auf 4,1 Mrd. € (+3,5% p. a.), während der Materialeinsatz um 40% stieg (+2,9% p. a.), d. h. es gibt erste Anzeichen für eine relative Entkoppelung des Materialeinsatzes von der Wertschöpfungsentwicklung. Auffallend stark erhöhte sich der Einsatz importierter mineralischer Inputs (+98%), während der Einsatz heimischer mineralischer Materialien um

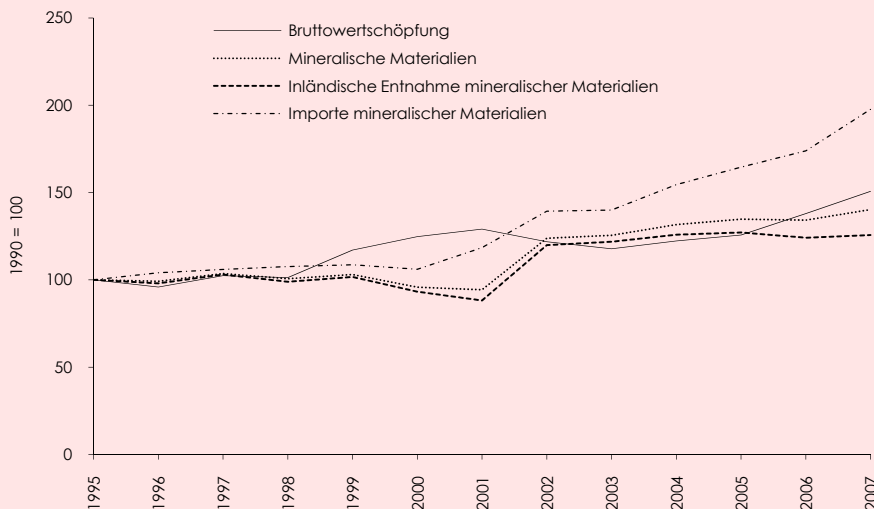
26% ausgeweitet wurde. Auch in diesem Sektor geht die Steigerung der Bruttowertschöpfung also mit einem zunehmenden Materialeinsatz einher.

Abbildung 17: Bruttowertschöpfung, Einsatz von mineralischen Materialien sowie Importe und inländische Entnahme des Sektors Steine und Erden, Glas



Q: Statistik Austria.

Abbildung 18: Bruttowertschöpfung, Einsatz von mineralischen Materialien sowie Importe und inländische Entnahme des Sektors Papier und Druck

