

Kurt Kratena*)

Ökologische Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Das Potential eines Input-Output-Ansatzes

Die Kritik an der mangelnden Aussagefähigkeit der Aggregate der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) — insbesondere des BIP — als Wohlfahrtsindikator reicht bis in die zwanziger Jahre (Pigou) zurück. Die extensive Verwendung des Aggregates „BIP“ als Wohlfahrtsindikator ist freilich nicht den Erfindern oder Anwendern der Volkseinkommensrechnung selbst zuzuschreiben, sondern einer breiten Öffentlichkeit, die zu dieser unreflektierten Wohlfahrtsinterpretation des BIP neigt. Der Vorwurf der Unreflektiertheit betrifft einerseits den direkten Schluß vom Indikator BIP auf die Wohlfahrt, andererseits aber auch das Herausgreifen des BIP aus einer Fülle von Einkommensindikatoren, die die VGR liefert (vgl. Richter, 1987, 1993).

Das Grundproblem der ökologischen VGR

Bereits in den siebziger Jahren entstanden aus dieser Kritik an der mangelnden Relevanz der Volkseinkommensrechnung für die Messung von nationaler Wohlfahrt erste Ansätze der „BIP-Bereinigung“ im Sinne eines „Netto“-Wohlfahrtsindikators. Die Grundidee aller dieser Nettoindikatoren liegt darin, vom Brutto-Inlandsprodukt nicht nur die Abschreibungen auf Sachkapital abzuziehen (was in der VGR in der Berechnung des Netto-Nationalproduktes

Die mit den Konzepten zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung beschäftigten internationalen Institutionen (UNO, Statistisches Amt der EU) und die statistischen Ämter vieler Industrie- und Entwicklungsländer begannen in den letzten Jahren, ein System der ökologischen VGR aufzubauen. Unter den zahlreichen konzeptiven Arbeiten auf nationaler Ebene sind zwei grundlegende Linien auszumachen: einerseits eine explizite Bereinigung des BIP im Sinne eines Ökosozialproduktes, die damit den Boden der deskriptiven Statistik verläßt, und andererseits die Schaffung eines detaillierten Umweltinformationssystems zur Anknüpfung an das traditionelle VGR-System. Das österreichische Konzept ist zur zweiten Gruppe zu zählen; es beruht auf einem Input-Output-Kern mit einer Erweiterung um mannigfache Umweltwirkungen und einer Umweltbestandsrechnung.

geschieht), sondern auch andere Aufwendungen, die aus der Wohlfahrtsperspektive ähnlich den Abschreibungen abzuziehen wären. Diese häufig auch „Defensivausgaben“ genannten Aufwendungen sind Kosten, die anfallen, um ein gewisses Niveau wohlfahrtsrelevanter Umstände (z. B. Umweltqualität) konstant zu halten; sie tragen daher nicht zur „Netto“-Wohlfahrt bei.

Im Zusammenhang mit der ökologischen VGR werden diese Defensivausgaben auch als „Abschreibungen auf den natürlichen Kapitalstock“ gesehen, also Ausgaben, die getätigt werden müssen, um den Bestand an Umweltkapital konstant zu halten.

Die Entstehung der Diskussion zur ökologischen VGR in den letzten Jahren, die vor allem die Volkseinkommensrechner selbst beschäftigte und in ein Handbuch der UNO zur

ökologischen VGR unter Federführung von Carsten Stahmer (UNO, 1993) mündete, ist vor diesem Hintergrund zu sehen. Die konzeptiven Arbeiten in den statistischen Ämtern der verschiedenen Länder (zum österreichischen Konzept siehe Franz, 1988) befaßten sich zunächst mit der Erweiterung des Datenrahmens. Um umweltrelevante Auswirkungen der menschlichen Wirtschaftsweise in einer Buchhaltung erfassen zu können, ist zunächst eine empirische Erfassung all jener Faktoren notwendig, die den Zustand der natürlichen Umwelt beeinflussen. Dieser Zugang führte zunächst zur Konzeption von Umwelt-Satellitensystemen zur VGR (bislang meist noch nicht empirisch). Darin sollen einerseits die Umweltwirkungen ökonomi-

*) Die Aufbereitung der statistischen Daten betreute Susanne Kopal

scher Vorgänge erfaßt werden: Emissionen, Immissionen und Bestandsveränderungen des „Naturkapitals“ (Umweltfolgewirkungen) Andererseits sollen auch — unter Vermeidung von Doppelzählungen — die durch Umweltwirkungen hervorgerufenen ökonomischen Aktivitäten („Ausgaben für den Umweltschutz“) korrekt verbucht werden. Dieser Zweig der Forschung im Rahmen einer ökologischen VGR ist konzeptiv im wesentlichen abgeschlossen und tritt nun in die Phase der empirischen Umsetzung ein

Offen bleibt bis auf weiteres die Lösung des Grundproblems der ökologischen VGR, nämlich der Konstruktion eines „Wohlstandsindikators“ in voller Konsistenz mit den Konzepten der traditionellen VGR. Der Kern des Problems liegt darin, einen eindimensionalen Indikator zu finden, durch den Umweltkosten direkt (letztlich in Geldeinheiten) mit den Aggregaten der traditionellen VGR vergleichbar werden. Die einzelnen Ansätze zur ökologischen VGR lassen sich nach ihrer Haltung zu dieser Frage grob in zwei Gruppen unterteilen: Die erste Gruppe sind Ansätze, die explizit eine BIP-Bereinigung bzw. eine Umsetzung von Umweltschäden in (in Geldeinheiten gemessene) Kosten anstreben. Die Konzepte der zweiten Gruppe haben lediglich die deskriptive Erfassung aller Umweltwirkungen der Wirtschaftsaktivität zum Ziel.

Unter den Ansätzen zur BIP-Bereinigung sind als große wichtige Untergruppen die Defensivkostenkonzepte und die möglichst nahe beim Rahmen des SNA (System of National Account) bleibenden Ansätze zu unterscheiden. Die Modelle zur Erfassung der Umweltwirkungen sind Indikatoransätze oder Umweltsatellitensysteme, wobei die Trennlinie nicht ganz genau gezogen werden kann.

