

**Materialfluss Österreich:  
Die materielle Basis der Österreichischen  
Gesellschaft im Zeitraum 1960-1995**

Heinz Schandl

Wien, 1998

ISSN 1726-3816

## INHALTSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Vorwort   | 3  |
| Einleitung  | 3  |
| 1. Umweltinformationssysteme - vom Nutzen des Material Flow Accounting  | 4  |
| 2. Theoretische und methodische Grundlagen  | 6  |
| 2.1. Was wird gezählt   | 5  |
| 2.2. Zielsetzungen einer hochaggregierten MFA, der Indikator Materialinput  | 8  |
| 2.3.1 Inländische Entnahme - Datengrundlagen und methodische Probleme   | 9  |
| 2.3.2 Import und Export, Datengrundlagen und methodische Probleme   | 13 |
| 2.3.3 Zur Frage der Abschätzung der nichtverwerteten Entnahmen im Bereich der inländischen Naturentnahme und der ökologischen Rucksäcke der Importe | 13 |
| 3 Die materielle Basis der österreichischen Volkswirtschaft im Zeitraum 1960 bis 1995   | 14 |
| 4 Der charakteristische Stoffwechsel industrieller Gesellschaften   | 19 |
| 5 Entkoppelung von Materialverbrauch und Wirtschaftswachstum  | 22 |
| 5.1 Das Beispiel Österreich   | 22 |
| 5.2 Materialinput und Materialintensität im internationalen Vergleich   | 25 |
| 5.3 Environmental Kuznets Curves  | 27 |
| 6 Trends und lange Zeitreihen   | 29 |
| 7 Literatur   | 33 |
| 8 Datenquellen  | 37 |
| 9 Biographie  | 37 |
| Anhang  | 39 |

## VORWORT

Bei der Erstellung von nationalen Materialbilanzen sieht man sich gegenwärtig mit zwei Herausforderungen konfrontiert. Man befindet sich in einem hoch dynamischen Wissenschaftsfeld, welches gerade um Konventionen, Standardisierung sowie theoretische Verankerung ringt. Gleichzeitig ist die Datenlage für die Bilanzierung lückenhaft und die Arbeit wird durch Umstellungen in der amtlichen Statistik im Zuge der europäischen Integration zusätzlich erschwert.

Diese Arbeit versteht sich als ein weiterer Schritt die Diskussion in Österreich voranzutreiben. Ihr empirischer Kern ist die Erstellung einer Zeitreihe des gesellschaftlichen Materialverbrauchs für mineralische Materialien, Biomasse und Kohle, Erdöl, Erdgas für die Periode 1960 bis

1995. Auf der Grundlage dieser Daten, die weiterhin als vorläufig anzusehen sind, werden gesellschaftliche Trends in Richtung einer nachhaltigeren Lebensweise industrieller Gesellschaften untersucht.

Die Arbeit baut auf den Konzepten und Diskussionsprozessen meiner Arbeit im Rahmen der Abteilung Soziale Ökologie des IFF auf. Für Anregungen und Diskussionsbeiträge danke ich Marina Fischer-Kowalski, Helmut Haberl, Helga Weisz und Verena Winiwarer. Im besonderen fußen die Ergebnisse auf dem gemeinsamen Arbeitsprozeß mit Walter Hüttler und Harald Payer, denen an dieser Stelle für ihre Diskussionsbeiträge gedankt sei.

## EINLEITUNG

Spätestens seit 1987, als die UN-Kommission für Umwelt und Entwicklung, auch Brundtland-Kommission genannt, ihren Bericht „Our Common Future“ vorlegte, ist der Schlüsselbegriff der umweltpolitischen Diskussion „Sustainable Development“ in aller Munde. Er enthält eine neue Botschaft: Entwicklung und Umweltschutz, Wachstum und nachhaltige gesellschaftliche Entwicklung sind vereinbar.

Damit antwortet Sustainable Development auf zwei eng miteinander verzahnte Problemlagen, „die Globalität der ökologischen Krise und die Verschärfung sozialer Ungleichheit im Nord-Süd-Verhältnis“ (Brand 1997, S. 7). Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung beschreibt damit eine Umgestaltung des gesellschaftlichen Entwicklungspfades. In ökologischer Hinsicht bedeutet dies, die Interaktion zwischen Gesellschaft und Natur so zu gestalten, daß die Entwicklungspotentiale von Natur und Gesellschaft gleichermaßen gesichert werden. Die Zielvorstellung von nachhaltiger Entwicklung eröffnet ein neues Diskursfeld über das erstrebte Modell von Moderne, über die angemessene Verknüpfung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Entwicklungsdimensionen.

Gesellschaften stehen damit vor dem Problem, Entwicklungsoptionen zu erkennen und zu bewerten und gesellschaftliche Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten produktiv zu nutzen. Dies ist angesichts der Tatsache, daß eine kollektiv erwünschte gesellschaftliche Zukunftsvorstellung nicht erwartet werden kann, schwierig.

Die Rolle von Wissenschaft, als Teil gesellschaftlicher Praxis, liegt in der Ermöglichung und Unterstützung gesellschaftlicher Reflexionsprozesse auf der Grundlage kritischer Wissensbestände. Wissenschaft ist selbst interessegeleitet. Das Interesse ist in erster Annäherung zu bestimmen als Interesse an vernünftigen Zuständen, an einer Welt ohne Ausbeutung und unnötige Repression.

Um diese Zielvorstellung zu fördern, muß es der Wissenschaft gelingen, Erfahrungen für Gesellschaften bereitzustellen, die die dominanten Erfahrung der Überlegenheit des industriellen Lebensstils korrigieren. Umsomehr als deutlich wird, daß dieser material- und energieintensive Lebensstil weder in zeitlicher Hinsicht noch im Hinblick auf globale Verteilungsgerechtigkeit aufrechterhalten werden kann.

Die vorliegende Arbeit argumentiert, daß Materialbilanzen die geeignete Form sind, gesellschaftliches Umweltverhalten hinsichtlich seiner materiellen Wirkung zu dokumentieren und damit einen ersten, wenn auch oberflächlichen Indikator, zur Hand zu haben. Vorgeschlagen werden die Erfassung des jährlichen Materialinputs und des jährlichen Materialverbrauchs als Indikatoren für eine spezifische Produktions- und Lebensweise.

In Kapitel 1 und 2 werden die theoretischen und methodischen Grundsatzfragen für die Entwicklung der genannten Indikatoren diskutiert. Kapitel 3 präsentiert die empirischen Ergebnisse

für Österreich für die Periode 1960 bis 1995. Kapitel 4, 5 und 6 diskutiert gesellschaftliche Trends und Zukunftsoptionen auf einer allgemeineren Ebene unter Verwendung internationaler Vergleichsdaten.

Am Ende tun sich eine Reihe von Fragen auf, die im Rahmen dieser Arbeit nicht besprochen werden können. Dabei geht es vor allem darum, wie nachhaltige Entwicklung mit der Herausbildung nachhaltiger Konsummuster und einem postmateriellen Lebensstil Hand in Hand gehen kann. Dies bedeutet eine kritische Reflexion der Diskurse um Umweltbewußtsein und umweltgerechtes Verhalten, Wertewandel, Lebensstile und neue Wohlstandsmodelle. Diese Diskurse haben strategische Bedeutung für die Frage der Realisierung nachhaltiger Konsummuster. Der sozialwissenschaftliche Beitrag zur Analyse eines möglichen postmateriellen Lebensstiles moderner industrieller Gesellschaften kann jedenfalls auf die grundlegenden Einsichten dieser Arbeit aufbauen.

## **1 UMWELTINFORMATIONSSYSTEME - VOM NUTZEN DES MATERIAL FLOW ACCOUNTING**

Die Operationalisierung des Konzeptes nachhaltiger Entwicklung erfordert eine Informationsgrundlage, die die zentralen Problemtendenzen des gesellschaftlichen Umweltverbrauchs darstellt. Erfolg und Mißerfolg gesellschaftlicher Maßnahmen müssen für die gesellschaftlichen und politischen Akteure nachvollziehbar und empirisch überprüfbar sein. Die zentralen Problemtendenzen gegenwärtiger gesellschaftlicher Entwicklung, bezogen auf Industrieländer faßt Martin Jänicke (1994) folgendermaßen zusammen:

Die gegenwärtige, nicht nachhaltige Wirtschaftsweise im industriellen Norden ist gekennzeichnet durch einen hohen Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen (wie zum Beispiel fossile Energieträger, Metalle usw.), durch einen hohen Flächen- und Wasserverbrauch sowie einen hohen Anteil an Transportleistungen. Ähnliches gilt für den jährlichen Verbrauch an erneuerbaren Ressourcen, deren natürliche Regenerationsraten durch Bodenerosion und Abnahme der Bodenfruchtbarkeit herabgesetzt werden. Auf der Outputseite wird die Aufnahme- und Verarbeitungskapazität natürlicher Systeme überschritten. In globaler Hinsicht ist die Situation gekennzeichnet durch Großrisiken wie Klimawandel, Bodendegradation, globale Ernährungsprobleme, Reduktion der Biodiversität usw. (genauer bei

Reusswig 1997). Jänicke folgert daraus:

*„Umweltpolitisch bedarf es derzeit weniger einer allgemeinen Theorie ökologisch tragfähiger Entwicklung als der Entwicklung zentraler Indikatoren, die entsprechende Langzeitprobleme und mögliche Problemlösungen darstellbar und meßbar machen. Diese sollten als Zeitreihen verfügbar, international vergleichbar und global hochrechenbar sein.“* (Jänicke 1994, S. 2)

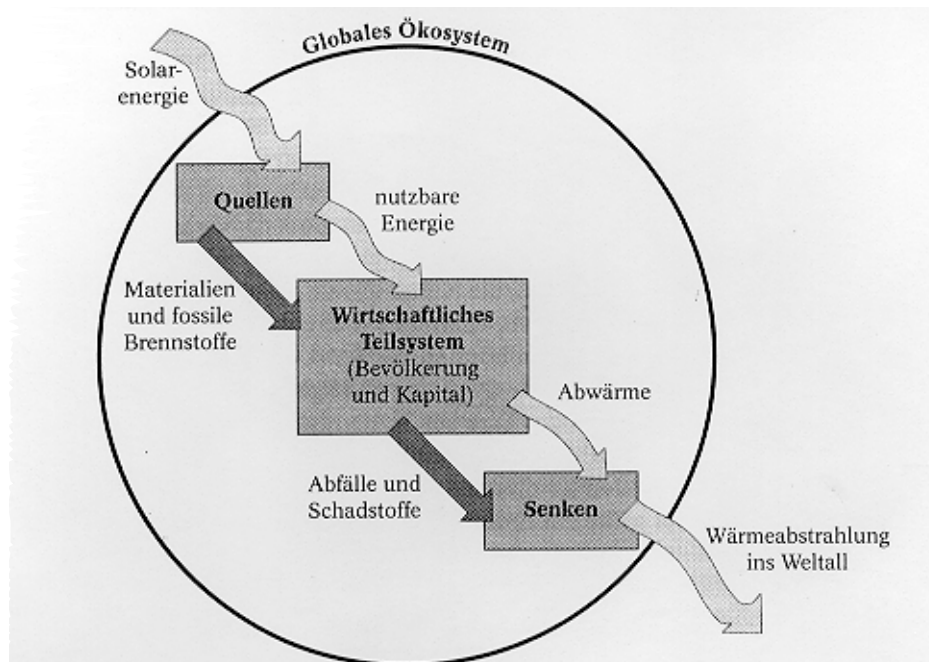
Um die gesellschaftliche Interaktion mit Natur und die gesellschaftlichen Wirkungen (impacts) auf natürliche Systeme beschreiben zu können, bedarf es einer klaren Vorstellung über das zugrundeliegende materielle Mengengerüst. Diese jährlich von einer Volkswirtschaft in Bewegung gesetzte Materialmenge wird in sogenannten Materialbilanzen erfaßt.

Welchen Nutzen haben nun Materialbilanzen? Nach der Auffassung neuerer Arbeiten legen die vorhandenen empirischen Beispiele bereits eine Reihe von neuen Schlußfolgerungen nahe, die die immissions-, bzw. emissionsorientierte Umweltpolitik ablösen (vgl. Jänicke 1995, Köhn und Welfens 1996). Was ist der Grundgedanke dieser Analysen?

Die Betrachtung des materiellen Stoffwechsels ergibt ein verändertes Bild der globalen Umweltprobleme. Alles, was in den wirtschaftlichen Umwandlungsprozeß fließt, hat schlußendlich ökologische Folgen. Die Höhe des Inputs ist der Ausgangswert bzw. die Richtgröße für wachsende Abfallberge und Schadstoffkonzentrationen, Akkumulation von Baumaterial, Flächenverbrauch und in der Folge Klima-, Boden- und Grundwasseränderung (siehe Darstellung 1).

Der materielle Stoffwechsel liefert damit ein umfassendes Bild bestehender Umweltprobleme. „Die Hauptthemen der aktuellen Umweltdebatte - Abfälle und Emissionen - sind nur der kleinere Teil dessen, was der jährliche Stoffstrom impliziert.“ (Jänicke 1995, S. 23) Die Materialbilanz liefert zwei grundlegende neue Einsichten: Gebäude, Anlagen und langlebige Güter erzeugen die langfristigen Abfallprobleme. Materialakkumulation, Produktion von Abfällen und dissipative Verluste entstehen auf allen Stufen der Produktionskette. Es geht also in der Umweltdebatte „nicht nur um problematische Risiken, sondern auch um problematische Mengen“ (Jänicke 1995, S. 24). Ein typisches Beispiel für diese Einsicht ist die gesellschaftliche Aktivität Bauen (vgl. Hüttler et al. 1996). Im Bereich des Bauens werden jährlich gigantische Mengen an, auf den ersten Blick

## Darstellung 1: Bevölkerung und Kapital im globalen System



Quelle: Meadows et al. (1992, S. 69). Legende: Durchflußmengen von fossilen Energieträgern und nicht erneuerbaren Ressourcen erhalten die Bevölkerung und das Kapital. Sie stammen aus den Quellen natürlicher Systeme und hinterlassen Abfälle und Abwärme, die das Wasser, die Luft und die Böden des Planeten schädigen.