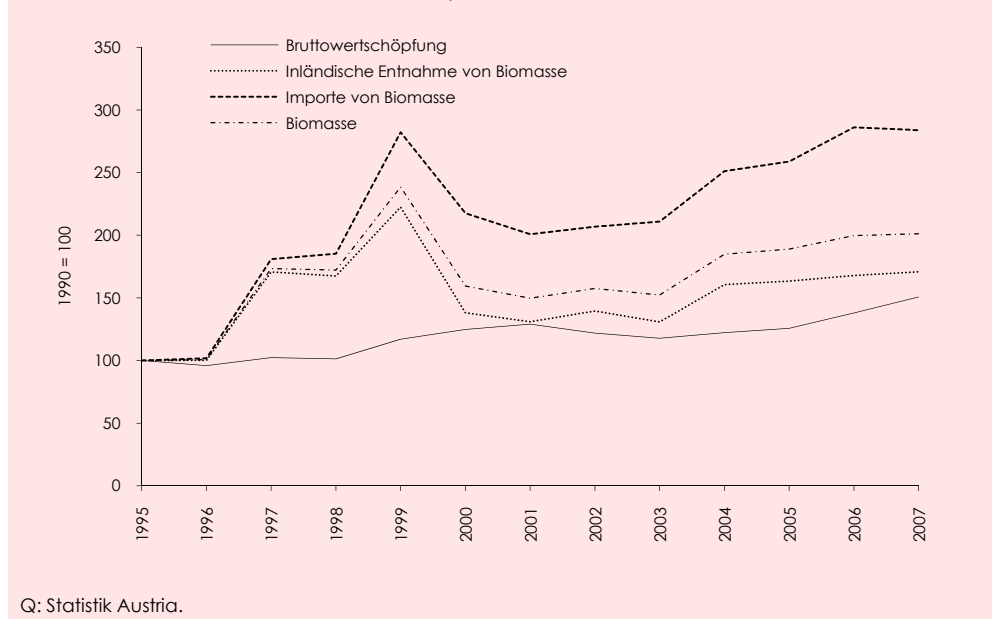


Q: Statistik Austria.

Für den Einsatz von Biomasse im Sektor "Papier und Druck" ist keine Entkoppelung zu beobachten, vielmehr nahm der Einsatz von Biomasse überproportional zu (+101%, +6% p. a., Bruttowertschöpfung +51%). Auch in diesem Fall stieg der Import des betreffenden Materials stärker als die inländische Entnahme und diese wieder stärker als die Bruttowertschöpfung (importierte Entnahme von Biomasse +184%, inländische Entnahme +71%).

Wie diese Indikatoren also zeigen, wird offenbar ein zunehmender Anteil der Ressourcenbasis importiert, während die inländische Entnahme der entsprechenden Materialien unterdurchschnittlich zum gesamten Materialeinsatz wächst. Die Importabhängigkeit der untersuchten Sektoren in Bezug auf den Materialverbrauch steigt damit kontinuierlich.

Abbildung 19: Bruttowertschöpfung, Biomasseentnahme sowie Importe und inländische Entnahme des Sektors Papier und Druck



**Funktionsbasierte Indikatoren am Beispiel Österreich**

Systeme von Nachhaltigkeitsindikatoren decken alle Dimensionen nachhaltiger Entwicklung ab und fokussieren dabei je nach Zielsetzung auf unterschiedliche Aspekte nachhaltiger Entwicklung. Die Indikatoren für nachhaltige Energieentwicklung (Indicators for Sustainable Energy Development) der Internationalen Energieagentur konzentrieren sich z. B. auf Energie als zentrales Element für Wohlstand und Produktion (IEA – IAEA, 2003). Ausgehend von "Energiedienstleistungen" oder Funktionen wird bei diesem Zugang die Nachhaltigkeit von Energiesystemen analysiert.

Das Konzept funktionsbasierter Umweltindikatoren wird im Folgenden diskutiert und für Österreich anhand eines stark vereinfachten Beispiels illustriert.

Eine Fokussierung auf Funktionen von Gütern und Dienstleistungen kann die Entwicklung verbesserter Indikatoren für Wohlstand und nachhaltige Entwicklung ermöglichen. Beispiele für zentrale Funktionen im Haushaltsbereich sind Wohnen (temperierte Wohnfläche mit ausreichender Beleuchtung pro Person), Mobilität (Zugang zu Gütern, Personen oder Dienstleistungen), Ernährung oder Kommunikation. All diese Funktionen können mit verschiedenen Kombinationen von Stocks (z. B. Gebäude von hoher oder niedriger Energieeffizienz, Fahrzeuge mit hohem oder niedrigem Treibstoffverbrauch) und Flows (z. B. Energie oder andere Materialien) bereitgestellt werden (siehe z. B. Green – Vergragt, 2002, Hertwich, 2005).

Funktionen, die den Einsatz von Energie erfordern (können), werden auch als Energiedienstleistungen bezeichnet (siehe z. B. Köppl et al., 2009). Entsprechend ihrer Funktionalität werden drei Kategorien von Energiedienstleistungen unterschieden:

- thermische Energiedienstleistungen auf verschiedenen Temperaturniveaus für die Bereitstellung von Hochtemperaturwärme (z. B. in der Industrie) und Niedrigtemperaturwärme (z. B. Raumwärme),
- mechanische Dienstleistungen durch Fahrzeuge und Standmotoren in Gebäuden und Industrie sowie
- spezifisch-elektrische Dienstleistungen für Beleuchtung und Elektronik.