Der Defensivkostenansatz ist in gewisser Hinsicht ein Extrempunkt im Spektrum der ökologischen VGR zwischen der expliziten BIP-Bereinigung und dem bloßen Ankoppeln eines Umweltinformationssystems. Er geht nur von traditionell im BIP eingerechneten Ausgaben aus, die vom Gesichtspunkt der Wohlfahrt vom BIP abzuziehen wären, da sie lediglich die Konstanz eines bestimmten Niveaus an Umweltqualität garantieren. Abgesehen davon, daß die Qualifizierung einer Ausgabe als „defensiv“ einem willkürlichen Spielraum unterliegt, werden mit diesem Ansatz bestenfalls jene Ausgaben erfaßt, die zu einem Zeitpunkt getätigt wurden. Damit ist keine Aussage über den konkreten Umweltzustand verbunden, zumal der Defensivkostenansatz auch ohne statistische Erfassung der Umwelt auskommt. Der entscheidende Punkt wäre aber gerade, das „richtige“ Niveau an Defensivkosten zu erfassen, das auch wirklich garantiert, daß der Umweltbestand quantitativ und qualitativ intakt bleibt.

Andere BIP-Bereinigungsansätze, die ins Kontenkonzept der traditionellen VGR eingepaßt werden können (z. B. *Hueting*, 1993), behelfen sich mit Konstrukten zur Beantwortung dieser Frage. Dabei wird z. B. eine gesellschaftliche Nachfragefunktion für intakte Umwelt geschätzt und

dann nach den Kosten der Vermeidung von Umweltschäden bis zum gesellschaftlich erwünschten Niveau gefragt. Allen Ansätzen der *Quantifizierung von Kosten der Umweltschädigung* gemeinsam ist, daß sie den Boden der deskriptiven Statistik verlassen und mit *Modellrechnungen* operieren müssen. Aus derzeitiger Sicht und derzeitigem Stand der Forschung läßt sich sagen, daß die Lösung des Grundproblems der ökologischen VGR tatsächlich nur durch diesen Übergang von deskriptiver Statistik zu Modellrechnungen unter Annahmen über Zusammenhänge zwischen gesamtgesellschaftlicher Wohlfahrt und dem Zustand der natürlichen Umwelt lösbar ist.

Jene Ansätze, die vom Zustand der Umwelt ausgehen, haben den Vorzug, diesen auch in die deskriptive Statistik einzubeziehen. Dadurch wird das Konzept des „intakten Natur-Kapitalstocks“ operationalisiert und im Zeitablauf statistisch darstellbar. Vor allem die Umweltsatellitensysteme liefern darüber hinaus die Brücke zur Wirtschaftsaktivität im Konzept der traditionellen VGR, sodaß eine Ankoppelung des Umweltinformationssystems möglich ist. Sehr viele dieser Ansätze beruhen im Kern auf Input-Output-Tabellen. Das Ergebnis dieser Ansätze ist ein *rein deskriptiv gestaltetes Rechenkonzept* („accounting framework“), das jedoch vielfältige analytische Möglichkeiten in Form von Modellanalysen eröffnet.

Die Frage, ob solche Modellanalysen zu bestimmten Grundfragestellungen der ökologischen VGR durchgeführt werden sollen, liegt im „metaphysischen“ Bereich des persönlichen Forschungsinteresses. Dabei gibt es Stimmen, die vor allem im Hinblick auf die eingangs erwähnte Geschichte der Fehlinterpretation der VGR-Aggregate als Wohlfahrtsindikatoren vor der vorschnellen Etikettierung gewisser Modellergebnisse als „Ökosozialprodukt“ warnen. Ein auf einem nicht eindeutigen Konzept basiertes „Ökosozialprodukt“ könne leicht der Kontrolle durch den Experten entgleiten und sich verselbständigen¹⁾. Ein durch Erweiterung und Anpassung des traditionellen VGR-Konzeptes entstandenes System, das als Rechenwerk für den Aufbau von Modellanalysen dienen kann, ist sicher der wissenschaftlich seriöseste Zugang zur Fragestellung. Für die empirische Anwendung ist es unabdingbar anzugeben, wann und wo die Grenze zwischen *deskriptiver Statistik* und *Modellanalyse* überschritten wird.

Ein Input-Output-Ansatz zur Erfassung der Umweltkosten von CO₂-Emissionen

Das österreichische Konzept zur ökologischen VGR (*Franz*, 1988) zeichnet sich durch voll konsistente Anbindung an das in Österreich verwendete Gerüst der VGR (SNA — System of National Accounts) und besondere Betonung des Input-Output-Kerns dieses Systems mit Make- und Absorptionsmatrizen aus. Ein Input-Output-Ansatz, der einer um einen Umweltsatelliten erweiterten Input-Output-

¹⁾ *Holub et al* (1993): „Ist eine solche populär klingende Größe wie ein Ökosozialprodukt einmal (und auch nur probenhalber) eingeführt, so ist nicht auszuschließen, daß der statistische Zauberlehrling, der es in die Welt gesetzt hat, es nicht mehr los wird — ja daß es sich wie das Frankenstein-Monster letztlich gegen seinen Erzeuger selbst richtet.“ Dieses Zitat zeigt deutlich, daß auch Skeptiker der ökologischen VGR dazu neigen, unterschiedliche Konzepte (die Ballade vom Zauberlehrling, den Frankenstein-Mythos) zu vermengen.

put-Tabelle entspricht sodaß die Umweltwirkungen direkt an Produktionsaktivitäten gekoppelt werden können („Linkage“-Ansatz; siehe dazu *Richter*, 1991) paßt somit besonders gut zu diesem Konzept. Versuche der empirischen Erfassung von Umweltkosten mit derartigen Input-Output-Ansätzen gehen jedoch über das *rein deskriptive Konzept* von *Franz* (1988) hinaus und haben den Charakter von *statischen Modellsimulationen*.

Ein Input-Output Ansatz fügt sich besonders gut in das österreichische Konzept der ökologischen VGR. Die Anwendung zur Berechnung der Umweltkosten eines bestimmten Emissionsniveaus macht jedoch Modellrechnungen notwendig und geht über das rein deskriptive österreichische Konzept hinaus. CO₂-Emissionen können nicht entsorgt, sondern nur durch Verminderung der Massenströme vermieden werden. Der Input-Output-Ansatz zeigt, um wieviel das BIP verringert werden müßte, um bei gegebener Wirtschaftsstruktur und Produktionstechnik eine gewisse Emissionsgrenze (das „Toronto-Ziel“) nicht zu überschreiten.