ökologisch unbedenklichen Materialien, wie Sand, Kies und Schotter, bzw. Natursteinen eingesetzt. Bedenkt man jedoch das Transportaufkommen, den Energieeinsatz, die Mengen an verschobenen und verfrachteten Materials (Bodenaushub, Translokationen) sowie den damit in Verbindung stehenden Flächenverbrauch, so werden die wahren ökologischen Wirkungen des zunächst „unbedenklichen“ Materials sichtbar. Materialflußrechnungen zeigen, daß ökologisch nicht nur die Risiken zählen, sondern die in qualitativer Hinsicht zunächst unbedenklichen Materialien aufgrund der enormen Durchsatzmengen als eigentliche ökologische Gefährdung erkannt werden müssen.

Materialbilanzen zeigen auch, daß die umweltpolitische Hoffungsstrategie des Materialrecyclings insgesamt nur geringen Einfluß hat. Ein hoher Prozentsatz der jährlich eingesetzten Materialmengen - Energieträger, Düngemittel, Nahrungsmittel, usf. - sind grundsätzlich nicht recycelbar.

Ein zentraler Indikator des gesellschaftlichen Umganges mit natürlichen Ressourcen ist die jährliche Veränderung des Inputs an Materialien,

Energie, Wasser und Luft.<sup>1</sup> Die Zeitreihen vergegenwärtigen das Problem des rasanten Wachstums der Bestandsgrößen. Selbst wenn die Flußgrößen (Ressourcen und Flächenverbrauch) an Sättigungsgrenzen stoßen und keine jährlichen Zuwachsraten mehr verzeichnen, steigen die akkumulierten Bestände im Zeitverlauf. Das bedeutet, daß der Rohstoffverbrauch nicht konstant bleiben kann. „*Er muß aus Gründen der langfristigen Verfügbarkeit und besonders der Absorptionsfähigkeit der Umwelt für Schadstoffe zumindest in Industrieländern drastisch verringert werden. Dematerialisierung (Schmidt-Bleek) ist hier das Gebot der Stunde.*“ (Jänicke 1995, S. 26)

Materialbilanzen treffen Aussagen über die Mengen der Inputs und Outputs sowie der akkumulierten Bestände. Sie sagen jedoch noch wenig über die Qualität der Inputs bzw. Outputs aus. Die Wirkungsanalyse (Qualität der eingesetzten Materialien) muß sich auf das zugrundeliegende Mengengerüst stützen, sollte jedoch methodisch getrennt behandelt werden. Jedoch erweist sich die Frage nach der Qualität der Materialströme letztlich oft als eine Problemlage globalen Zuschnitts. Diese Einsicht der Globalität der

<sup>1</sup> Dieses Set an Inputindikatoren müßte um den jährlichen Flächenverbrauch und die Transportintensität ergänzt werden (vgl. Jänicke 1995).

Umweltwirkungen spricht laut Jänicke für „hochaggregierte Bilanzen“. „Die Umweltforschung hat sich zu lange mit Details beschäftigt. Es bedarf aber der hochaggregierten Gesamtgrößen, mit denen zentrale Problemtendenzen darstellbar sind und zu denen Detailinformationen über einzelne Stoffe in Beziehung gesetzt werden können. Das Besondere gewinnt seinen Stellenwert nur über das Allgemeine.“ (Jänicke 1995, S. 27)

Schlußendlich machen Materialbilanzen deutlich, daß das Verbrauchsniveau der modernen Industriegesellschaften weltweit nicht verallgemein-

te Entnahmen von Materialien, exklusive Wasser und Luft, einfließen sollen. Diesem Vorschlag folgt auch die gegenständliche Arbeit.

Die internationalen Bemühungen um Harmonisierung und Standardisierung des Materials Flow Accounting zeigen, daß es letztlich um Fragen der Systemdefinition und der Grenzziehungen geht. Diese hängen wiederum eng mit der theoretischen Vorstellung über die Interaktion von Gesellschaft und Natur zusammen.

Darstellung 2:

### Recommendations for the input side (material extraction) of overall Material Flow Accounting

|  | record | add up into total | use as overall indicator                         |
|--|--------|-------------------|--|
| used materials (excluding water and air) | yes    | yes               | yes  |
| water and air                            | yes    | keep separate     | yes, separately                                  |
| unused materials (overburden)            | yes    | ?                 | no; rather: ratio to used materials (multiplier) |

Quelle: Proceedings to Focus Group 1, Bringezu et al. (1997)

nert werden kann. Würden 5,6 Milliarden Bewohner der Erde diese in gleichem Maße ausbeuten, wie es die Bewohner des reichen Nordens tun, so wären die Grenzen des Wachstums und der ökologischen Adaptionfähigkeit natürlicher Systeme bald erreicht. Dies erfordert ein grundsätzliches Umdenken der Zentren des industrialisierten Nordens. Nachhaltige Entwicklung „impliziert ein nahezu erdrückendes strukturpolitisches Pensum, das von der ökologischen Steuerreform bis zu der Sozialtechnologie des Umganges mit schrumpfenden Grundindustrien reicht“ (Jänicke 1995, S. 27).

Damit hochaggregierte Materialbilanzen auf nationaler Ebene die genannten Leistungen erbringen können, bedarf es internationaler Bemühungen zur Harmonisierung und Vergleichbarkeit. Dies betrifft vor allem die Frage, welche materiellen Inputs in eine hochaggregierte MFA einfließen und welche getrennt berichtet werden sollen. Einen Vorschlag zu dieser Frage lieferte eine Arbeitsgruppe im Rahmen des ConAccount-Prozesses<sup>2</sup>, der die internationale Standardisierung des Material Flow Accounting vorantreiben sollte (siehe Darstellung 2).

Die Arbeitsgruppe schlägt vor, daß in den Indikator „jährlicher Materialinput“ nur verwerte-

## 2 THEORETISCHE UND METHODISCHE GRUNDLAGEN

### 2.1 WAS WIRD GEZÄHLT?

Eine zentrale Voraussetzung zur Erstellung einer Materialbilanz ist die Definition der Systemgrenzen. Einmal geht es um die Grenzziehung zwischen Gesellschaft und Natur, zum anderen um die Grenze zwischen verschiedenen sozialen Systemen. Im Falle der Erstellung einer nationalen Materialbilanz wird unterschieden zwischen Naturentnahmen auf eigenem Territorium und Außenhandelsbeziehungen zu anderen Volkswirtschaften.

Grenzziehung zwischen Gesellschaft und Natur erfordert dreierlei:

Es muß erkannt werden, daß Gesellschaft eine symbolische und eine materielle Dimension besitzt. Dabei befindet man sich im Gegensatz zur gegenwärtigen soziologischen Theorie, die Gesellschaft zumeist als immaterielles System von Kommunikationen beschreibt (vgl. Luhmann und Habermas) und materielle Aspekte bewußt ausklammert.

<sup>2</sup> Hinter dem Namen ConAccount - the concerted action - steht ein EU-Projekt des Umwelt- und Klimaprogramms der EU-Kommission. Es hat das Ziel der internationalen Harmonisierung und Standardisierung des Konzepts Material Flow Accounting (siehe Bringezu et al. 1997).

Zweitens müssen jene Elemente beschrieben werden, die zum System Gesellschaft hinzugezählt werden. In symbolischer Hinsicht wäre dies Kultur (Normen, Werte, Tradition), in materieller Hinsicht werden jene Elemente (Kompartimente) zur Gesellschaft gezählt, die durch „*planvolle menschliche Tätigkeit (Arbeit) reproduziert*“ (Fischer-Kowalski 1997b, S. 62) werden.

Als gesellschaftliche Kompartimente werden die Menschen in ihrer materiellen Dimension (menschliche Organismen oder in anderer Terminologie Population), die tierischen Organismen, welche vom Menschen gehalten werden (Nutztiere), sowie alle Artefakte, (das sind Gebäude, Infrastruktur, Maschinen, Gebrauchsgüter aller Art) welche durch menschliche Arbeit in einem bestimmten Zustand gehalten werden, verstanden. Einer zusätzlichen Klärung bedarf die Frage, ob pflanzliche Organismen, die zum Zweck der Ernte oder aus anderen Gründen gepflegt werden, ebenfalls als gesellschaftliches Kompartiment zu rechnen seien? Diese Frage wird später, einer Pragmatik des Zählens folgend, zu klären sein.

Die Grenzen dieser gesellschaftlichen Kompartimente zur Natur sind zugegebenermaßen fließend. Sie sollten nicht zu weit gefaßt sein, so daß einer Verständigung mit der Ökonomie, welche in den Dimensionen von wirtschaftlichen Gütern, die in der Regel mit einem Preis verbunden sind, denkt, möglich ist. Die Frage der Grenzziehung orientiert sich auch an den Möglichkeiten der Operationalisierbarkeit. Je näher ein Materialfluß an der Grenze Gesellschaft-Natur angesiedelt ist und je weiter er damit vom gesellschaftlich-ökonomischen Denken ausgespart wird, desto lückenhafter ist in der Regel die Datenlage.

Drittens muß die Austauschbeziehung (stoffliche und energetische Interaktion) zwischen den Systemen theoretisch gefaßt werden. Die Materialbilanz denkt Gesellschaften in materieller Hinsicht als Input - Output - Modell, welches einen Stoffwechsel (Metabolismus) mit der Natur unterhält. Dieser Stoffwechsel dient einerseits der Errichtung von sogenannten Materialbeständen (stocks), die den Artefakten entsprechen. Die Materialbestände erfüllen neben menschlichen Grundbedürfnissen auch Produktionsfunktionen oder Repräsentationsfunktionen. Andererseits stellt der Stoffwechsel jene Materialflüsse (flows) bereit, die notwendig sind, um Gesellschaften mit Nahrung und Energie zu versorgen und die Materialbestände in Funktion zu halten. Nahrung

meint in diesem Zusammenhang die Ernährungsgrundlage der Menschen sowie der Nutztiere. Energie stellt Wärme bereit, ersetzt physische Arbeitskraft durch mechanische und ermöglicht damit Produktion, Transport und Mobilität. Die Funktion der Bestandserhaltung bezieht sich auf Reparaturen, welche die Naturierung der stocks verzögern. Diese materiellen Inputs, die gesellschaftliche Aktivitäten stützen und deren materielle Basis darstellen, können nun entweder der Natur entnommen oder von anderen Volkswirtschaften bezogen werden.

Betrachtet man die Outputseite, jene Materialien also, die Gesellschaften an die Natur abgeben, so sind dies Emissionen an die Luft, das Wasser und den Boden sowie Abfälle. Darüberhinaus sind Verluste im Zuge der Nutzung, sogenannte dissipative Verluste (zum Beispiel Straßenabrieb) und gezielte Ausbringung von Materialien (zum Beispiel Düngemittel oder Streusalz gegen Glatteis) dem Output zuzurechnen. Exporte an andere Volkswirtschaften werden ebenfalls als gesellschaftlicher Output im Sinne einer nationalen Materialbilanz gewertet.

Im Zuge der Bilanzierung darf nun die methodische Grundregel der Bilanzierung, Input ist gleich Output plus Bestandsveränderung, nicht verletzt werden.

Bilanzprobleme ergeben sich naturgemäß bei jenen Elementen, die der organischen Sphäre angehören: Menschliche Organismen, Tiere und Pflanzen.

In Anlehnung an Fischer-Kowalski (1997) wird folgende Pragmatik des Zählens verfolgt. Menschliche Organismen werden als gesellschaftliches Kompartiment betrachtet. Damit werden Nahrungsmittel, Wasser und Luft als Inputs aus der Natur betrachtet, ausgeatmetes CO<sub>2</sub>, verdunstetes Wasser und Fäkalien als Outputs.

Ebenso werden Nutztiere als gesellschaftliches Kompartiment betrachtet. Als Inputs wird das Tierfutter (inklusive das Grünfutter, welches direkt auf der Weide gefressen wird), Wasser und Luft zur Atmung gezählt. Milch, Eier und Fleisch stellen innergesellschaftliche Materialflüsse dar. Als Outputs werden freigesetzte Gase (CO<sub>2</sub>, Methan), respiriertes Wasser und Gülle gezählt.

Zuletzt ist zu entscheiden, wie mit Nutzpflanzen im Zuge der Bilanzierung umzugehen ist. Die Reproduktion pflanzlicher Organismen ist in weit höherem Maße Naturverhältnissen überlassen, als

jene der Nutztiere. Während bei Nutztieren der Input an Futtermitteln den Output an Fleisch und Milch um ein Vielfaches übersteigt, beträgt die Menge der Pflanzen, die wir ernten können ein Vielfaches dessen, was wir an Saatgut, Dünger und Pestiziden aufwenden. Pflanzen beziehen ihr Wachstum als einzige Lebewesen aus der Umwandlung von anorganischer Materie in organische Materie unter Einsatz von Sonnenenergie. Demzufolge betrachten wir Nutzpflanzen als Elemente von Natur und damit ihren Stoffwechsel als natürlichen. Als gesellschaftlicher Input zählt die geerntete und die von Nutztieren abgeweidete Biomasse. Als Output werden Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmittel gezählt.<sup>3</sup>

Auf der Grundlage der getroffenen Systembeschreibung kann die Berechnung des gesellschaftlichen Stoffwechsels, und zwar sowohl in seiner materiellen als auch in seiner energetischen Dimension erfolgen. Material- und Energiebilanzen können dabei auf verschiedenen regionalen und funktionalen Niveaus erstellt werden. Neben nationalen Bilanzen wären, derselben Bilanzierungslogik folgend, auch regionale oder globale Bilanzen denkbar. Daneben sind sektorale Bilanzen entlang von Wirtschaftssektoren, entlang von gesellschaftlichen Aktivitäten, oder betriebliche Bilanzen denkbar. Zudem können nationale Bilanzen, so sie sich der gleichen Logik bedienen, verglichen werden.