Wohlstandsrelevant sind das Niveau und die Qualität der Energiedienstleistung und nicht der Energiebedarf, der für die Bereitstellung der Energiedienstleistungen erforderlich ist. Funktionen oder Energiedienstleistungen bilden daher einen guten Ausgangspunkt für die Messung von Wohlstand. Um Wohlstand und nachhaltige Entwicklung messen zu können, ist jedoch eine kohärente, gemeinsame Darstellung der Funktionen gemeinsam mit Stock- und Flow-Größen nötig. Dies kann anhand des Beispiels "Wohnen" illustriert werden.



Die Funktion "Wohnen" ist mit der Qualität von Gebäuden verbunden und umfasst u. a. die Raumtemperatur (einschließlich des Heiz- und Kühlbedarfs) und Beleuchtung eines Wohngebäudes. Sie kann mit vielen verschiedenen Technologien – also mit unterschiedlichen Kombinationen von Stocks und Flows – bereitgestellt werden. So ist etwa die Raumtemperatur das Ergebnis des thermischen Standards eines Gebäudes sowie des Heiz- bzw. Kühlsystems, d. h. der Anwendungstechnologie und der dafür benötigten Energiemenge. Die selbe Funktion kann z. B. durch ein Gebäude im Passivhausstandard mit sehr geringem Energieeinsatz sowie durch ein Gebäude von durchschnittlicher thermischer Effizienz mit vergleichsweise höherem Energieaufwand bereitgestellt werden.

Aus ökologischer Perspektive, aber auch aus Gründen der Energiesicherheit ist im Gebäudebereich eine Senkung des Energieverbrauchs von zentraler Bedeutung. Durch Steigerung der Energieeffizienz kann der Energieverbrauch verringert werden, während der individuelle Wohlstand – bzw. ein gewisses Niveau an Funktionen – gehalten bzw. gegebenenfalls auch erhöht wird. Diese Zusammenhänge werden von traditionellen Statistikkonzepten aber nur unzureichend erfasst.

In den Energie- bzw. Emissionsbilanzen bewirkt eine solche Steigerung der Energieeffizienz ceteris paribus einen Rückgang des Raumwärmebedarfs und der damit verbundenen Emissionen, die Hintergründe sind aber nicht ersichtlich: Die Verringerung des Energiebedarfs kann sowohl das Ergebnis einer Effizienzsteigerung als auch einer Abnahme des Heizenergiebedarfs aufgrund eines warmen Winters sein.

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass eine umfassende Betrachtung nötig ist, um Wohlstand und nachhaltige Entwicklung ausgehend von Funktionen zu messen. Geeignete Indikatoren müssen daher sowohl Informationen über das Niveau und die Qualität der Funktionen enthalten als auch über die damit verbundenen Stocks und Flows.

Im Folgenden werden beispielhaft für die Jahre 2006, 2007 und 2008 funktionsbasierte Umweltindikatoren für den österreichischen Gebäudesektor präsentiert, die Anhaltspunkte liefern, in welche Richtung sich künftige Indikatorensysteme entwickeln könnten:

- Wohnfläche pro Kopf (als Maß für die Funktion "Wohnen"),
- Energie- und Emissionsintensität der Gebäude (Raumwärme- und Kühlbedarf je Quadratmeter bzw. CO<sub>2</sub> je Quadratmeter),
- absoluter Raumwärmebedarf sowie absolute CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Wohnfläche pro Kopf nahm zwischen 2006 und 2008 leicht zu (Übersicht 2). Die Energieintensität je Quadratmeter Wohnfläche sowie der absolute Raumwärme- und Kühlbedarf der Haushalte schwankten hingegen, vorwiegend aufgrund des unterschiedlichen Heizenergiebedarfs. Die Schwankungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der CO<sub>2</sub>-Intensität spiegeln Veränderungen des Raumwärme- und Kühlenergiebedarfs wider. Eine Entwicklung hin zu CO<sub>2</sub>-armen Energieträgern ist – auch wegen der Kürze des Betrachtungszeitraums – nicht zu erkennen.