Franz (1988) erweitert das im SNA von 1968 vorgesehene Make-Use-System der Input-Output-Statistik („das ökonomische System“) um ein System für die heimische Umwelt und eine Bestandsrechnung für „umweltnahes und anderes Sachkapital“. Das Umweltsystem wird dabei mehrdimensional dargestellt, unterschieden wird zwischen Emissionen, Immissionen, Umweltmedien und Schädigung bzw. Wiederherstellung. Für die empirische Umsetzung bedeutet das auch, daß die Übergänge zwischen diesen Bereichen erfaßt werden müssen — ein Anspruch, der nur mit interdisziplinärer Zusammenarbeit einlösbar erscheint. Die volle empirische Implementierung des Konzepts von *Franz* (1988) liefert einen Datenrahmen, in dem eine Fülle von analytischen Fragestellungen zur ökologischen VGR beantwortet werden kann (siehe *Richter*, 1991).

Kratena — Chovanec — Konecny (1992) versuchen, ein Satellitensystem „Umwelt“ für das in Österreich in der Input-Output-Statistik verwendete Make-Use-System zu konstruieren und empirisch anhand einer provisorischen Input-Output-Tabelle 1983 umzusetzen. Darüber hinaus wurde das von *Leontief* (1970) und *Lehbert* (1972) entworfene Umwelt-Input-Output-Modell zur Quantifizierung der Vermeidungskosten von Umweltschäden empirisch angewandt. *Leontiefs* (1970) um Umweltwirkungen der Produktion und Rückwirkungen des Umweltzustands auf die Produktion erweiterter Input-Output-Ansatz kann als das Grundmodell dieser „Satellitensysteme“ gesehen werden. Der „Linkage“-Ansatz zwischen den Produktionsniveaus der Aktivitäten und den verschiedenen Umweltwirkungen (z. B. Emissionen) ist der erste Ansatzpunkt dieses Konzepts. Die Umweltwirkung von Produktions- und Konsumaktivitäten erscheint dann als ein Nebenprodukt der Wirtschaftsaktivität, bzw. der Verbrauch an Umweltmedien wird direkt an die Produktion gekoppelt. Über die Annahme fixer Technologie, d. h. eines gewissen Umweltverbrauchs je Outputseinheit (z. B. Wasseremission je Einheit Zellstoffproduktion) läßt sich dann das übliche Instrumentarium der Input-Output-Analyse anwenden. Dieser Aus-

baustein der traditionellen VGR liefert zunächst nur ein Umweltanalyseinstrumentarium, dessen Ergebnisse Umweltwirkungen als „open end“ ökonomischer Prozesse darstellen. Dieser erste Schritt wäre daher auch zwischen den Vertretern der oben dargestellten unterschiedlichen Positionen zur ökologischen VGR unumstritten.

Der zweite Erweiterungsschritt des Modells von *Leontief* (1970) geht jedoch darüber hinaus und hat den Charakter reiner Modellanalyse. Auf der anderen Seite des Umweltsektors (als „Eingänge“) werden jene Vorleistungen verbucht, die notwendig sind, um mit bestehenden (bekannten) Entsorgungstechnologien Emissionen zu vermeiden. Dabei ist implizit an das Vermeidungskonzept von nachsorgendem Umweltschutz („End-of-pipe“-Technologien) gedacht, da dies zusätzliche Vorleistungen bei *bestehender Produktionstechnologie* sind.

Um daraus ein lösbares Input-Output-Modell zu erhalten, muß als zusätzliche Größe ein „Grenzwert“ für das Niveau der Emissionen vorgegeben werden. Die Modellösung liefert dann die Vermeidungskosten im Sinne zusätzlicher Wirtschaftsaktivität, die anfallen, um das Emissionsniveau nicht zu überschreiten. Die Konsistenz mit dem Kreislaufkonzept der VGR und der Input-Output-Statistik ist gewahrt: Die Umweltkosten sind zusätzlicher Aufwand bzw. Nachfrage der Entsorgungssektoren, ohne daß die Endnachfrage oder das BIP steigt. Hier ist auch eine Parallele zu den Konzepten des „Netto“-Wohlfahrtsindikators gegeben. Mit diesem zweiten Schritt wird bewußt die Grenze einer Analyse, die Umweltwirkungen als Nebenprodukt der Produktion darstellt (im Sinne der Satellitensysteme), überschritten und eine *Bewertung des Umweltverbrauchs in der eindimensionalen Größenordnung „Geldeinheit“* angestrebt. Zusätzlich muß eine Annahme über das nicht zu überschreitende Emissionsniveau und damit über anzustrebende Standards von Umweltqualität getroffen werden. Diese Obergrenze der Emissionen ist aus Sicht des Ökonomen „exogen“ gegeben und repräsentiert die sich mit den Präferenzen der Gesellschaft deckende „Nachfrage“ nach Umweltqualität bzw. ist die in Zahlen gegossene Garantie für intakte Umweltmedien. In der Praxis wird man bei der Festsetzung dieser „Emissionsgrenzen“ auf eine Mischung aus naturwissenschaftlicher Expertise und allgemeinen umweltpolitischen Zielen zurückgreifen müssen. So untersuchen z. B. *Kratena — Chovanec — Konecny* (1992) — unter gewissen naturwissenschaftlichen Annahmen — die volkswirtschaftlichen Kosten der Erreichung von Gewässergüteklasse II für alle österreichischen Fließgewässer.

Dieses von *Leontief* (1970) entworfene Modell ist sehr stark vom Gedanken des nachsorgenden Umweltschutzes geprägt. Die Verlagerung der Umweltprobleme in den letzten Jahrzehnten (siehe dazu auch *Hüttler — Payer — Schandl*, in diesem Heft) ließ das Interesse an nachsorgendem Umweltschutz sinken. Die Umweltdebatte der neunziger Jahre ist durch die *Entkoppelungsdiskussion* und die damit verbundenen Umweltprobleme gekennzeichnet: Eine Reihe von Stoffen wird durch Wirtschaftsaktivitäten in die Umwelt eingebracht und verursacht dort Schäden, kann aber nicht traditionell „entsorgt“ werden (z. B. CO₂). Die (endgültige) Entsorgung von Emissionen