Ein Hindernis bei der Bereitstellung dieser Informationen stellt zumeist die Datenverfügbarkeit dar. Die historisch gewachsene Wirtschaftsstatistik ist am Markt und der Zählung in Geldeinheiten orientiert. Daß jeder Geldfluß auch mit einem Materialfluß verbunden ist (eine „vollkommen immaterielle Produktion gibt es nicht“, Fischer-Kowalski 1997b, S. 62), spiegelt sich in der Wirtschaftsstatistik nicht immer wieder. Vor allem Naturentnahmen werden nicht in jedem Fall ökonomisch bewertet und sind damit nicht Gegenstand der Wirtschaftsstatistik. „Um jedoch die jeweils historisch gewachsenen Wirtschaftsstatistiken eines Industrielandes tatsächlich in diese materielle und energetische Stoffwechsellogik transponieren zu können, bedarf es noch einer ganzen Reihe von Entscheidungen und Klärungen“ (Fischer Kowalski 1997, S. 66).

Diese sollen im folgenden für die Inputseite des materiellen Stoffwechsels in zwei Schritten ge-

troffen werden. Zunächst ist zu entscheiden, welchen umweltpolitischen Zielen ein hochaggregierter Indikator Materialinput dienen soll. Darauf aufbauend kann entschieden werden, welche zusätzlichen methodischen Entscheidungen für das tatsächliche Zählen getroffen werden müssen.

## 2.2 ZIELSETZUNGEN EINER HOCHAGGREGIERTEN MFA, DER INDIKATOR MATERIALINPUT

Der zentrale Indikator des gesellschaftlichen Umweltverhaltens ist die jährliche Materialentnahme aus der Natur plus Materialimporte, der Materialinput (vgl. Hinterberger, Welfens 1996). Dieser jährliche Materialinput bestimmt, sowohl hinsichtlich seiner Größenordnung als auch hinsichtlich seiner qualitativen Zusammensetzung in erster Annäherung das Ausmaß der Problemlagen, welche Gesellschaften in ihrer Interaktion mit Natur generieren. Die Inputseite erzeugt Knappheitsprobleme, die Menge und die Qualität des Outputs ist eine Funktion der Menge und der Qualität des Inputs. Im Konzept nachhaltiger Entwicklung ist der jährliche Materialverbrauch jene Größe, an der Reduktionen vorzunehmen sind. Um Veränderungen im gesellschaftlichen Umweltverhalten nachvollziehen zu können, bedarf es der zeitlichen Verfügbarkeit des Indikators, der Darstellung in Form einer Zeitreihe. Die Erstellung einer Zeitreihe für den Materialinput folgt den Prämissen: jährlich verfügbar, politikrelevant, auf statistischem Datenmaterial basierend, VGR-kompatibel, solide und billig. Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Zeitfaktor. Over all Indikatoren wie der Indikator Materialinput müssen, so sie ihren spezifischen Informationswert erfüllen sollen, rasch erstellt werden können. Dies erfordert methodische Zugänge, die als „quick and dirty“ beschrieben werden können.<sup>4</sup> Im Rahmen der Bilanzierung werden fünf Hauptgruppen von Materialien unterschieden. Wasser, Luft, mineralische Materialien, Biomasse und fossile Energieträger.

Der jährlich zu ermittelnde Materialinput faßt die drei letztgenannten Materialgruppen, mineralische Materialien, Biomasse und fossile Energieträger, zusammen. Der Indikator Materialinput wird als Kenngröße für den gesellschaftlichen Umgang mit Natur im Zuge von wirtschaftlichen Prozessen aufgefaßt und kann in Beziehung zur

<sup>3</sup> Die Materialströme im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Tätigkeiten übertreffen die genannten in großem Ausmaß. Dies betrifft die Zuführung von Wasser in Form von Bewässerung sowie die Entwässerung durch Bodendrainage, den Energie- und Materialeinsatz für landwirtschaftliche Maschinen sowie für Lagerräume. Die Frage, in welcher Weise die Bodenerosion, die mit einer bestimmten Form der Bewirtschaftung einhergeht, bewertet werden soll, ist ebenfalls zu berücksichtigen.

<sup>4</sup> Die Frage der Genauigkeit eines Indikators hängt eng mit seinem Informationswert zusammen. Aufwendige Erhebungen und Recherchen sind nur dann gerechtfertigt, wenn durch diese eine grundlegend andere Interpretation der Situation erwartet werden kann.



Wertschöpfung gesetzt werden. Bildet das BIP die ökonomische Aktivität einer Volkswirtschaft gemessen in Geldeinheiten ab, so zeigt der Indikator Materialinput die ökologisch relevante Aktivität, in Tonnen, an. Bezieht man den Indikator auf die Bevölkerungszahl, so ergibt sich die Möglichkeit des Vergleichs der physischen Performance unterschiedlicher Volkswirtschaften.<sup>5</sup> Ein längerfristiges umweltpolitisches Konzept muß es sein, dem BIP einen Indikator Materialverbrauch zur Seite zu stellen, der in gleicher Weise anerkannt und international vergleichbar verfügbar sein muß.

Die drei genannten Aggregate (Biomasse, mineralisches Material und Kohle, Erdöl, Erdgas) werden im Zuge der Datenerhebung für die Erstellung der Zeitreihe weiter untergliedert. Die Teilaggregate bilden dabei die Probleme der Datenverfügbarkeit ab. Neben jährlich im Rahmen der amtlichen Statistik erfaßten Materialien, die den „harten Kern“ des Gesamtaggregate Materialinput darstellen, stehen Teilaggregate, die auf unsicherer Datenbasis beruhen und aufgrund von Hochrechnungen und mehr oder weniger großzügigen Schätzungen erstellt werden. Im folgenden werden die Teilaggregate hinsichtlich ihres unterschiedlichen Datenhintergrunds und der damit in Verbindung stehenden methodischen Probleme aufgelistet.<sup>6</sup>

## 2.3 METHODIK UND DATENLAGE FÜR DIE ERSTELLUNG EINER ZEITREIHE FÜR DEN MATERIALINPUT DER ÖSTERREICHISCHEN VOLKSWIRTSCHAFT

### 2.3.1 Inländische Entnahme - Datengrundlagen und methodische Probleme

#### Wasser

Eine detaillierte Analyse des Wasserinputs sowie des Wasserflusses durch das sozio-ökonomische System Österreich findet sich in Hüttler und Payer (1994) für das Jahr 1991. Eine Zeitreihe des Wasserinputs hat Steurer (1994) für den Zeitraum

1970 bis 1990 erstellt. Beide Arbeiten gelangen zu mengenmäßig vergleichbaren Ergebnissen. Im Rahmen der gegenwärtigen Arbeit wird auf eine Abschätzung des Wasserinputs verzichtet.<sup>7</sup>

#### Luft

Auch auf eine Erfassung des jährlichen Luftinputs wird im Zuge dieser Arbeit verzichtet. Der Luftinput wurde von Steurer (1994) für den Zeitraum 1970 bis 1990 erstmals abgeschätzt. Eine Luftbilanz ist schwierig zu erstellen, da, über Emissionsdaten hinaus, kein statistisches Datenmaterial zur Verfügung steht. Zur Erstellung der Bilanz ist technologisches Detailwissen über die wirtschaftlichen Prozesse und Technologien erforderlich. Folgende Prozesse müssen jedenfalls miteinander berechnet werden:

- \* Luftverbrauch für Verbrennungsprozesse von fossilen Energieträgern
- \* Luftverbrauch für biogene Verbrennungsprozesse (Atmung von Menschen und Nutztieren)
- \* Luftverbrauch im Zuge industrieller Prozesse (Hochofenprozeß, Erzeugung von Düngemitteln, usf.)

#### Mineralisches Material

Im Bereich der mineralischen Materialien sind die Entnahmen durch den Bergbau im Rahmen des österreichischen Montanhandbuchs dokumentiert. Die Qualität der Erhebung ist für die unterschiedlichen Teilaggregate unterschiedlich gut. Die Berggesetznovelle von 1990, in der eine Reihe von Betrieben dem Bergbaubereich zusätzlich zugerechnet wurden, erlaubt eine umfassendere Erfassung der mineralischen Materialien ab dem Berichtsjahr 1991. Dies betrifft die Materialien Quarz- und Quarzsand, Dolomit, Basaltische Gesteine sowie Kalkstein. In diesen Bereichen muß eine Abschätzung der Entnahme für die Zeit vor 1991 auf Grundlage der Erhebungen ab 1991 durchgeführt werden. Diese muß mit der Verwendungsseite der Materialien abgeglichen werden.

5 Grundlage der Vergleichbarkeit ist jedoch eine Harmonisierung der Systemgrenzen und damit des Bilanzraumes zwischen den unterschiedlichen nationalen Materialbilanzen. Daß dies noch weiterer methodischer Klärung innerhalb der scientific community bedarf, zeigt Abschnitt 7.5.

6 Die Präsentation der Daten in Teilaggregaten ermöglicht es, auch andere als die hier gewählte Aggregationen vorzunehmen, so daß die gegenständliche Arbeit auch als Vorarbeit zur Bildung eines "endgültigen" Indikators Materialinput gesehen werden kann. Ein weiterer Vorteil der Teilaggregate ist die Möglichkeit, diese entlang der Problemlagen, die Gesellschaften im Hinblick auf die Organisation ihres Metabolismus vorfinden, zu bilden.

7 Für die Erstellung einer Materialbilanz muß unter Berücksichtigung der Regel, daß Input gleich Output minus Bestandszuwachs ist, die Einsatzmenge an Wasser und Luft unbedingt berücksichtigt werden, da bedeutende Mengen an Wasser und Luft in Produkten und Abfällen gebunden sind (vgl. 6.6.2, S. 70).

Ein Kernproblem stellt die Quantifizierung der Entnahme der sogenannten Massenrohstoffe (Sand, Kies und Schotter und Natursteine) dar. Bei den Massenrohstoffen, die in der Regel als Baumaterialien eingesetzt werden, muß von einem hohen Grad der mengenmäßigen Unterfassung im Rahmen der periodisch verfügbaren Statistik (ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik, bzw. Baustatistik) ausgegangen werden.<sup>8</sup> Aus diesem Grunde muß ein plausibles Schätzverfahren die Erstellung der Zeitreihe stützen.<sup>9</sup> Folgende Vorgangsweise wird vorgeschlagen:

Ausgehend von der inländischen Produktionsmenge von Beton bzw. von Putz und Mörtel wird der eingesetzte Zement und auch der benötigte Sand und Kies hochgerechnet. Der so ermittelte Zementverbrauch wird mit dem inländischen Zementaufkommen verglichen. Aus der mittels dieses Verfahrens ermittelten Restzementmenge kann auf jene Menge Sand und Kies geschlossen werden, die im Kleingewerbe, in Form von direkten Entnahmen oder in privaten Haushalten für die Produktion von Beton, Putz und Mörtel eingesetzt wird. Neben Sand und Kies als Betonzuschlagsstoff wird Sand, Kies und Schotter als Schüttmaterial im Straßenbau oder als Asphaltmischgut eingesetzt. Nach Heinrich (1995) stehen die Mengen für Sand, Kies und Schotter als Betonzuschlagsstoff zum Einsatz als Schüttmaterial im Verhältnis 1 zu 2,38.

Auf die beschriebene Weise läßt sich die jährliche Entnahme von Sand, Kies und Schotter schätzen. Es ergibt sich dabei ein mengenmäßig bedeutender Unterschied zwischen der Schätzung und den auf Grundlage der amtlichen Statistik ermittelten Daten nach dem methodischen Verfahren von Steuerer (1994).<sup>10</sup> Für das Gesamttaggregat wird in dieser Arbeit die Zeitreihe laut Steuerer auf Grundlage der amtlichen Statistik nach vorne und hinten verlängert. Diese pragmatische Entscheidung soll jedoch nicht den Diskussionsbedarf hinsichtlich des Aggregats Sand, Kies und Schotter verdecken. Die eigentlichen jährlichen

Entnahmemengen liegen deutlich über den für die Berechnung des Materialinputs herangezogenen Werten (vgl. Darstellung 3, S.10).<sup>11</sup>

Der zweite datenmäßig sensible Bereich betrifft die Natursteine. Dabei handelt es sich um unterschiedliche Materialien wie Granite, Granulite, Gneise, Amphibolite, Porphyrite, Kersantite, Basalte, Kalksteine, Dolomite, Diabase, Serpentine und Karbonatgesteine. Eingesetzt werden diese Materialien für Bauzwecke (insbesondere im Straßenbau) aber auch als Kalk und Zementrohstoffe. Natursteine werden im Rahmen der ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik (Sachgüterproduktion) des Bereiches Gewinnung von Steinen und Erden jährlich erhoben.