Übersicht 2: Funktionsbasierte Umweltindikatoren für den österreichischen Gebäudesektor

		2006	2007	2008
Wohnnutzfläche	Mio. m <sup>2</sup>	341,4	345,8	351,1
Endenergiebedarf für Raumwärme und Kühlen	TWh	55,0	51,1	52,6
CO <sub>2</sub> -Emissionen im Zusammenhang mit Raumwärme und Kühlen	Mio. t	7,4	6,5	6,6
Heizgradsumme		3.315	3.025	3.131
Nutzfläche pro Kopf	m <sup>2</sup>	41,9	42,3	42,6
Energieintensität	kWh je m <sup>2</sup>	161,1	147,9	149,9
Emissionsintensität	kg CO <sub>2</sub> je m <sup>2</sup>	21,8	18,7	18,9

Q: Statistik Austria, UNFCCC, WIFO-Berechnungen.

Eine nachhaltige Bereitstellung der Energiedienstleistung Wohnen erfordert nicht nur eine Verbesserung der Energie- und der Emissionsintensität – also eine relative Entkoppelung zwischen der Energiedienstleistung und dem Energiebedarf sowie den Emissionen – sondern auch einen absoluten Rückgang von Energieverbrauch und Emissionen. Die vorgestellten Indikatoren können helfen, entsprechende Entwicklungen im Bereich der Wohngebäude umfassend zu analysieren.

### Nächste Schritte: Verbesserung von Datenverfügbarkeit und -qualität

Eine Voraussetzung für die Entwicklung von Ansätzen zur Messung von Nachhaltigkeit und Umweltverbrauch, die zum Konzept des BIP komplementär sind, ist eine verlässliche und aktuelle Datenbasis. In der politischen Diskussion werden zunehmend die Darstellung von umweltrelevanten Entwicklungen und die Verknüpfung von Umwelt- und Wirtschaftsdaten vorgeschlagen. Für alle hier vorgestellten Indikatoren liegen Daten höchstens bis 2008 vor, die Statistik hinkt damit rund 2 Jahre hinter der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung her. Die derzeit in der EU praktizierte Regelung, wonach die in den nationalen Statistikämtern für die Umweltgesamtrechnung erhobenen Daten auf der Grundlage eines "Gentlemen's Agreement" an Eurostat übermittelt werden, erweist sich als unzureichend für einen Datenstock von angemessener Qualität, Aktualität und mit einer hinreichenden räumlichen Abdeckung. Eine zügige und umfassende statistische Erfassung ist für eine adäquate Bewertung und als Grundlage für politische Entscheidungsprozesse somit unabdingbar.

Darüber hinaus sind ohne eine EU-Rechtsgrundlage die Fortführung und die Finanzierung von Datenerhebung und Auswertung gefährdet, wie mehrere EU-Länder betonen. Die Europäische Kommission hat daher einen entsprechenden Entwurf einer Verordnung für eine harmonisierte europäische Umweltökonomische Gesamtrechnung vorgelegt (Europäische Kommission, 2010) und damit auf die Forderungen des Europäischen Rates reagiert. Eine europäische Umweltökonomische Gesamtrechnung soll die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung auf Schlüsselaspekte einer nachhaltigen Entwicklung erweitern und zur VGR kohärente Daten liefern.