muß vor dem Hintergrund des Gesetzes von der Erhaltung der Masse (erster Hauptsatz der Thermodynamik) ohnehin als Illusion angesehen werden und trifft nur dort zu, wo die Umwandlung eines umweltschädlichen Stoffes in ein gänzlich ungefährliches Produkt gelingt (z. B. die Umwandlung von SO₂-Emissionen in Gips in einer traditionellen Rauchgasreinigungsanlage). Die Umweltprobleme der neunziger Jahre konzentrieren sich vermehrt auf Stoffe, deren Durchsatz durch das Wirtschaftssystem bzw. deren Abgabe an die natürliche Umwelt im Niveau reduziert werden muß, was nur durch geringeren Einsatz dieser Stoffe im Wirtschaftsprozeß möglich ist. CO₂-Emissionen etwa können nur dadurch reduziert werden, daß eine geringere Menge an fossilen Brenn- und Treibstoffen verbrannt wird. So stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten einer Entkoppelung dieser Massenströme vom Wachstum der Wirtschaft; sie erscheint nur durch permanenten *Strukturwandel* und *technischen Fortschritt* möglich. Im Konzept der ökologischen VGR steht damit BIP- oder Einkommenswachstum als potentielle Wohlfahrtsvermehrung dem Anstieg oder Nichtabsinken von umweltschädlichen Massenströmen als potentieller Wohlfahrtsminderung gegenüber. Wohlfahrt im Sinne der Erwirtschaftung von Einkommen unter der Nebenbedingung der Intaktheit der Umweltmedien (der „Sustainability“ des Wirtschaftsprozesses) ist davon abhängig, ob die Entkoppelung gelingt. Die Tatsache, daß in der Vergangenheit ein gewisses Einkommensniveau mit einer Wirtschaftsstruktur und einer Technologie verbunden war, die die Einhaltung der wie immer definierten Grenzen für Massenströme nicht gewährleisteten, wäre in einem solchen Konzept als wohlfahrtsmindernd anzusehen. Die Kosten, die in dieser Periode angefallen wären, um bei *gegebener Produktionstechnik* und *Wirtschaftsstruktur* diese Grenzen für Massenströme nicht zu überschreiten, wären der Indikator für die volkswirtschaftlichen Kosten des Umweltverbrauchs.

In einem Input-Output-Ansatz für Österreich soll nun am Beispiel der CO₂-Emissionen die *Möglichkeit* der Erfassung von „zu hohen“ umweltschädlichen Massenströmen in Form von volkswirtschaftlichen Kosten gezeigt werden. Statische Modellsimulationen zeigen ausgehend von der Entkoppelungsdebatte, wie niedrig in zwei ausgesuchten Perioden (1983 und 1992) das Niveau der Wirtschaftsaktivität eigentlich hätte sein müssen, um gewisse gesellschaftlich akzeptierte Umweltstandards — konkret das „Toronto-Ziel“ zur Verringerung der CO₂-Emissionen — zu erreichen. Damit soll nicht ein Ökosozialprodukt berechnet werden, das als fixe Größe neben den traditionellen VGR-Aggregaten stehen könnte. Vielmehr sollen die analytischen Möglichkeiten für Fragestellungen einer ökologischen VGR in einem erweiterten Input-Output-Ansatz an einem ausgewählten Beispiel gezeigt werden.

Ausgangspunkt ist der durch folgende Bilanzgleichungen gegebene Input-Output-Ansatz:

$$(1) \quad \mathbf{Q}_d + \mathbf{M} = \mathbf{Q}_H + \mathbf{C} + \mathbf{F}$$

Güteraufkommen = Güterverwendung,

$$(2) \quad \mathbf{Q}_{H,d} + \mathbf{C}_d + \mathbf{F}_d = \mathbf{Q}_d$$

$$(3) \quad \mathbf{Q}_A = \mathbf{C} \mathbf{Q}_d$$

In diesem Make-Use-System — d. h. es werden Aktivitäten und Güter unterschieden — steht der Vektor \mathbf{Q}_d für das Güteraufkommen aus heimischer Produktion, \mathbf{C} für den privaten Konsum, \mathbf{F} für die sonstige Endnachfrage (Investitionen, Lagerveränderungen, öffentlicher Konsum, Exporte), \mathbf{M} für die Importe und \mathbf{Q}_H für die Intermediärnachfrage. Gleichung (2) stellt dieselbe Bilanzgleichung nur für Güter aus heimischer Produktion dar (\mathbf{d} steht für „domestic“). Aktivitäts- und Güterebene sind über die Make-Matrix verknüpft, die in Gleichung (3) schon in die Marktanteilmatrix \mathbf{C} umgewandelt wurde.

Das Konzept muß nun um die Bilanz für Emissionen erweitert werden. Auch dort gilt eine Mengenzbilanz:

$$(4) \quad \mathbf{B} \mathbf{Q}_A - \mathbf{E} \mathbf{m}^* = \mathbf{E} \mathbf{m}$$

Dabei ist der „Linkage“-Ansatz schon ausformuliert, indem die Gesamtemissionen über eine Matrix von Emissionskoeffizienten (\mathbf{B}) fix mit dem Outputniveau (\mathbf{Q}_A) verbunden sind²⁾.

$\mathbf{E} \mathbf{m}^*$ ist nun das nicht zu überschreitende Emissionsniveau für CO₂ in Österreich, also das Toronto-Ziel einer Reduktion um 20% gegenüber dem Niveau von 1988. Die Bilanzgleichung wird durch $\mathbf{E} \mathbf{m}$ geschlossen, also jene Menge an CO₂-Emissionen, die in dem entsprechenden Jahr reduziert werden müßte.

Für die Lösung des Modells muß nun die Matrix der *technischen Koeffizienten* aus heimischer Produktion, \mathbf{A}_d , berechnet werden. Man erhält sie, wenn man die Spaltenelemente von $\mathbf{Q}_{H,d}$ durch den entsprechenden Output der Aktivität, \mathbf{Q}_A , dividiert.