Die ermittelten Mengen an Sand, Kies und Schotter (oben beschriebenes Schätzverfahren) bzw. an Natursteinen (laut ÖSTAT) enthalten Überschneidungen mit den in der Montanstatistik erhobenen Mengen der Entnahmen des Bergbaues. Dadurch führt eine Addition dieser genannten Aggregate mit den Entnahmen des Bergbaues zu einer Reihe von Doppelzählungen bei folgenden Materialien:

- \* Basalt wird vorwiegend zu hochwertigen Schottern und Splitten für den Gleis- und Straßenbau verarbeitet. Daneben gibt es in einem Betrieb in Kärnten auch Erzeugung von Schnittsteinen. 1994 wurden insgesamt 4,092 Mio t. Basalt abgebaut. Davon 0,768 Mio t. in sieben Kärntner Betrieben. Die gesamte Entnahme ist damit als Doppelzählung zu werten.
- \* Dolomit wird ebenfalls vorwiegend zu hochwertigen Schotter und Splitten für den Straßenbau und zur Verwendung in der Bauindustrie herangezogen. Daneben wurde gebrannter Dolomit für die Herstellung von Spezialmörteln und für Düngezwecke eingesetzt. Dolomitmehl kommt auch in Rauchgasentschwefelungsanlagen zum Einsatz. 1994 wurden 8,159 Mio t gefördert. Die ÖSTAT-

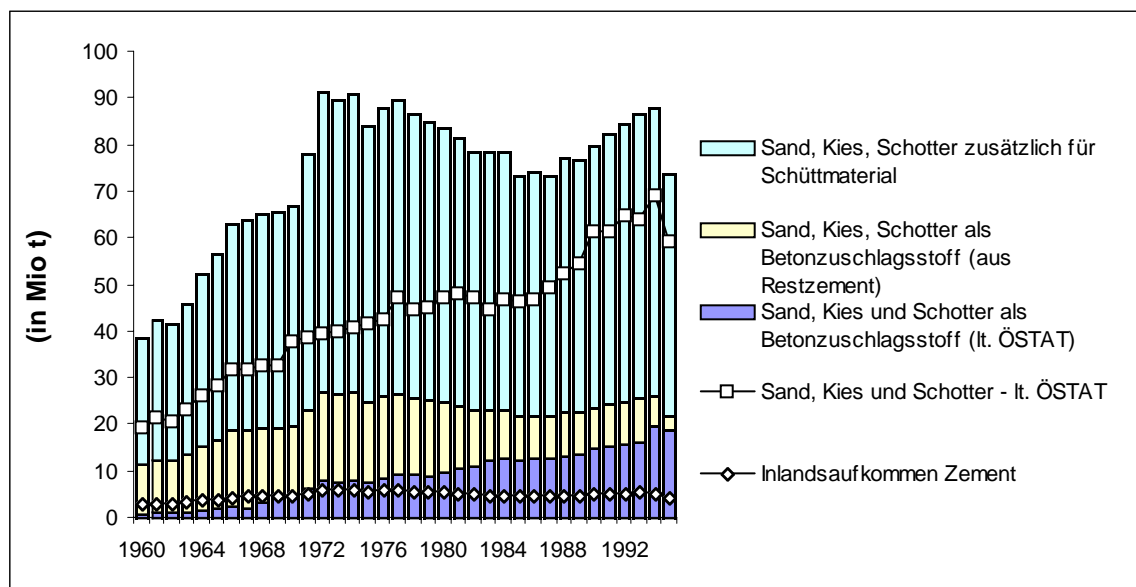
8 Die bisher vorliegenden Schätzungen divergieren stark. Zieht man das Jahr 1990 als Referenzjahr heran, so schätzt Steuerer (1994) den Input der Massenrohstoffe mit 61,5 Mio t, Hüttler et al. (1996) gehen von 76,3 Mio t aus. Eine Detailstudie von Heinrich (1995) erhob eine Förderung von 99,1 Mio t und schätzte eine Förderung von 119 Mio t. Die erhobene Förderung von Heinrich bezieht 2147 Gewinnungsstellen von Massenrohstoffen ein. Tatsächlich dürfte es sich um rund 2500 Entnahmestellen handeln. Die Differenz ergibt sich, „da insbesondere die Bedarfsabbau, die Entnahme im Zuge von Großbauvorhaben und die Baggerungen der Kraftwerksgesellschaften nicht vollständig erfassbar sind“ (Heinrich 1995, S. 13).

9 Ein weiteres methodisches Problem sind Doppelzählungen bei den Materialien Quarz und Quarzsand, Dolomit, Basalt und Kalkstein durch Überschneidung der Erfassung im Rahmen des Montanhandbuchs und der Erhebung des ÖSTAT. Dazu im Detail weiter unten.

10 Steuerer (1994) ermittelt die Sand-, Kies- und Schotter-Entnahme als Summe der Verbräuche der Stein- und Keramikindustrie, des Bauhilfsgewerbes, der Bauindustrie und des Baugewerbes laut Roh- und Hilfsstofflisten.

11 Als weiterer Referenzwert kann die erhobene Jahresfördermenge der Heinrich-Studie (1995) herangezogen werden. Damit ergeben sich folgende Vergleichswerte zum Beispiel für 1990: 61,5 Mio t (Steurer 1994), 60,0 Mio t (Heinrich 1995) und mind. 55,0 Mio t (Hüttler et al. 1996). Allerdings stellt Heinrich der erhobenen Förderung von 60 Mio t eine geschätzte tatsächliche Förderung von 75 Mio t gegenüber.

Darstellung 3:

**Inländische Entnahme von Sand, Kies und Schotter (tatsächliche Mengen, lt. ÖSTAT)**

Quelle: ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik (1961ff), Heinrich (1995), Steurer (1994), eigene Berechnung

Wirtschaftsstatistik (Sachgütererzeugung) weist mit 1,833 Mio t (mglw. den alternativen Einsatz) zur weiteren Verarbeitung aus. Damit entfallen rund 6,3 Mio t auf Schotter und sind als Doppelzählung zu werten.<sup>12</sup>

\* Quarz und Quarzsand wird für Bau und Hüttenzwecke verwendet. 1994 wurden 0,416 Mio t Quarz und Quarzit, 6,5 Mio t Quarzsand sowie eine geringe Menge von 4.883 t Feldspat gefördert. Dies ergibt eine Gesamtmenge von 6,9 Mio t. Zieht man davon die 1,1 Mio t Hüttenbaustoffe der ÖSTAT-Wirtschaftsstatistik (Sachgütererzeugung) ab, so verbleiben 5,8 Mio t als Bausand.

\* Traß dient als Zuschlag zu Spezialmörteln. Die Fördermenge von 5.670 t im Jahr 1994 kann vernachlässigt werden.

\* Kalkstein und Marmor wird als Baumaterial (Kalk- und Zementrohstoff, auch Schotter für den Straßenbau und als Betonzuschlag), aber auch in erheblichen Mengen als karbonatischer Füllstoff und als hochwertige Granulate zur Rauchgasentschwefelung in der chemischen Industrie eingesetzt. 1994 wurden 19,993 Mio t Kalkstein und Marmor gefördert. Doppelzählungen mit der ermittelten Menge an

Natursteinen und Schottern sind in hohem Ausmaß möglich.

\* Mergel wird zur Zementerzeugung herangezogen. 1994 wurden 2,3 Mio t gefördert. In diesem Bereich sind keine Doppelzählungen zu erwarten.

Wie soll mit diesen Doppelzählungen im Zuge der Erstellung der Gesamtbilanz umgegangen werden?

Bei den oben genannten Materialien Basalt, Dolomit, Quarz und Quarzsand sowie Kalkstein und Marmor muß zwischen dem Einsatz als Baumaterial (Sand, Kies, Schotter oder Natursteine) und der alternativen Verwendung unterschieden werden. Im Rahmen der gegenständlichen Arbeit werden die Zement- und Kalkrohstoffe, sowie die Einsatzmengen in der chemischen Industrie dem Gesamttaggregat zugerechnet. Von den geförderten Mengen an Natursteinen wird nur die Produktion von Naturwerksteinen dem Gesamttaggregat zugerechnet. Der Einsatz von Kalkstein, Basalt, Dolomit, Quarz und Quarzsand als Baumaterial wird als bereits als in der Sand-, Kies-, und Schotter-Zählung enthalten vorausgesetzt.<sup>13</sup> Der im Zuge der Bautätigkeiten anfallende Bodenaushub sowie der

<sup>12</sup> Steurer (1994) nimmt fälschlicherweise an, daß die gesamte Dolomitmenge für die Zementerstellung verwendet wird. Dies widerspricht den Angaben im Montanhandbuch (BMWA 1990ff). 80% der Dolomitentnahmen werden in der Bauindustrie eingesetzt und nur 20% zu anderen Verwendungszwecken und da nur unter anderem für die Mörtelproduktion. Das bedeutet, das nur ein geringer Anteil der jährlichen Entnahmen für die Zementproduktion herangezogen wird.

<sup>13</sup> Damit folgt die Arbeit einer wirtschaftlichen Logik im Gegensatz zu einer möglichen geologischen Logik, wie sie durch das Montanhandbuch repräsentiert wird.

Abraum im Rahmen des Bergbaus wird nicht zur Berechnung des Materialinputs herangezogen.

### Biomasse

Die Erfassung der Biomasse basiert auf der Agrarberichterstattung des österreichischen Statistischen Zentralamtes (ÖSTAT) und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft.<sup>14</sup> Eine zusätzliche Datenquelle stellen die Holzbilanzen des statistischen Zentralamtes dar, welche die Holzentnahme ab dem Jahr 1955 dokumentieren (siehe Gerhold 1992 und 1994).

Als gut erfaßt und jährlich verfügbar können damit die pflanzliche Produktion (Ernte) sowie die Holzentnahme gelten. Probleme ergeben sich im Zuge der Erfassung der Ernterückstände sowie bei der Erfassung des Grünfutters.

Steurer (1994) führt in seinem Gesamttaggregat Materialinput ein Teilaggregat Ernterückstände, welches sich aus Rübenköpfen- und Blättern usf. zusammensetzt.<sup>15</sup> Eine methodische Begründung für die Zurechnung findet sich in keiner der beiden Arbeiten Steurers (1992 und 1994). Hüttler et al. (1996) unterscheiden hinsichtlich der anfallenden Ernterückstände zwischen verwerteten und nicht verwerteten Entnahmen. Eine verwertete Entnahme stellt die Strohernte dar, da die anfallenden Strohmenen sowohl als Einstreu im Zuge der Nutztierhaltung, als auch zur Bodenverbesserung im Feldbau verwendet werden (vgl. Blum 1993). Als nicht verwertete Entnahmen werden jene beträchtlichen Mengen an geernteten Material, die vor allem in Zuge der Kartoffel, Mais und Zuckerrübenenernte auf den Feldern liegen bleiben (vgl. BMUJF 1993, Wytrzens und Zehetner 1990), gerechnet. Obwohl diese Rückstände eine bodenverbessernde Wirkung haben, werden sie in der Arbeit von Hüttler et al. (1996) nicht dem Gesamttaggregat Materialinput zugeordnet. Im Zuge der gegenständlichen Arbeit werden (analog Steurer 1994) die Ernterückstände mit einem standardisierten Wassergehalt von 15% miteinbezogen.<sup>16</sup>

Einen weiteren Problembereich stellt die Quan-

tifizierung der Grünfuttermengen dar. Steurer (1994) schätzt den Grünfutterbedarf der Nutztiere aus einem Vergleich der Anzahl der rauhfuttermehrenden GVE und deren Futterbedarf und den verfügbaren Futtermitteln aus der landwirtschaftlichen Produktion. Als Differenz ergibt sich das abgeweidete Grünfutter, wobei Steurer darauf verweist, daß „*aufgrund des Bilanzverfahrens eine seriöse Ermittlung des direkt entnommenen Grünfutters (als Saldo) kaum vorstellbar*“ (Steurer 1994, S. 10) ist. Die erwarteten Mengen seien nicht größer als der Fehlerbereich der Daten und schwanken zwischen 1 bis 4 Mio t (Trockenmasse).

Hüttler et al. (1996) berufen sich bei der Abschätzung des Grünfutters auf eine Detailstudie über Futtermittelbilanzen für Österreich für die Jahre 1972/73 bzw. 1976/77 (Hohenecker 1980). Diese Studie schätzt ein Grünfuttermehkommen von 2,2 Mio t (Trockenmasse) für die besagten Berichtsjahre. Da der Trockenmassegehalt von Grünfutter bei 16 - 20 % liegt, bilanzieren Hüttler et al. 11 Mio t Grünfutter (Frischgewicht) für das Berichtsjahr 1992. Eine Abgleichung über die Schwankungen des Viehbestandes zwischen den Berichtsjahren 1972 bis 1977 und dem aktuellen Berichtsjahr 1992 erfolgte im Zuge dieser Arbeit nicht.

Möglicherweise wird man schlußendlich doch in Form einer Detailuntersuchung Fütterungsgewohnheiten und Weidegewohnheiten der rauhfuttermehrenden Nutztiere zur Berechnung der Grünfuttermehnahme heranziehen müssen.<sup>17</sup> Eine solche Detailuntersuchung sollte möglichst bald in Auftrag gegeben werden, da die Berechnung der abgeweideten Grünfuttermehnen, soweit ich sehen kann, in keiner Materialbilanz zufriedenstellend gelöst ist.

Im Rahmen einer solchen Detailuntersuchung sollten zumindest folgende Parameter ermittelt werden:

\* Anzahl der rauhfuttermehrenden Nutztiere (Kühe, Schafe) unter Einbeziehung von Gewichtsklassen, sodaß Freßmengen geschätzt werden können

14 Die den Daten zugrundeliegende jährliche Ernteschätzung basiert auf einem Mischverfahren aus empirischer Erhebung für 300 Betriebe und darauf aufbauender Schätzung für die landwirtschaftlichen Gesamtflächen.

15 Steurer (1994) schätzt die Ernterückstände mittels Multiplikatoren auf Basis der erhobenen Erntemengen.

16 Diese Hinzurechnung geschieht vor allem aus Konsistenzgründen. Ernterückstände werden zumeist im Zuge der Ernte an der Erntemaschine gehäckselt und am Feld verteilt. Im Zuge der nächsten Feldbearbeitung werden sie eingeeckert und dienen der Bodenverbesserung. Gleiches geschieht mit jenem Anteil der Strohernte, der nicht zur Bodenverbesserung verwendet wird. Auch dieser wird an der Dreschmaschine gehäckselt, verteilt und schließlich eingeeckert. Zum Vergleich ist der Arbeitsaufwand für Gründüngung geringer. Diese wird direkt eingeeckert. Genaugenommen kann man, wenn man eine stärkere Anbindung an ökonomische Flüsse erreichen will, alle drei Aggregate aus dem Gesamttaggregat Materialinput herauslassen und diese nur nachrichtlich erwähnen.

17 Steurer bietet eine Abschätzung unter Einbeziehung der Freßgewohnheiten der Weidetiere und unter Berücksichtigung der Weidetiere zwar an, verwirft diese Idee jedoch schließlich, da sie vermutlich den Rahmen seiner Arbeit gesprengt hätte.