### Literaturhinweise

- Asheim, G. B., "Green National Accounting: Why and How?", *Environment and Development Economics*, 2000, 5, S. 25-48.
- Asheim, G. B., Weitzmann, M. L., "Does NNP Growth Indicate Welfare Improvement?", *Economics Letters*, 2001, 73, S. 233-239.
- Baud, S., Umweltgesamtrechnungen. Modul Integrierte NAMEA 1995-2007, Projektbericht, Statistik Austria, Wien, 2009.
- 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.
- Europäische Kommission, Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates für Europäische Umweltökonomische Gesamtrechnungen, KOM(2010) 132 endgültig, Brüssel, 2010.
- Goossens, Y., Mäkipää, A., Schepelmann, P., van de Sand, I., Kuhndtand, M., Herndorf, M., Alternative Progress Indicators to Gross Domestic Product (GDP) as a Means Towards Sustainable Development, Brüssel, 2007.
- Green, K., Vergragt, P., "Towards Sustainable Households: A Methodology for Developing Sustainable Technological and Social Innovations", *Futures – Journal of Forecasting Planning*, 2002, 34(5), S. 381-400, <http://www.ingentaconnect.com/content/els/00163287/2002/00000034/00000005/art00066>.
- Hertwich, E. G., "Life Cycle Approaches to Sustainable Consumption: A Critical Review", *Environmental Science & Technology*, 2005, 39(13), S. 4673-4684.
- IEA, IAEA, Indicators for Sustainable Energy Development, Paris, 2003.
- 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](http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=32922&typeid=8&display_mode=2).
- 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/jsp/index.jsp?fid=23923&id=36265&typeid=8&display\\_mode=2](http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=36265&typeid=8&display_mode=2).
- Köppl, A., Kettner, C., Kletzan-Slamanig, D., Schleicher, St., Schnitzer, H., Titz, M., Gebetsroither, B., Schmidthaler, M., Steininger, K., Lang, R., Wallner, G., Artner, H., Karner, A., *EnergyTransition 2012/2020/2050. Strategies for the Transition to Low Energy and Low Emission Structures, Interim Report, Studie von WIFO, Technischer Universität Graz, Karl-Franzens-Universität Graz, Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Montanuniversität Leoben und KWI Consultants GmbH im Auftrag des Klima- und Energiefonds, Wien, 2009.*
- Resch, R., Neue Futterwerttabellen für den Alpenraum, 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2007.

- Scheiblecker, M., et al., "Österreichs Wirtschaft im Jahr 2009: Schwerste Krise seit über 60 Jahren", WIFO-Monatsberichte, 2010, 83(4), S. 321-388, [http://www.wifo.ac.at/wwa/jsp/index.jsp?fid=23923&id=39164&typeid=8&display\\_mode=2](http://www.wifo.ac.at/wwa/jsp/index.jsp?fid=23923&id=39164&typeid=8&display_mode=2).
- Stern, N., The Economics of Climate Change. The Stern Review, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.
- Stiglitz, J. E., Sen, A., Fitoussi, J.-P., Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 2009, <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr> (abgerufen am 1. Juli 2010).
- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A. C., Falfan, I. S. L., Garcia, J. M., Guerrero, A. I. S., Guerrero, C. S., "National Natural Capital Accounting with the Ecological Footprint Concept", Ecological Economics, 1999, 29(3), S. 375-390.
- Wackernagel, M., Rees, W. E., "Our Ecological Footprint – Reducing Human Impact on the Earth", Environment and Urbanization, 1996, 8(2), S. 216-216.
- 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 Alternative Approaches to Measuring Sustainability – Summary*

For the third time in a row, WIFO presents a series of key indicators designed to provide transparent and easily accessible information on issues of climate change, energy use and economic performance in Austria. In doing so, WIFO emphasises the need to decarbonise the energy system in order to mitigate climate change. This edition is extended by indicators depicting the input of minerals by selected production sectors in order to draw attention to the resource base of the economy. In addition, the study goes "beyond GDP" with a view to measuring sustainability using function-based indicators for Austria.