Gleichung (5) faßt das System aus den Gleichungen (2) bis (4) unter Verwendung der Koeffizientenmatrizen zusammen, Gleichung (6) zeigt die übliche Lösung des Systems mit der „Leontief-Inversen“:

$$(5) \quad \begin{bmatrix} 0 & \mathbf{C} & 0 \\ \mathbf{A}_d & 0 & 0 \\ \mathbf{B} & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{Q}_A \\ \mathbf{Q}_d \\ \mathbf{E} \mathbf{m} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \mathbf{F}_d \\ -\mathbf{E} \mathbf{m}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Q}_A \\ \mathbf{Q}_d \\ \mathbf{E} \mathbf{m} \end{bmatrix}$$

$$(6) \quad \begin{bmatrix} \mathbf{I} & -\mathbf{C} & \mathbf{I} \\ -\mathbf{A}_d & \mathbf{I} & \mathbf{I} \\ -\mathbf{B} & \mathbf{I} & \mathbf{I} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ \mathbf{F}_d \\ -\mathbf{E} \mathbf{m}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Q}_A \\ \mathbf{Q}_d \\ \mathbf{E} \mathbf{m} \end{bmatrix}$$

Dabei erscheinen die CO₂-Emissionen als „open end“ der Wirtschaftsaktivität — durch Einsetzen einer Emissionsgrenze, $\mathbf{E} \mathbf{m}^*$, erhält man lediglich jene Emissionsmenge, um die reduziert werden muß ($\mathbf{E} \mathbf{m}$).

Analog zum ursprünglichen Modell von *Leontief* (1970) soll auch dieses Modell nun geschlossen werden, um zu den Kosten der Nichtüberschreitung der Emissionsgrenze zu kommen. *Leontief* führt dafür eine „Emissionsreduktionsmatrix“ ein, die auf Basis bekannter Entsorgungstechnologien den notwendigen Input an Vorleistungen angibt, um die Emissionen um eine Einheit zu reduzieren. Das Konzept ähnelt auch dem der technischen Koeffizienten. Vor dem Hintergrund der Entkoppelungsdebatte läßt sich nun folgende Überlegung anstellen: Bei *gegebener*

²⁾ Um die formale Darstellung zu vereinfachen, wird nur von Emissionen der Produktion ausgegangen. Die empirische Analyse umfaßt auch die gerade in bezug auf CO₂ entscheidenden Emissionen des privaten Konsums; zur formalen Darstellung mit Emissionen des privaten Konsums siehe *Kratena* (1993).

Struktur der gesamtwirtschaftlichen Aktivität und gegebener Produktionstechnologie können die CO₂-Emissionen nur durch eine zu den Emissionskoeffizienten und den Gewichten des CO₂-Beitrags der einzelnen Aktivitäten proportionale Reduktion des Outputs aller Aktivitäten gesenkt werden. Damit ist eine „Emissionsreduktionsmatrix“ zu konstruieren, deren Koeffizienten angeben, um wieviel der Output der Aktivitäten sinken muß, damit insgesamt um eine Einheit weniger CO₂ emittiert wird. Diese Koeffizienten sind gegeben durch das Produkt der inversen Emissions-

koeffizienten mit den Emissionsgewichten $\frac{1}{b_j} \frac{E_j}{\sum E_j}$ und ha-

ben ein negatives Vorzeichen mit b_j als den Koeffizienten der Matrix **B** für die j Aktivitäten und E_j als den Emissionen der einzelnen Sektoren. Dann läßt sich ein Vektor des für die Einhaltung der Emissionsgrenze notwendigen Outputrückgangs berechnen, der hier mit **R** bezeichnet wird. Ökonomisch ist dieser Outputrückgang als jener Teil der Wirtschaftsaktivität zu interpretieren, der hätte abgeschöpft werden müssen, um in einer vergangenen Periode ohne Eingriffe in Struktur und Technologie ein Emissionsziel zu erreichen. Tatsächlich gibt es unendlich viele Möglichkeiten, wie sich ein Wirtschaftssystem durch Strukturwandel und technischen Wandel an ein Emissionsziel annähern kann, für eine bereits vergangene Periode stehen diese Optionen aber nicht mehr zur Verfügung.

Mit der Emissionsreduktionsmatrix **E** läßt sich das System folgendermaßen anschreiben:

$$(7) \begin{bmatrix} 0 & C & 0 \\ A_d & 0 & E \\ B & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_A \\ Q_d \\ E_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ F_d \\ -E_m^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_A \\ Q_d \\ E_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ R \\ 0 \end{bmatrix}$$

Analog zum System aus Gleichung (5) kann nun eine Lösung gesucht werden, in der der Outputrückgang in direkter Abhängigkeit zur Endnachfrage dargestellt wird (indem man (6) in (7) einsetzt):

$$(8) \left[I + \begin{bmatrix} I & -CI \\ -A_d & I \\ -B & I \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 & C & 0 \\ A_d & 0 & E \\ B & 0 & 0 \end{bmatrix} \right] \begin{bmatrix} 0 \\ F_d \\ -E_m^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ R \\ 0 \end{bmatrix}$$

Dieses System zeigt, in welcher Proportion sich die Umweltkosten im Sinne des notwendigen Outputrückgangs verändern, wenn sich die inländische Endnachfrage verändert.

Dieser Input-Output-Ansatz wurde nun empirisch für die beiden Jahre 1983 und 1992 angewendet. Nochmals soll hier betont werden, daß die Ergebnisse nicht als eindimensionaler Indikator im Sinne eines Ökosozialproduktes zu interpretieren sind, sondern als exemplarische Anwendung eines Ansatzes, dessen Potential im nächsten Abschnitt beschrieben wird. Die Quelle für die empirische Anwendung sind die auf die im WIFO verwendete Aggregation (19 Aktivitäten bzw. Güter) komprimierte Input-Output-Tabelle 1983 des ÖSTAT und eine im WIFO erstellte Fortschreibung dieser Tabelle für das Jahr 1992, die bereits in einigen Forschungsprojekten eingesetzt wurde. Diese Fortschreibung berücksichtigt neben einer detaillierten Schätzung der Güterstrukturen der Endnachfrage 1992 auch einige wichtige Faktoren des technischen Wandels zwischen 1983 und 1992. Zunächst wurde — was für die hier gewählte Fragestellung der CO₂-Emissionen besonders wichtig erscheint