- \* Die typische Futterzusammensetzung aus Kraftfutter (Getreide, Sojaschrott), Futterheu und Grünfutter
- \* Die Anzahl der Weidetage
- \* Als Kontrollfaktor der Inlandsverbrauch der Futtermittel für rauhutterverzehrende Nutztiere

Unter Zuhilfenahme dieser Einflußfaktoren sollte eine einigermaßen genaue Abschätzung des entnommenen Grünfutters möglich sein, was im wesentlichen der Vorgangsweise Hoheneckers (1980) entspricht. Im Rahmen der gegenständlichen Arbeit wird auf die Detaildaten der Hoheneckerstudie zurückgegriffen. Diese werden unter der Annahme eines relativ konstanten Viehbestandes für die fehlenden Jahre als Durchschnittswert angegeben und mit einem standardisierten Wassergehalt von 15 % dem Gesamttaggregat Materialinput hinzugerechnet.<sup>18</sup>

### Fossile Energieträger

Die Erfassung der Entnahme von Kohle, Erdöl und Erdgas basiert auf dem österreichischen Montanhandbuch. Damit kann die inländische Entnahme von Kohle, bzw. von Erdöl und Erdgas als gut erfaßt und jährlich verfügbar angesehen werden. In Verbindung zur Energiebilanz, welche auf eine längere Tradition zurückblicken kann, können Detailinformationen eingebracht werden. Insbesondere die größenordnungsmäßige Bedeutung von Lagern an fossilen Energieträgern muß genauer untersucht werden.

### 2.3.2 Import und Export, Datengrundlagen und methodische Probleme

Die Außenhandelsstatistik hat im Rahmen der Wirtschaftsstatistik eine weit zurückreichende Tradition. Daten zum Außenhandel sind für die Periode 1922 bis 1939 und ab 1947 beim ÖSTAT erhältlich. Abgesehen vom unterschiedlichen Aggregationsniveau und unterschiedlichen zusammenfassenden Tabellen in den einzelnen Berichtsjahren können Daten für den Gesamtverkehr ermittelt werden. Diese können nach den drei Materialgruppen (Biomasse, mineralisches Material und Kohle, Erdöl, Erdgas) sowie nach chemischen Produkten und sonstigen Produkten disaggregiert werden. Für den Export ist eine sol-

che Disaggregation erst ab 1964 möglich. Auf eine eigene Behandlung des Vormerkverkehrs wurde, der Vorgangsweise Steuerers folgend, verzichtet (vgl. Steuerer 1994). Zur besonderen Problematik des Vormerkverkehrs siehe Steuerer (1992).

### 2.3.3 Zur Frage der Abschätzung der nicht-verwerteten Entnahmen im Bereich der inländischen Naturentnahme und der ökologischen Rucksäcke der Importe

Neben den verwerteten Entnahmen, die für das Aggregat Gesamtinput gezählt werden, gibt es eine Reihe von sogenannten nicht verwerteten Materialentnahmen, die mengenmäßig bedeutend aber statistisch schlecht oder nicht erfaßt sind. Es handelt sich dabei um

- \* den Bodenaushaub im Zuge von Bautätigkeiten (diesen quantifizieren Hüttler et al. für 1992 mit 15,4 Mio t)
- \* den Abraum, der bei der Entnahme von mineralischen Materialien neben den Erzen, Gesteinen oder Energierohstoffen anfällt (Douglas und Lawson 1996 berechneten Multiplikationsfaktoren für die wichtigsten mineralischen Rohstoffe).
- \* Bodenerosion im Zuge der landwirtschaftlichen Tätigkeiten (laut Pimentel et al. 1995 erodieren in den USA 17 Tonnen Boden pro Hektar Ackerland, in Deutschland 10 bis 12 Tonnen; demgegenüber steht eine natürliche Neubildungsrate von durchschnittlich 1 Tonne pro Hektar und Jahr)
- \* Ernterückstände

Mit Hilfe solcher Schätzverfahren ist die Ermittlung einigermaßen guter Näherungswerte für die genannten Materialflüsse möglich. Zusätzlich zu den nicht verwerteten Entnahmen aus dem Inland werden im Rahmen des „Rucksack-Konzepts“ die ökologischen Rucksäcke der importierten Güter gerechnet. Jene Menge an Material und Energie also, die im Ursprungsland aufgewendet werden muß, um ein Produkt für den Außenhandel bereitzustellen. Die Rucksackargumentation ist insofern sinnvoll, als diese Materialmengen ja auch maßgeblich für die

<sup>18</sup> Die Entscheidung für einen Wassergehalt von 15% im Gegensatz zum Frischgewicht (wie Hüttler et al. 1996) basiert auf der Annahme, daß das verabreichte Kraftfutter (Getreide, Soja) einen vergleichbaren Wasseranteil hat und Weidefütterung und Stallfütterung nicht aufgrund des enormen Wassergehalts des Grünfutters einen um den Faktor 5 unterschiedlichen Beitrag zum Materialinput erzeugen dürfen. Zudem hat das getrocknete Heu im Rahmen der Stallfütterung einen noch geringeren Wassergehalt.

Beeinträchtigung der Umwelt in den jeweiligen Ursprungsländern verantwortlich sind. Die Import-Rucksäcke stellen damit eine Möglichkeit zur Bewertung von dislozierten Risiken dar.

Diese Materialflüsse (nicht verwertete Entnahmen und Import-Rucksäcke) werden auch als „*hidden flows*“ bezeichnet (World Resources Institute 1997). Diese ökonomisch meist nicht bewerteten Materialflüsse können in theoretischer Hinsicht, dem Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus folgend, als Input bewertet werden. Das Wuppertal Institut für Klima und Energie schlägt neben einem Indikator „*direct input*“ einen weiteren, aus der Sicht der Wuppertaler letztlich für das gesellschaftliche Umweltverhalten gültigen Indikator, und zwar „*total material requirement*“ vor.<sup>19</sup> Dieser beinhaltet neben den „*direct flows*“ die dem in dieser Arbeit vorgeschlagenem Indikator Materialinput entsprechen, auch die „*hidden flows*“. Diese sind mengenmäßig überproportional von Bedeutung. „*Hidden material flows dominate the TMR, accounting for between 55 and 75 percent of the total in 1991.*“ (World Resources Institute 1997, S. 12).

Für die Zwecke dieser Arbeit wird das Gesamttaggregat Materialinput möglichst eng

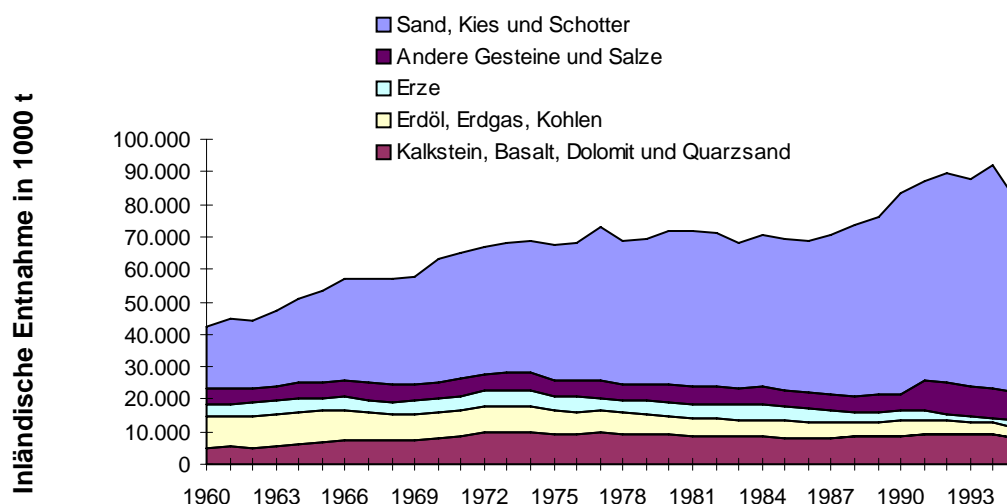
definiert, so daß eine bedeutungstragende und interpretierbare Summe entsteht. Eine Ausweitung des Bilanzraumes entlang den datenseitig schwach abgesicherten und politisch wie ökonomisch wenig relevanten Seite erscheint für eine hochaggregierte Materialbilanz wenig sinnvoll. Die sogenannten „*hidden flows*“, ob sie nun in Zusammenhang mit inländischer Entnahme oder den Importen stehen, sollten abgeschätzt und nachrichtlich erwähnt werden. Eine Hinzurechnung zum Gesamttaggregat erscheint aus den genannten Gründen wenig sinnvoll.

### 3 DIE MATERIELLE BASIS DER ÖSTERREICHISCHEN VOLKSWIRTSCHAFT IM ZEITRAUM 1960 BIS 1995

Die retrospektive Betrachtung der inländischen Entnahme von mineralischen Materialien und fossilen Energieträgern zeigt einen markanten Anstieg in der Phase 1960 bis 1972, der vor allem auf die Mengenentwicklung von Sand, Kies und Schotter zurückzuführen ist.<sup>20</sup> Es folgt eine Phase der Stagnation bis zum Jahr 1989. Ab diesem Zeitpunkt steigt die inländische Entnahme von Mineralien und fossilen Energieträgern nochmals deutlich an, mit einem Spitzenwert im Jahr 1994 (siehe Darstellung 4, S. 14).

Darstellung 4:

#### Inländische Entnahme von mineralischen Materialien und fossilen Energieträgern in Österreich, 1960 - 1995



Quelle: Österreichisches Montanhandbuch, ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik. 1. Teil. (1961ff), eigene Berechnungen

<sup>19</sup> Die Argumentation des Wuppertal Instituts zu den beiden Indikatoren bezieht sich vor allem auf die Verknüpfbarkeit mit der Wertschöpfung. Während der Indikator "direct input/Wertschöpfung" Prozesse des technologischen und strukturellen Wandels beschreibt, drückt der Indikator "total material requirement/Wertschöpfung" Veränderungen im gesellschaftlichen Umweltverhalten aus (World Resources Institute 1997).

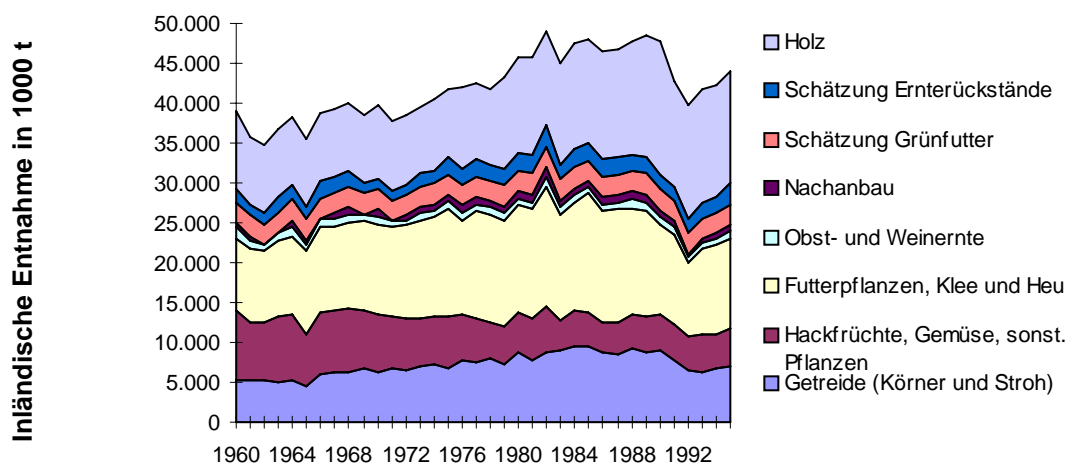
<sup>20</sup> Das es sich dabei nicht bloß um ein Artefakt der Erhebungsgenauigkeit handelt, zeigt Darstellung 3, S. 10.

Betrachtet man die gesamte Periode 1960 bis 1995, so verzeichnet die Entnahme von mineralischen Materialien und fossilen Energieträgern eine Steigerung von rund 90 %, was durchschnittlich 2,5 % jährlichem Zuwachs entspricht. Während einige Materialien rasant wachsen (Sand, Kies und Schotter +5,7 %, Kalkrohstoffe + 5,0 % und Kalkstein für die Chemieindustrie +6,1 % durchschnittlicher jährlicher Zuwachs) verzeichnen Erze -1,1 %, Magnesit -1,4 % und fossile Energieträger (Kohlen -2,2 %, Erdöl, Erdgas -1,1 %) durchschnittliche jährliche Rückgänge. Dies weist auf einen Rückgang der Vorräte an den relativ seltenen Materialien wie Erze oder fossile Energieträger hin, während Massenrohstoffe scheinbar unbegrenzt verfügbar sind und in großem Maßstab abgebaut werden.

Ein moderateres Bild der Mengenentwicklung zeigt die inländische Entnahme von Biomasse (Darstellung 5).

Darstellung 5:

#### Inländische Entnahme von Biomasse in Österreich, 1960 - 1995



Quelle: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, ÖSTAT-Agrarberichterstattung (1961ff), Hohenecker (1980), eigene Berechnungen. Legende: Materialentnahme in Frischgewicht, Schätzung Ernterückstände bzw. Grünfütter mit 15% Wassergehalt standardisiert, auf die Darstellung der geringen Menge an Honig, Wild und Fischen wurde in dieser Grafik verzichtet.

Diese wächst in der Periode 1960 bis 1995 lediglich um 12,6 % oder 0,3 % durchschnittlich jährlich. Die Ernährungsgewohnheiten, sowohl was Menge als auch was das Verhältnis von fleischlicher zu pflanzlicher Nahrung betrifft, haben sich insgesamt nur wenig verändert. Jedoch wurde der anhaltende Trend jährlicher mengenmäßiger Zunahme ab 1982 gestoppt. Einige Materialien, wie zum Beispiel Hackfrüchte und Gemüse oder Obst, verzeichnen leichte Rückgänge.

Die Holzentnahme steigt etwas stärker als die durchschnittliche Biomasseentnahme, und zwar um insgesamt 43,6 % oder 1,2 % durchschnittlich jährlich.