CO₂-Emissionen der Wirtschaftsbereiche *Übersicht 1*

	1983	1992
	1 000 t	
Land- und Forstwirtschaft	2 143	2 080
Bergbau	344	179
Nahrungs- und Genußmittel	1 331	1 189
Textilien, Bekleidung, Leder	480	368
Holzbe- und -verarbeitung	373	482
Papierherzeugung und -verarbeitung	1 698	2 178
Chemie (ohne Erdöl)	1 131	1 091
Erdöl	265	741
Steine und Erden, Glas	2 049	2 139
Grundmetalle	7 884	6 860
Metallverarbeitung	890	1 175
Energie- und Wasserversorgung	8 240	8 771
Bauwesen	766	742
Handel	1 614	1 068
Gastgewerbe	1 246	551
Verkehr und Nachrichtendienste	4 246	3 733
Vermögensverwaltung	150	168
Sonstige Dienste	1 119	788
Öffentlicher Dienst	566	468
Produktion	36 514	34 751
Privater Konsum	13 466	18 838
Insgesamt	49 980	53 589
Toronto-Ziel	40 658	40 658
Erforderliche Reduktion	- 9 322	- 12 931
Privater Konsum	- 2 512	- 4 546
Produktion	- 6 810	- 8 385

— die in den Energiebilanzen des ÖSTAT dokumentierte Veränderung des Energieinputs der Aktivitäten zwischen 1983 und 1992 auf die Input-Output-Tabelle 1983 übertragen. Außerdem wurde der Einfluß von „Product-mix“-Effekten auf detaillierter Ebene der Warendreisteller der österreichischen Betriebssystematik untersucht. Auch wenn die

Die empirische Anwendung des Input-Output-Ansatzes auf zwei Eckjahre (1983, 1992) zeigt, wie sich die hypothetische BIP-Reduktion, die zur Erreichung des „Toronto-Ziels“ notwendig wäre, entwickelt hat: Das BIP ist zwischen den Eckjahren pro Jahr durchschnittlich um 2,7% gewachsen, die CO₂-Emissionen um 0,8%, das „bereinigte“ BIP um 1,8%; die Entkoppelung ist somit teilweise gelungen. Zur Erreichung des Toronto-Ziels wäre aber eine durch Strukturwandel und technischen Wandel bestimmte wesentlich stärkere Entkoppelung notwendig. Der hier verwendete Ansatz stellt nicht auf die Berechnung eines „Ökosozialproduktes“ ab, sondern eignet sich vielmehr dafür, im Rahmen von Modellsimulationen zur Wirkungsweise umweltpolitischer Instrumente zusätzlich zu den jetzt untersuchten Größen (BIP, Beschäftigung usw.) ausgewiesen zu werden.

Technologien auf Dreistellerebene konstant bleiben, ändert sich z. B. die Technologie des Sektors Metallverarbeitung (bestehend aus den Warendreistellern 521 bis 597) dann wenn sich die Outputgewichte der einzelnen Dreisteller ändern. Als zusätzlicher Faktor des technischen Wandels wurde die Veränderung der „wichtigsten“ Inputs der Sektoren (z. B. Holz in der Zellstofferzeugung, Baustoffe in der Bauwirtschaft) zwischen 1983 und 1992 berücksichtigt. Dennoch weist die Tabelle für 1992 gegenüber jener des ÖSTAT für 1983 starken Fortschreibungscharakter auf.

Übersicht 1 zeigt die sich aus dem Energieeinsatz ergebenden CO₂-Emissionen der einzelnen Sektoren für 1983 und

Hypothetischer Konsumrückgang durch Einschränkung der Emissionen zur Erreichung des Toronto-Ziels *Übersicht 2*

	CO ₂ -Emissionen		Emissionsminderung		Konsumminderung	
	1983	1992	1983	1992	1983	1992
	1 000 t				Mill S	
Bergbau	2.659	1.762	- 818	- 553	- 418	- 508
Erdöl	9.417	14.302	-2.898	-4.485	- 7.602	-10.381
Energie- und Wasserversorgung	1.391	2.773	- 428	- 870	- 5.541	- 8.217
Insgesamt	13.466	18.838	-4.144	-5.907	-13.562	-19.106

Hypothetische Verringerung des BIP durch Einschränkung der Emissionen zur Erreichung des Toronto-Ziels *Übersicht 3*

	Brutto-Produktionswert		Output-minderung	Verringerung des BIP
	Tatsächlicher Wert	Bei Senkung der CO ₂ -Emissionen		
	in der Endnachfrage		in Endnachfrage und Produktion	
	Mill S		Mill S	
Land- und Forstwirtschaft	73.351	73.334	60.869	- 12.465
Bergbau	4.304	4.123	3.356	- 767
Nahrungs- und Genussmittel	142.344	142.321	118.169	- 24.153
Textilien, Bekleidung, Leder	59.158	59.150	49.132	- 10.018
Holzbe- und -verarbeitung	58.747	58.716	48.813	- 9.903
Papierherstellung und -verarbeitung	50.863	50.798	42.270	- 8.529
Chemie (ohne Erdöl)	77.359	77.223	64.471	- 12.752
Erdöl	58.839	50.637	41.224	- 9.413
Steine und Erden Glas	45.004	44.917	37.396	- 7.522
Grundmetalle	57.938	57.870	47.285	- 10.584
Metallverarbeitung	248.734	248.295	207.382	- 40.913
Energie- und Wasserversorgung	85.301	77.312	64.129	- 13.183
Bauwesen	142.644	142.448	118.654	- 23.795
Handel	216.917	216.746	181.173	- 35.573
Gastgewerbe	77.633	77.605	65.119	- 12.486
Verkehr und Nachrichtendienste	117.936	117.699	98.126	- 19.574
Vermögensverwaltung	240.114	239.153	201.152	- 38.002
Sonstige Dienste	173.813	173.736	144.738	- 28.996
Öffentlicher Dienst	167.673	167.673	138.592	- 29.081
Insgesamt	2.096.674	2.079.758	1.732.047	-347.711
Veränderung gegenüber dem tatsächlichen Wert 1983 in %			-0,90	-17,47
			-16,57	-16,52

1992. Abweichungen gegenüber den vom Umweltbundesamt ausgewiesenen Gesamtemissionen an CO₂ resultieren aus der Nichtberücksichtigung von prozeßbedingtem Emissionen. Das „Toronto-Ziel“ (Reduktion auf 80% der Emissionen von 1988) liefert eine Berechnung für 1988 im gleichen Schema, die nicht in Übersicht 1 angeführt ist. Die CO₂-Emissionen des privaten Konsums ergeben sich aus dem Energieverbrauch der Haushalte. Nun wird angenommen, daß die Wirtschaftssektoren und die Haushalte zur Erreichung des Toronto-Ziels ihre CO₂-Emissionen jeweils proportional reduzierten.

In einem ersten Schritt wird errechnet, um wieviel der private Konsum in der Definition des hier verwendeten Konzeptes (Inlandskonsum von Gütern aus inländischer Erzeugung) geringer hätte sein müssen, um die proportionale CO₂-Emission zu erreichen. Die Emissionen des privaten Konsums aus Energieverbrauch finden sich in der Gliederung dieses Modells in den Bergbauprodukten (Kohle), den Erdölprodukten und den Produkten der Energieversorgung (Erdgas), die CO₂-Emissionen können daher diesem Konsum direkt zugerechnet werden. Unter der Annahme, daß jeweils jeder dieser Konsumbereiche im Ausmaß seines Anteils an den CO₂-Emissionen zur Reduktion hätte beitragen müssen, erhält man die Aufteilung der notwendigen Emissionsminderung. Anhand der Emissionskoeffizienten (Emissionen je Konsumeinheit) und der güterspezifischen Importquoten errechnet sich die entsprechende Konsumminderung. Da ein Teil der im Inland verbrauchten Energieträger nicht direkt aus heimischer Produktion stammt, ist die Konsumminderung im Ausmaß dieser Importquoten geringer, d. h. der im Inland wirksame Nachfragerückgang entspricht nicht der insgesamt notwendigen Reduktion des Verbrauchs.

Dieser Konsumrückgang löst nun in einem ersten Schritt bereits einen Rückgang des Aktivitätsniveaus und damit der CO₂-Emissionen aus (Übersichten 3 und 4, jeweils zweite Spalte). Die Restemissionsmenge der Produktion, um die reduziert werden muß, um das Toronto-Ziel zu erreichen wird somit geringer, als ursprünglich in Übersicht 1 angeführt.

Die Übersichten 3 und 4 zeigen neben dem tatsächlichen Brutto-Produktionswert³⁾ jene hypothetischen Werte, die sich ergeben, wenn das Toronto-Ziel durch Einschränkung des Konsums und der Produktion erreicht wird. Dabei stellt die dritte Spalte jeweils den endgültigen Outputvektor dar, der mit dem Toronto-Ziel vereinbar ist. Diese Ergebnisse er-

hält man durch Anwendung des Ansatzes von Gleichung (7), die Spalte „Verringerung des Outputs“ entspricht dem Vektor **R** im Modell. Mit Hilfe der Nettoquoten des entsprechenden Jahres läßt sich der Effekt für den BPW auf einen BIP-Effekt umrechnen. Dieser BIP-Effekt von -180 Mrd. S im Jahr 1983 und -314 Mrd. S (zu Preisen von 1983) im Jahr 1992 kann nun als entsprechende Ergänzung des Modells auf der Wertschöpfungsseite gesehen werden. Die Abschöpfung der Güternachfrage zur Erreichung des Toronto-Ziels hat eine geringere Produktion und damit ein geringeres Niveau von Faktoreinkommen zur Folge.

Für die Entwicklung zwischen 1983 und 1992 ergibt sich folgendes Bild: Das reale BIP (die Wertschöpfung aller Wirtschaftssektoren) ist zwischen den Eckjahren 1983 und 1992 im Durchschnitt um 2,7% jährlich gewachsen, die CO₂-Emissionen um nur 0,8% jährlich. Bereinigt man das BIP in beiden Jahren um die hypothetische BIP-Reduktion zur Erreichung des Toronto-Ziels, dann wächst dieses „bereinigte BIP“ um nur noch 1,8% pro Jahr.

Anwendungsmöglichkeiten des Input-Output-Ansatzes

Der hier exemplarisch für CO₂-Emissionen angewandte Ansatz bietet vielfache Einsatzmöglichkeiten. Abgesehen von

³⁾ Aufgrund konzeptioneller Unterschiede weicht der Brutto-Produktionswert der Input-Output-Tabelle des ÖSTAT für 1983 vom Brutto-Produktionswert der VGR des ÖSTAT teilweise erheblich ab. Hier wurde von der Input-Output-Tabelle 1983 ausgegangen und die Veränderungsraten aus der VGR zwischen 1983 und 1992 auf dieses Niveau angewandt, um den Brutto-Produktionswert 1992 im Input-Output-Konzept zu erhalten.

Hypothetische Verringerung des BIP durch Einschränkung der Emissionen zur Erreichung des Toronto-Ziels 1992, zu Preisen von 1983

Übersicht 4

	Brutto-Produktionswert		Output-minderung	Ver-ringerung des BIP	
	Tatsäch-licher Wert	Bei Senkung der CO ₂ -Emissionen			
	In der End-nachfrage	In End-nachfrage und Pro-duktion	Mill S		
Land- und Forstwirtschaft	73 313	73 289	56 754	- 16 535	- 10 455
Bergbau	2 235	2 071	1 604	- 467	- 253
Nahrungs- und Genußmittel	165 468	165 436	128 111	- 37 325	- 13 408
Textilien, Bekleidung, Leder	53 456	53 446	41 388	- 12 058	- 4 431
Holzbe- und -verarbeitung	79 504	79 458	61 531	- 17 927	- 7 485
Papierherstellung und -ver-arbeitung	82 232	82 144	63 611	- 18 533	- 6 857
Chemie (ohne Erdöl)	104 488	104 329	80 791	- 23 538	- 8 006
Erdöl	77 330	65 620	50 815	- 14 805	- 4 027
Steine und Erden Glas	56 627	56 537	43 781	- 12 756	- 5 644
Grundmetalle	61 897	61 651	47 741	- 13 909	- 5 218
Metallverarbeitung	304 474	304 026	235 433	- 68 593	- 25 801
Energie- und Wasser-versorgung	111 380	100 673	77 960	- 22 713	- 9 703
Bauwesen	191 920	191 748	148 488	- 43 261	- 22 091
Handel	311 351	311 020	240 849	- 70 171	- 46 173
Gastgewerbe	92 122	92 087	71 311	- 20 776	- 10 919
Verkehr und Nachrichten-dienste	195 987	195 620	151 485	- 44 135	- 19 499
Vermögensverwaltung	301 734	300 478	232 686	- 67 793	- 49 546
Sonstige Dienste	242 087	241 920	187 339	- 54 581	- 38 390
Öffentlicher Dienst	190 572	190 572	147 576	- 42 996	- 26 135
Insgesamt	2 697 976	2 672 127	2 069 252	-602 875	-314 041
<i>Veränderung gegenüber dem tatsächlichen Wert 1992 in %</i>		-0,96	-23,30	-22,35	-22,40

licht dann, die Umweltwirkung einer Maßnahme (z. B. Verringerung von CO₂-Emissionen) den BIP-Effekten direkt gegenüberzustellen