Betrachtet man die gesamte inländische Materialentnahme im Zeitraum 1960 bis 1995, so ist eine Zunahme von 55 % zu verzeichnen. Die hohen Zuwächse liegen wiederum in der Periode 1960 bis 1972 (siehe Darstellung 6).

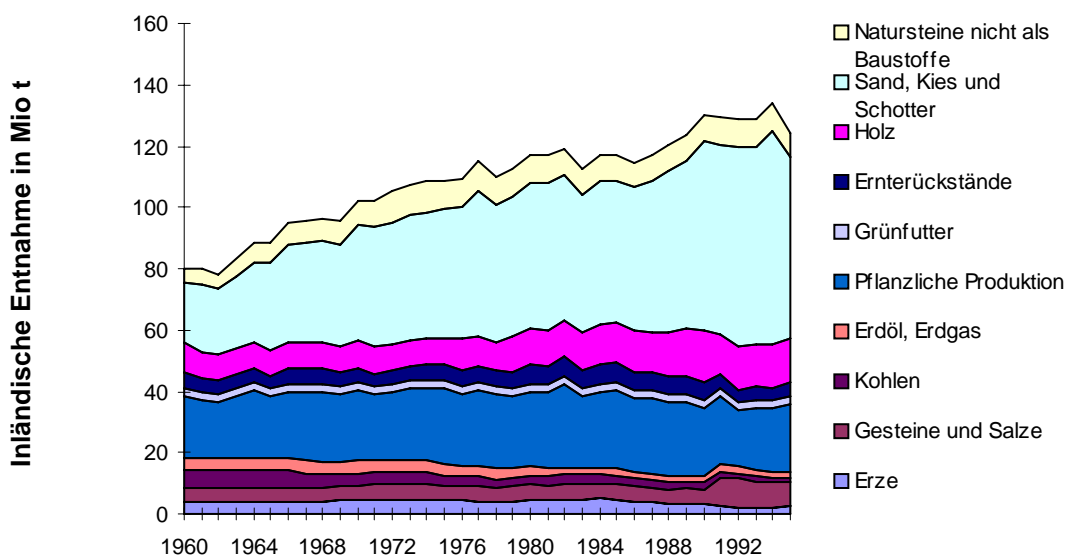
Den Hauptanteil der inländischen Entnahme, zieht man zum Beispiel 1995 als Vergleichsjahr heran, machen die mineralischen Materialien mit 77,9 Mio t oder 62,5 % aus. Biomasse ist für 43,2 Mio t oder 34,7 %, fossile Energieträger für 3,4 Mio t oder 2,7 % der inländischen Entnahmen verantwortlich (siehe Darstellung 7).

Ganz andere Steigerungsraten als die inländischen Entnahmen zeigt die Entwicklung des

Außenhandels. Im Zeitraum 1960 bis 1995 haben sich die Importe in materieller Hinsicht verdreifacht. Wurden 1960 noch 13,5 Mio t Material importiert, so waren es 1995 bereits 49,22 Mio t, was einer Steigerung um 35,72 Mio t (oder 264,5%) entspricht. Durchschnittlich haben damit die Importe jährlich um 7,3% zugenommen (siehe Darstellung 8).

Die Materialexporte befinden sich 1960 auf

Darstellung 6:  
**Inländische Materialentnahme in Österreich, 1969 - 1995**



Quelle: Österreichisches Montanhandbuch, ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik. 1. Teil. (1961ff), Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, ÖSTAT-Agrarberichterstattung (1961ff), Hohenecker (1980), eigene Berechnungen

Darstellung 7:  
**Inländische Materialentnahme in Österreich 1960 bis 1995, in 5-Jahres-Schritten**

|                                 | 1960        | 1965        | 1970         | 1975         | 1980         | 1985         | 1990         | 1995         |              |
|---------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Natursteine nicht als Baustoffe | 4,8         | 6,6         | 7,8          | 9,1          | 9,0          | 8,1          | 8,8          | 7,9          | +63 %        |
| Sand, Kies, Schotter            | 19,7        | 28,5        | 38,0         | 42,1         | 47,6         | 46,6         | 61,9         | 59,5         | +202 %       |
| Holz                            | 9,8         | 8,5         | 9,2          | 8,6          | 12,1         | 13,0         | 16,7         | 14,0         | +44 %        |
| Ernterückstände                 | 4,8         | 4,3         | 4,5          | 5,2          | 5,9          | 6,2          | 5,7          | 5,0          | +4 %         |
| Grünfutter                      | 2,6         | 2,6         | 2,6          | 2,6          | 2,6          | 2,6          | 2,6          | 2,6          |              |
| Pflanzliche Ernte               | 20,6        | 19,8        | 22,8         | 24,7         | 24,5         | 25,7         | 22,2         | 21,7         | +5 %         |
| Erdöl, Erdgas                   | 3,6         | 4,2         | 4,2          | 3,8          | 2,9          | 2,0          | 2,1          | 2,2          | -39 %        |
| Kohlen                          | 6,1         | 5,5         | 3,7          | 3,4          | 2,9          | 3,1          | 2,5          | 1,3          | -80 %        |
| Gesteine und Salze              | 4,5         | 4,8         | 5,0          | 4,8          | 5,3          | 5,1          | 5,0          | 8,2          | +84 %        |
| Erze                            | 3,9         | 3,9         | 4,4          | 4,5          | 4,4          | 4,5          | 3,0          | 2,3          | -41 %        |
| <b>Summe</b>                    | <b>80,3</b> | <b>88,6</b> | <b>102,2</b> | <b>108,7</b> | <b>117,2</b> | <b>117,0</b> | <b>130,4</b> | <b>124,5</b> | <b>+55 %</b> |

Quelle: Österreichisches Montanhandbuch, ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik. 1. Teil. (1961ff), Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, ÖSTAT-Agrarberichterstattung (1961ff), Hohenecker (1980), eigene Berechnungen

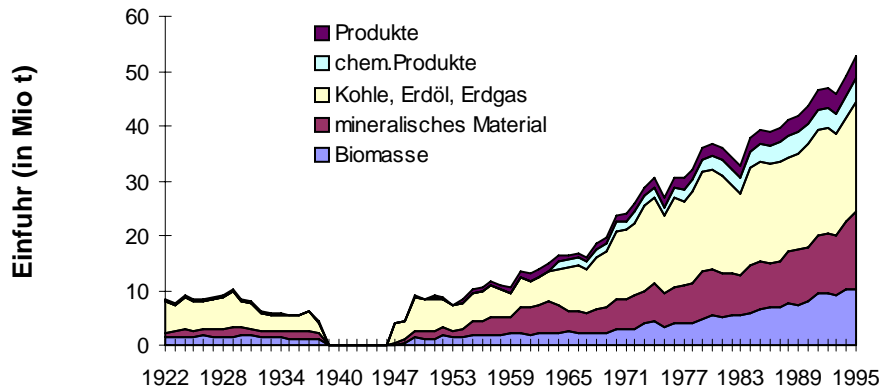
einem deutlich niedrigerem Niveau von 7,24 Mio t. Bis 1995 erhöhen sich die Exporte auf 25,28 Mio t. Das bedeutet einen Zuwachs von 18,04 Mio t (oder 249,3%), jährlich 6,9%. Vergleicht man die Schere zwischen Importen und Exporten über die Zeit, so wird jährlich doppelt so viel Material importiert als exportiert (1960 machten die Exporte 53,6% der Importe aus, 1995 51,4%). Dieser Unterschied ist vor allem durch die großen Mengen an importierten Grundstoffen zu erklären. Vergleicht man die Bilanz bei Halbfertig- und Fertigprodukten, so schwindet der Abstand.

Addiert ergeben die inländischen Materialentnahmen zuzüglich der Materialimporte den Mengenwert für den Indikator Materialinput (siehe Darstellung 10).

Wie setzt sich der Materialinput, zum Beispiel für das Jahr 1995, zusammen? Die materielle Basis der österreichischen Gesellschaft im Jahr 1995 besteht aus 90,5 Mio t oder 52,1 % mineralischen Materialien, 53,4 Mio t oder 30,7 % Biomasse, 22,1 Mio t oder 12,7 % fossile Energieträger und 7,8 Mio t oder 4,5 % importierte Produkte. Zusammen eine gewaltige Menge von 173,7 Mio t,

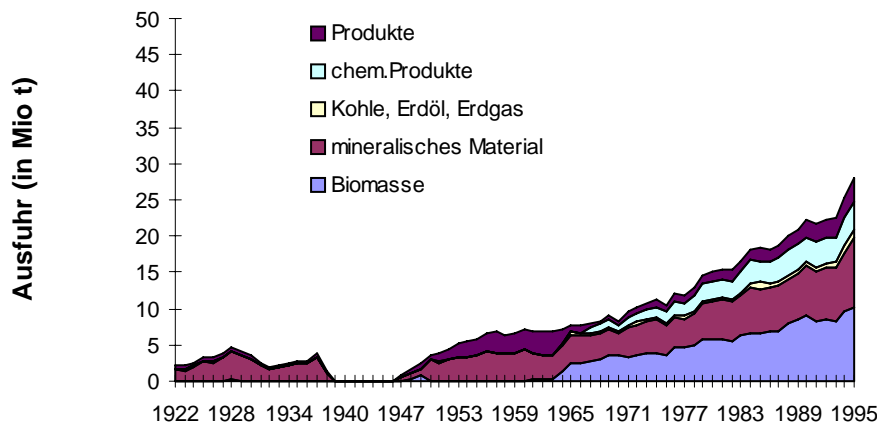


Darstellung 8:  
**Import, Österreich 1922 - 1939 und 1948 bis 1995**



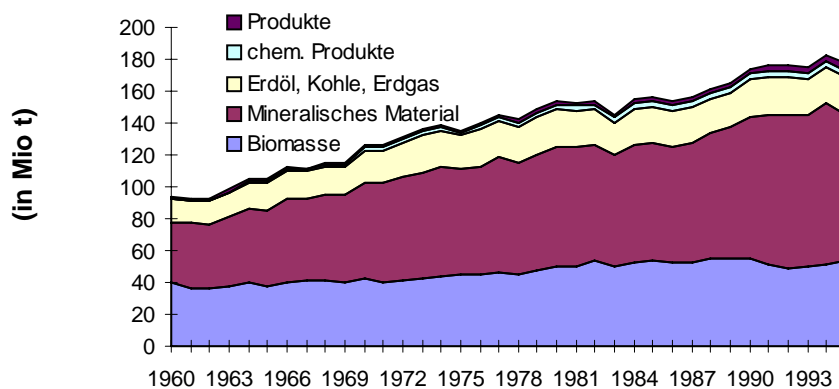
Quelle: ÖSTAT-Außenhandelsstatistik (1922ff.)

Darstellung 9:  
**Exporte, Österreich 1922 - 1938 und 1948 - 1995**



Quelle: ÖSTAT-Außenhandelsstatistik (1922ff.)

Darstellung 10:  
**Materialinput, Österreich 1960 - 1995**



Quelle: Österreichisches Montanhandbuch, ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik, Agrarberichterstattung (1961ff), ÖSTAT-Außenhandelsstatistik (1960ff), Hohenecker (1980), eigene Berechnungen

was 21,9 t pro Kopf entspricht.<sup>21</sup> Ein hoher Mengenanteil, die gesamten Energieträger und mineralischen Materialien, fällt auf nicht erneuerbare Ressourcen. Über 40 % des Materials (Energieträger und Biomasse) kann überdies nicht im Rahmen von Recyclingprozessen wiederverwertet werden. Auch die großen Mengen an mineralischen Baumaterialien, die vorwiegend in Bestände (stocks) übergehen, sowie Metalle und Kunststoffe für Produktionsmaschinen (ebenfalls stocks) verbleiben lange im System und stehen damit nicht für Recycling zur Verfügung. In retrospektiver Betrachtung interessieren vor allem die jährlichen Zuwachsraten des Materialinputs im Vergleich zu anderen Indikatoren, wie zum Beispiel dem BIP.

Darstellung 11 belegt, daß die jährlichen Wachstumsraten der Periode 1955 - 1970 der Vergangenheit angehören. Die beiden Ölpreisschocks (1973 und 1979) führten nicht nur zu einer Verlangsamung des ökonomischen Wach-

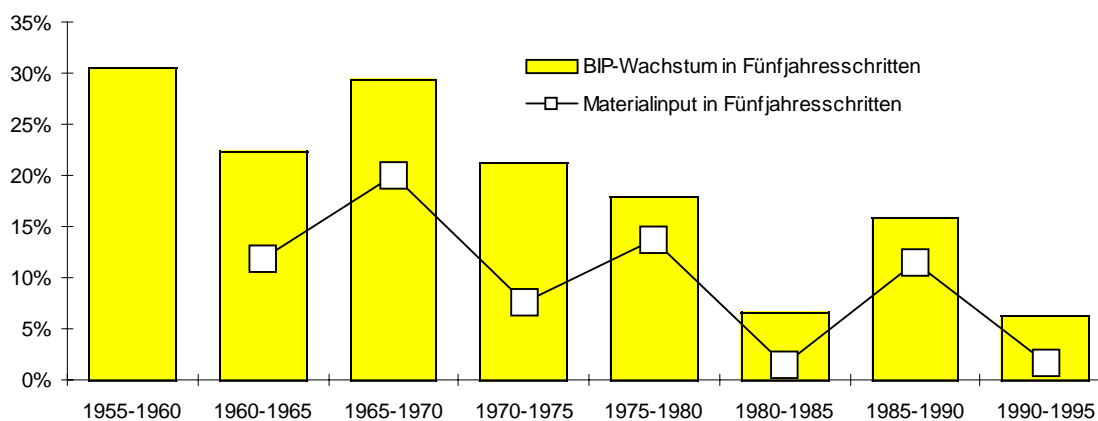
Veränderungen des Materialinputs (ebenfalls in Fünfjahresperioden) so erklärt die Varianz des BIP's bereits 83 % der Varianz des Inputs.<sup>22</sup>

Es gibt zudem Anzeichen dafür, der inländische Materialverbrauch könne sich auf hohem Niveau stabilisieren. Wenn man von einer Ausnahme im Jahr 1994 absieht, so deuten die Daten ab 1990 auf ein Einschwenken der Verbrauchskurve auf hohem Niveau hin.