Literaturhinweise

Ahmad Y J, El Serafy S, Lutz E, Environmental Accounting for Sustainable Development World Bank Washington DC 1989

Bayer K, Konzept einer Umweltdefensivkostenrechnung für Österreich WIFO Wien 1992

Fischer-Kowalski M, et al, „Verursacherbezogene Umweltindikatoren — Zusammenfassung der Projektergebnisse“ in Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.) Ökologische Gesamtrechnung — Ergebnisse des Forschungsprojektes „Neue Wege zur Messung des Sozialproduktes“ Wien 1993

Franz A, Grundzüge einer ökologischen Gesamtrechnung für Österreich in ÖSTAT (Hrsg.) Österreichs Volkseinkommen 1987 Wien 1988

Franz A, Stahmer C (Hrsg.) Approaches to Environmental Accounting Heidelberg 1993

Holub W et al, Darstellung und Beurteilung von Ansätzen zum Aufbau einer umweltbezogenen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, in Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.) Ökologische Gesamtrechnung — Ergebnisse des Forschungsprojektes „Neue Wege zur Messung des Sozialproduktes“ Wien 1993

Huetting R, Calculating a Sustainable National Income: A Practical Solution For a Theoretical Dilemma in Franz — Stahmer (1993)

Katterl A, Kratena K, Reale Input-Output-Tabelle und ökologischer Kreislauf Heidelberg 1990

Kratena K, Environmental Accounting and the Effects of Environmental Policy 10th Conference on Input-Output Techniques Sevilla 1993

Kratena K, Chovanec A, Konecny R, Eine ökologische volkswirtschaftliche Gesamtrechnung für Österreich — Die Umwelt-Input-Output-Tabelle 1983 ÖKO-POLIS Wien 1992

Lehbert B, „Die volkswirtschaftlichen Kosten des Umweltschutzes — ein erweitertes Input-Output-System“ Weltwirtschaftliches Archiv 1972 (108) S. 298-318

Leontief, W, Environmental Repercussions and the Economic Structure: Review of Economics and Statistics 1970 (52) S. 262-271

Richter J, Nettowohlfahrtsmaß — eine Alternative zur herkömmlichen Volkseinkommensrechnung in ÖSTAT (Hrsg.) Österreichs Volkseinkommen 1986 Wien 1987

Richter J, Die Implikationen des österreichischen Konzepts einer Umweltberichterstattung für Anwendung und Analyse 2. Stuttgarter Input-Output-Workshop Stuttgart 1991

Richter J, Environmental Accounting: Some Non-Technical Remarks in Franz — Stahmer (1993)

UNO (Hrsg.) Integrated Environmental and Economic Accounting New York 1993

einer Ausweitung auf unterschiedliche Umweltwirkungen ist auch zu jedem Beispiel eine Fülle von Simulationsmöglichkeiten denkbar. Hier wurde ausgehend von der Idee der Entkoppelung zwischen Massenströmen und BIP-Wachstum für zwei vergangene Jahre untersucht, wie stark bei *gegebener Struktur und Technologie* die Produktion hätte reduziert werden müssen, um ein umweltpolitisches Ziel zu erreichen. Die Ergebnisse sind aus verschiedensten Gründen nur als beispielhaft zu bewerten, u. a. weil sie direkt vom gewählten Aggregierungsniveau abhängen. Sehr wahrscheinlich kommt ein stärker disaggregiertes Input-Output-Modell zu anderen Ergebnissen. Gleichzeitig sind die Ergebnisse jedoch schon als ein möglicher Indikator für die volkswirtschaftlichen Kosten eines zu hohen Emissionsniveaus zu sehen.

Das Potential des Ansatzes dürfte aber eher darin liegen, als zusätzlicher Indikator im Rahmen von Modellsimulationen zu dienen. Makroökonomische Modelle der österreichischen Volkswirtschaft, wie sie auch im WIFO zur Bewertung der Wirkungen wirtschaftspolitischer Maßnahmen verwendet werden, stellen die Wirkungen auf die VGR-Aggregate und die Beschäftigung dar. Es wäre denkbar, für eine einschlägige umweltpolitische Fragestellung (z. B. die Einführung einer Energiesteuer) zusätzlich zu den ökonomischen Effekten in Zukunft auch die Frage nach den Wirkungen auf solche Indikatoren aufzunehmen⁴⁾. Dieser Indikator ermög-

⁴⁾ Andere Wohlfahrtsindikatoren, die auf Modellrechnungen beruhen, z. B. das Hicks'sche Wohlfahrtskriterium, werden laufend in Modellsimulationen verwendet.

Environmental Accounting

The Potential of an Input-output Approach – Summary

International institutions concerned with the concepts of national accounts (the UN and the Statistical Office of the EU) as well as the statistical offices of many industrialized and developing countries have begun to construct a system of ecological national accounts. In general two main lines can be discerned among the many theoretical proposals regarding the national level. One group of researchers explicitly attempts to adjust the GDP in the sense of an ecological social product, thus abandoning the idea of descriptive statistics. Another group wants to link a detailed system of information on the environment with the traditional accounting system. Austria has chosen the second option: the „System of National Accounts“ (SNA) is being enlarged into a comprehensive economic/ecological reporting system. An input-output system extended by environmental effects, for example, can be used to calculate, given the technology and economic structure of a certain year, the „feasible“ GDP which

is compatible with a certain environmental goal (such as the „Toronto target“ with regard to CO₂ emissions, which requires a reduction by 20 percent relative to the 1988 level). This „feasible“ GDP can only rise if structural and technical change are sufficient to break the link between the volume of emissions and economic development.

If this approach is applied to the development of Austria's CO₂ emissions between 1983 and 1992, the following picture emerges: between these two years, GDP rose by 2.7 percent, CO₂ emissions by 0.8 percent, and the „feasible“ GDP by 1.8 percent. Thus, the link has been broken, but attainment of the Toronto target would have required an even sharper break. The indicator „feasible“ GDP is not a good substitute for an „ecological social product“, but is suitable as an indicator for the evaluation of the effects of environmental measures (e. g., CO₂/energy tax).