Auffällig ist auch die hohe Abhängigkeit der materiellen Basis eines Industrielandes wie Österreich vom eigenen Territorium vor dem Hintergrund des Arguments der Globalisierung der Wirtschaft. Drei Viertel des Materialinputs werden durch Entnahmen im Inland gedeckt (1960 waren es 86 %, 1980: 76 % und nunmehr 1995: 72 %). Würde man jedoch die ökologischen Rucksäcke der Importe und der inländischen Entnahmen mitrechnen, so ergäbe sich eine höhere Auslandsabhängigkeit.

Darstellung 11:

### Die materielle Basis der wirtschaftlichen Entwicklung in Österreich, 1955 - 1995, BIP-Zuwächse und Materialinputzuwächse über Fünfjahresperioden in Prozent



stums, sie bremsten auch die materielle Entwicklung. Phasen deutlicher wirtschaftlicher Rezession (wie etwa in den Perioden 1980-1985 bzw. 1990-1995) zeigen sich als Stagnation der Materialverbrauchszuwächse.

Wirtschaftswachstum und materielle Entwicklung stehen offenbar in einem engen Zusammenhang. Betrachtet man die Veränderungen des BIP in Fünfjahresperioden und korreliert diese mit den

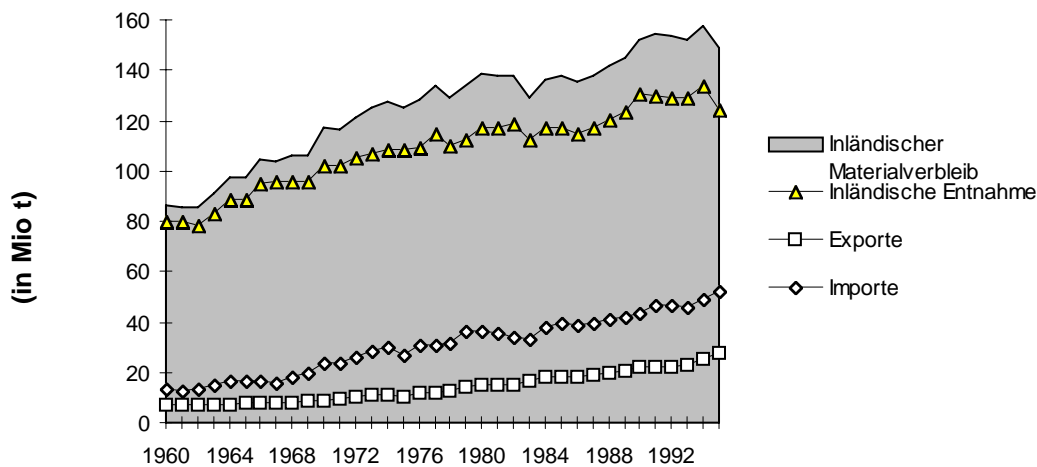
Deutlich wird auch, daß die Importe schneller wachsen als die inländischen Entnahmen. In der Periode 1960 bis 1995 haben die Importe um durchschnittlich 6,9 % pro Jahr zugenommen, die inländischen Entnahmen hingegen um 1,5 %. Die Steuerungsmöglichkeit im Inland nimmt damit tendenziell ab (siehe Darstellung 12).

Vergleicht man die Ergebnisse der Zeitreihe für Österreich mit anderen nationalen Inputrech-

21 Hierbei handelt es sich um den Materialinput, nicht jedoch um den inländischen Materialverbrauch, der möglicherweise ein besserer Indikator für die materielle Basis des industriellen Lebensstiles ist. Der Inlandsverbleib an Material pro Kopf, also nach Abzug der Exporte, liegt 1995 bei 19,04 t.

22 Korreliert man die prozentuelle Veränderung des BIP mit der prozentuellen Veränderung des Materialinputs (in Fünfjahresperioden) so ergibt sich ein  $R^2$  von 0,8263. Korreliert man die jährlichen prozentuellen Veränderungen der beiden Größen, so ist  $R^2 = 0,3487$ .

Darstellung 12:

**Inländische Entnahme, Importe, Exporte und inländischer Materialverbleib, Österreich 1960 - 1995**

Quelle: Österreichisches Montanhandbuch, ÖSTAT-Industrie- und Gewerbestatistik, Agrarberichterstattung (1961ff), ÖSTAT-Außenhandelsstatistik (1960ff), Hohenecker (1980), eigene Berechnungen

nungen, so fällt vor allem die Ähnlichkeit der Zusammensetzung des Inputs und der Höhe des Verbrauchsniveaus von Industriegesellschaften auf. Aus diesem Grund liegt die These nahe, daß Industriegesellschaften über einen charakteristischen Stoffwechsel verfügen.

#### 4 DER CHARAKTERISTISCHE STOFFWECHSEL INDUSTRIELLER GESELLSCHAFTEN

Seit Beginn der 90er Jahre sind eine Reihe von nationalen Studien zum Materialumsatz vorgelegt worden: Für Deutschland (Kuhn et al. 1994), für Österreich (Steurer 1994, Hüttler et al. 1996) für Japan (Environmental Agency 1995) und für die U.S.A. (Wernick and Ausubel 1995) und vergleichend (Steurer 1992, Hüttler et al. 1996, World Resources Institute 1997). Gleichzeitig laufen Bemühungen, das Instrument des „Materials Flow Accounting“ methodisch wie begrifflich auf internationaler Ebene zu harmonisieren (vgl. auch die Ziele im Rahmen der Concerted Action „ConAccount“ im Rahmen des EU-Programmes „Environment and Climate“).

Aus den genannten verfügbaren empirischen Studien kann ein relativ präzises Stoffwechselprofil für industrialisierte Länder gezeichnet werden. Dieser charakteristische industrielle Stoffwechsel ist zunächst durch ein enorm hohes

Verbrauchsniveau gekennzeichnet. Dies gilt sowohl im historischen Vergleich zu Agrargesellschaften als auch im internationalen Vergleich mit Ländern der sogenannten Dritten Welt. Industrieländer weisen einen vier bis sechsmal so hohen Materialverbrauch pro Einwohner und Jahr auf. Dieser ressourcenintensive Lebensstil erzeugt die bekannten Umweltprobleme und ist weder in zeitlicher Hinsicht, noch im Hinblick auf globale Verteilungsgerechtigkeit aufrechterhaltbar. Zudem hat das industrielle Wohlstandsmodell eine hohe Vorbildwirkung. Lebensqualität wird weltweit mit materiellem Komfort gleichgesetzt.

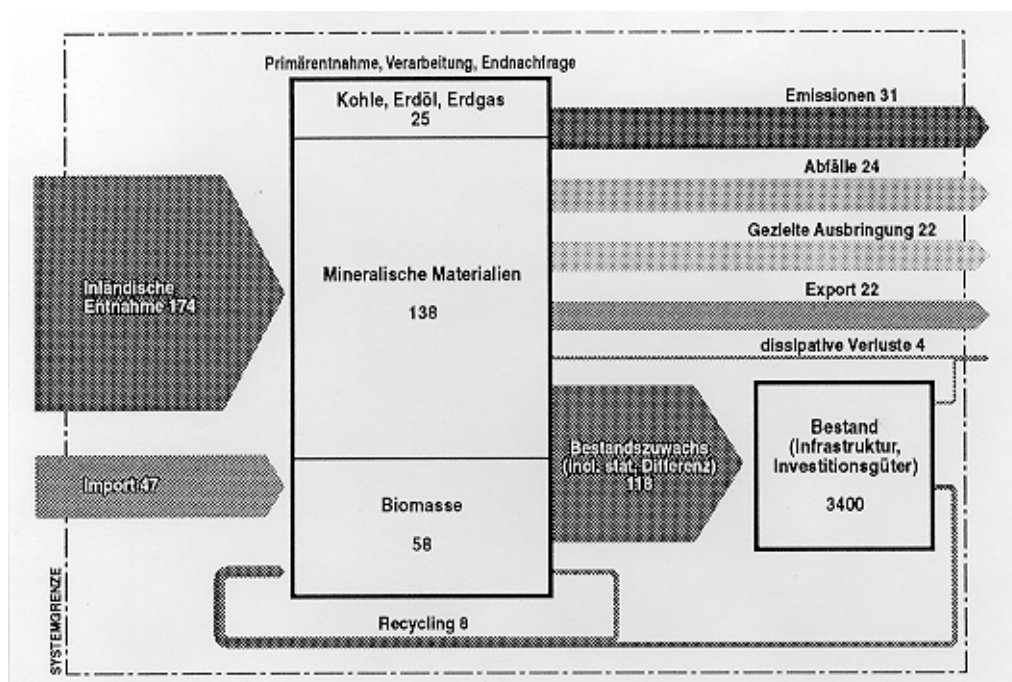
Das Beispiel Österreich zeigt, daß das Verbrauchsniveau im wesentlichen ein Resultat der Bauintensität, der Ernährungsgewohnheiten und der Energieversorgung ist. Industrieländer scheinen eine starke Präferenz für äußerst materialintensive Versorgungssysteme zu haben. Die Masse der Konsumgüter spielt dagegen eine mengenmäßig eher geringfügige Rolle, wenn gleich zu bedenken ist, daß für deren Herstellung zum Teil große Mengen an Energie und Material bewegt werden müssen.<sup>23</sup> Im wesentlichen ist es die Art und Weise, wie wir unsere elementarsten Bedürfnisse - räumliche Geborgenheit, Schutz vor Witterung und Kälte, Hunger und Durst, sowie Mobilität - befriedigen, die unseren Umgang mit Natur bestimmt. Die Naturabhängigkeit

<sup>23</sup> Zu berechnen ist, daß jene Materialien, die sich schließlich in den Produkten wiederfinden, selbst an hohe materielle Vorleistungen gebunden sind. So ist die Erzeugung von einem Kilogramm Metall mit einer vielfachen Menge an Abraum, tauben Gestein, Wasser und Energieeinsatz usf. verbunden. Hinzu kommen weiters materielle Investitionen in Betriebsgebäude (Fabriken) und in Produktionsanlagen.

gesellschaftlicher Prozesse ist durch die Industrialisierung nicht geringer geworden, wenn gleich vergesellschaftet, also für den Einzelnen viel weniger fühlbar. Deutlich verändert haben sich allerdings die Dimensionen der materiellen Austauschprozesse (siehe Darstellung 13).

Darstellung 13:

### Materialflußdiagramm Österreich 1992<sup>24</sup>



Quelle: Hüttler et al. (1996, S. 77)

Es mag daher auch nicht verwundern, daß das Stoffwechselprofil industrialisierter Länder durch die Dominanz einiger weniger Materialien gekennzeichnet ist: Wasser, Luft, mineralische Massenrohstoffe, fossile Energieträger, Futtermittel, Düngemittel, Zement, Holz und Stahl. Die jährlichen Zuwächse des gesamten materiellen Stoffwechsels sind weitgehend an die Zuwachsraten dieser Materialien gebunden. Auffällig ist dabei zunächst das hohe Niveau des Wasserverbrauchs, der hauptsächlich auf den Kühlwasserbedarf in der kalorischen Elektrizitätsversorgung und auf die Verwendung von Wasser als Verdünnungs- und Transportmedium für alle Formen von Abfällen und Emissionen zurückgeht.

In vielen Industrieländern beansprucht die

strukturen und Wohnraum umgelenkt werden. Es handelt sich dabei großteils um Materialentnahmen, die längerfristig gesellschaftlich genutzt werden, also erst viel später wieder an die Natur abgegeben werden. Dieses Bestandskonto ist durch hohe jährliche Nettozuwächse gekennzeichnet. Damit unmittelbar verbunden sind die intensive Inanspruchnahme von Fläche und die oft hohe Energieintensität im Zuge der Nutzung der Infrastrukturen (Straßen, Gebäude etc.). Letztendlich ist dieser Bestand aber nicht unbefristet nutzbar und wird zu massiven Entsorgungsproblemen in der Zukunft führen.

Der bekannt hohe Anteil von fossilen Energieträgern ist das Resultat der erfolgreichen Durchsetzung von Energieversorgungs- und Transportsystemen,<sup>25</sup> die diese Rohstoffe syste-

<sup>24</sup> Hüttler et al. (1996) berechneten in einer Detailstudie für das Jahr 1992 einen Materialinput von 221 Mio t gegenüber 175,6 Mio t in dieser Arbeit. Wodurch sind die geringeren Werte der vorliegenden Arbeit bedingt? Einmal wurden Doppelzählungen im Bereich der mineralischen Materialien vermieden, zum anderen wurden Ernterückstände und Grünfütter mit einem standardisierten Wassergehalt von 15 %, gegenüber Frischgewicht bei Hüttler et al., gerechnet.

<sup>25</sup> Der mengenmäßige Anteil der petrochemischen Produktion spielt im Vergleich dazu nur eine geringfügige Rolle.

matisch bevorzugen. Typisch sind weiters der hohe Holzverbrauch, der hauptsächlich auf die Verwendung für Bauzwecke und als Grundstoff für die Papiererzeugung zurückgeht, sowie der hohe Stahlverbrauch. Und schließlich ist noch der auffällig hohe Einsatz von Futtermitteln in der Tierhaltung zu nennen, die den zentralen Rohstoff für eine Lebensmittelversorgung bilden, die durch eine hohe Nachfrage nach Fleisch charakterisiert ist.

Betrachtet man die strukturelle Zusammensetzung des industriellen Stoffwechsels, so fällt der hohe Anteil an nicht erneuerbaren Rohstoffen auf. Die Entnahme von Wasser und rezenter Biomasse ausgenommen, stützt sich der Stoffwechsel von Industriegesellschaften fast durchwegs auf Rohstoffe, die nur in Zeitspannen von bis zu vielen Jahrillionen neu gebildet werden. Auf gesellschaftlich relevante Zeiträume bezogen, handelt es sich also um begrenzte Ressourcen, deren Vorrat bei den gegenwärtigen Nutzungsraten zum Teil schon innerhalb weniger Generationen erschöpft sein wird. Aber auch das hohe Verbrauchsniveau erneuerbarer Rohstoffe

deutlich unter 10 Prozent des jährlich benötigten Materials (excl. Wasser und Luft). Soweit der jährliche Materialinput also nicht in Form längerfristiger Bestände (Gebäude, Maschinen, längerlebige Konsumgüter) angehäuft oder wiederverwertet wird, geht er seinen Weg als gezielte Ausbringung (z.B. Dünger innerhalb der Landwirtschaft) in Form von Abfällen, Emissionen und dissipativen Verlusten wieder zurück an die Natur. Mit der Etablierung eines nachsorgenden, auf end-of-pipe-technologies ausgerichteten Umweltschutzes hat sich dabei in vielen Industrieländern die Struktur der Entsorgungswege stark verändert. Während einige problematische Emissionen erfolgreich verringert werden konnten, haben Menge und Toxizität der Abfälle zugenommen. Darstellung 14 vergleicht den jährlichen Pro-Kopf Materialverbrauch für 5 Industrieländer (Österreich, Japan, U.S.A., Holland und Deutschland) im Jahr 1991.

Trotz erheblicher methodischer Unterschiede im Bilanzierungsverfahren stützt ein Vergleich dieser 5 Industrieländer das Argument eines charakteristischen Stoffwechselprofils von industriellen

Darstellung 14:

#### **Inländischer Materialverbrauch in Tonnen pro Kopf für das Jahr 1991**

|                                | Österreich | Japan   | Holland | U.S.A.  | Deutschland <sup>26</sup> | ungewichtetes arithmetisches Mittel |
|--------------------------------|------------|---------|---------|---------|---------------------------|-------------------------------------|
| Biomasse                       | 5,6        | 1,4     | 10,2    | 3,1     | 3,3                       | 4,7                                 |
| Kohle, Erdöl, Erdgas           | 3,0        | 3,3     | 6,4     | 7,7     | 4,9                       | 5,1                                 |
| Metalle, Mineralien            | 11,2       | 11,7    | 6,4     | 8,9     | 10,5                      | 9,7                                 |
| Inländischer Materialverbrauch | 19,8       | 16,4    | 22,4    | 19,7    | 18,5                      | 19,5                                |
| (Bevölkerung in Millionen)     | (7,8)      | (124,8) | (15,0)  | (252,3) | (63,2)                    | (5 Länder)                          |

Quelle: World Resources Institute (1997), eigene Berechnung

entspricht meist nicht den Kriterien einer nachhaltigen Bewirtschaftung (vgl. Hüttler und Payer 1997).

Ein weiteres Merkmal des industriellen Stoffwechsels ist sein geringes Wiederverwertungspotential. Nur ein kleiner Anteil der Materialentnahmen kann überhaupt wiederverwertet werden. Doch selbst das technisch mögliche Potential wird derzeit nur in einem geringen Ausmaß ausgeschöpft. Die Recyclingraten liegen

Gesellschaften. Dieser liegt für das Jahr 1991 bei rund 19,5 Tonnen pro Einwohner.

Dies legt für die weiteren Arbeiten an der Entwicklung und Periodisierung von nationalen Materialbilanzen folgende Schlußfolgerungen nahe: Industriestaaten weisen hinsichtlich Quantität und Struktur des gesellschaftlichen Stoffwechsels bemerkenswerte Ähnlichkeiten auf. Die Wahl des Bilanzraums, das heißt die Behandlung der Systemgrenzen und der Umgang mit syste-

<sup>26</sup> Daten für Westdeutschland für das Jahr 1990 vor der Vereinigung.

matischen Untererfassungen, dürften beim gegenwärtigen Stand der Dinge auf das Ergebnis einer nationalen Materialflußrechnung tendenziell höheren Einfluß haben als nationale Unterschiede in den Produktionstechnologien und Konsumgewohnheiten oder naturräumlichen Gegebenheiten.

Es bedarf daher unbedingt einer weiteren internationalen Harmonisierung bei der Festlegung standardisierbarer Bilanzräume bzw. Systemgrenzen für Materialflußrechnungen. Die periodische Verfügbarkeit von statistischen Grundlagen und der erforderliche Aufwand für die Erhebung von Daten sind dabei ebenso zu berücksichtigen, wie die ökologische Relevanz der dokumentierten Materialien. Dringender Harmonisierungsbedarf besteht bei den mineralischen Massenrohstoffen, die unter anderem wegen der unterschiedlichen Grenzziehung zwischen Großgewerbe und Kleingewerbe in den amtlichen Statistiken der einzelnen Länder jeweils in unterschiedlich hohem Ausmaß unterrepräsentiert sind. Unbedingt anzustreben ist darüber hinaus eine generelle Einbeziehung der Tierfuttermengen in die nationalen Materialflußrechnungen.

## 5 ENTKOPPELUNG VON MATERIALVERBRAUCH UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM

### 5.1 DAS BEISPIEL ÖSTERREICH

Darstellung 15 zeigt die Entwicklung des Ressourcenverbrauchs im Zeitraum 1970 bis

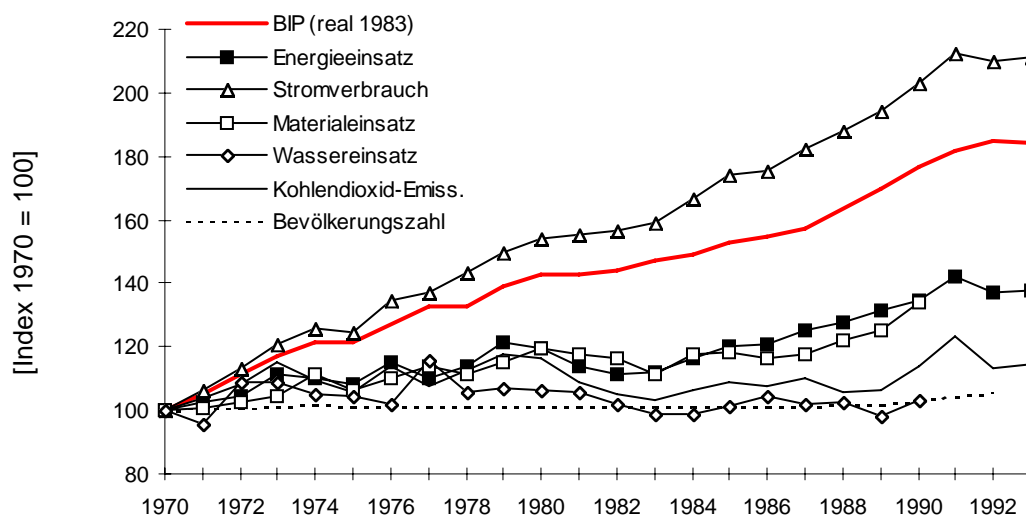
1993. Material- und Energieeinsatz wachen zwar schwächer als das Bruttoinlandsprodukt (BIP) aber weitgehend kontinuierlich an und befinden sich zu Beginn der neunziger Jahre bereits auf einem Niveau, das um ein Drittel über jenem der frühen siebziger Jahre liegt. Abgesehen von einer kurzfristigen Verringerung der Verbrauchsniveaus in der Zeit nach dem zweiten Ölpreissprung ist insgesamt keine Trendumkehr in Richtung einer Dematerialisierung zu beobachten. Erst zur Zeit des Wachstumsknicks zu Beginn der neunziger Jahre erfolgte eine kurzfristige Verringerung der Wachstumsraten des Energieeinsatzes. Die Ergebnisse der nationalen Materialbilanz für das Jahr 1992 (Hüttler et al. 1996) lassen vermuten, daß es auch beim Materialeinsatz seither zu keinem weiteren Wachstum gekommen ist.

Ähnliches gilt für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß, der allerdings insgesamt geringere Wachstumsraten aufweist. Dies ist auf den Ausbau der Wasserkraft und die Substitution von Kohle durch Erdöl und Erdgas, mit geringerem CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Energieeinheit, zurückzuführen. Der Stromverbrauch stieg deutlich stärker als das BIP, der Wasserverbrauch blieb dagegen weitgehend konstant.<sup>27</sup>

Die Ressourcenproduktivität - also die ökonomische Wertschöpfung pro eingesetzter Material- bzw. Energieeinheit - ist über den gesamten Beobachtungszeitraum deutlich angestiegen: Die Wasserproduktivität um 72 Prozent, die Materialproduktivität um 33 Prozent und die Energieproduktivität um 30 Prozent. Dennoch legt die

Darstellung 15:

### Gesellschaftlicher Ressourcenverbrauch, Österreich 1970 - 1993



Quellen: WIFO-Energiebilanzen (1993, 1994), Steurer (1994)

<sup>27</sup> Kurzfristige Verbrauchsspitzen (1977, 1990) sind auf den überdurchschnittlichen Kühlwasserbedarf der kalorischen Elektrizitätsversorgung in kalten Wintern zurückzuführen.

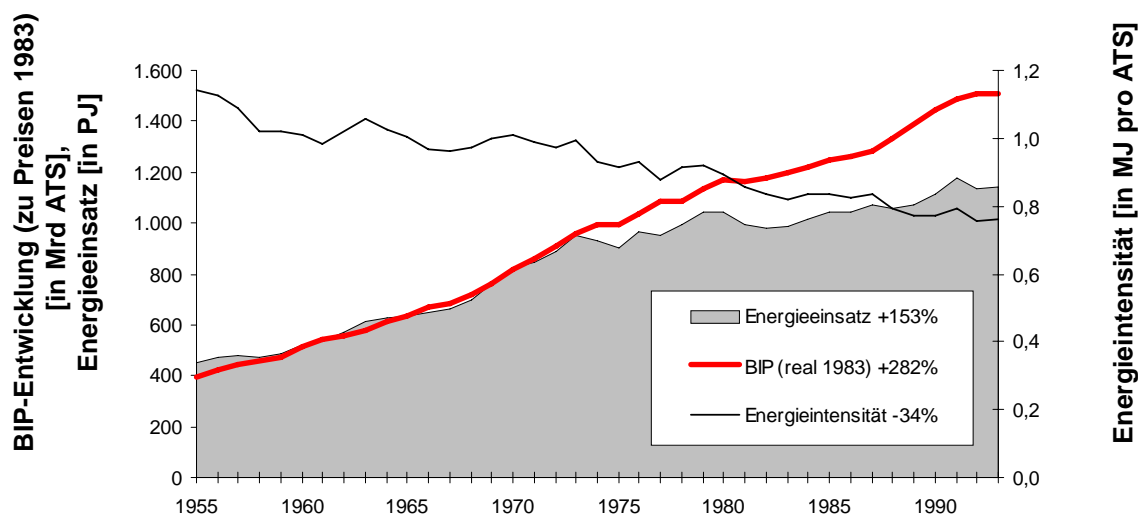
anhaltende Steigerung des absoluten Ressourcenumsatzes den Schluß nahe, daß die Beanspruchung der Umwelt insgesamt nicht zurückgegangen ist. Was sich vielmehr verändert hat, sind die Belastungsmuster (Jänicke et al., 1992).

Eine weitgehende Bestätigung der Diagnose von der anhaltenden Umweltbeanspruchung findet sich in verschiedenen Detailuntersuchungen (u.a. Jänicke et al., 1992; Binswanger, 1993) wieder. So konnte zwar der Einsatz einiger problematischer Grundstoffe stabilisiert bzw. reduziert werden

Im folgenden sollen die realen Entkoppelungseffekte des Energieeinsatzes, des Gesamtmaterialumsatzes sowie der Verbrauchsentwicklung einiger strategischer Materialien für Österreich ausführlicher untersucht werden. Von der Datenlage her kann die Frage der Entkoppelung am einfachsten an der Entwicklung der Energieintensität behandelt werden. Für die Entwicklung des Energieeinsatzes in Österreich liegen Daten seit 1955 vor. Der Zeitraum kann in zwei Phasen unterteilt werden. Eine Phase des Wachstums des Energieeinsatzes parallel zum BIP-Wachstum bis

Darstellung 16:

### Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieeinsatz, Österreich 1955 - 1993



Legende: Energieintensität bezeichnet jene Menge an Energie, die zur Erwirtschaftung einer Wertschöpfungseinheit aufgewendet werden muß.

Quelle: WIFO-Energiebilanzen (1993, 1994), eigene Berechnungen

(z.B. Handelsdünger), die jährlichen Staub- und Schwefeldioxid-Emissionen verringert oder die Emissionen in Gewässer deutlich reduziert werden. Diese Erfolge gingen aber meist mit der Entstehung neuer Probleme einher, wie etwa einem wachsenden Klärschlamm- und Abfallaufkommen sowie generell zunehmenden Entsorgungsproblemen. Ebensovienig konnten das rapide Wachstum der Verkehrsleistung, die kontinuierlich voranschreitende Flächeninanspruchnahme, der Pestizideinsatz, die anhaltende Belastung und Verknappung wichtiger Grundwasservorkommen oder die schlechende Belastung selbst der ausdrücklich unter Schutz gestellten Landschaftsteile verhindert werden. Insgesamt ist die strukturelle Belastung der Umwelt durch wirtschaftliche Tätigkeiten in keinem der relevanten Industrieländer seit 1970 im Durchschnitt wirklich gesunken (vgl. Jänicke et al., 1992, S.53).

1973 und ab diesem Zeitpunkt - bedingt durch den ersten Ölpreissprung - eine Phase des gemäßigten Wachstums. Von 1955 bis 1973 stieg der Energieeinsatz jährlich um rund 6,2 Prozent, in der Phase von 1973 bis 1993 nur mehr um jährlich 1 Prozent. Diese zweite Phase des „moderaten“ Wachstums des Energieverbrauchs ist durch eine Entkoppelung des energetischen Wachstums von der Wertschöpfung gekennzeichnet, wobei diese Entwicklung dem Trend in anderen OECD-Ländern entspricht.

Eine Einheit BIP kann - im Zeitvergleich 1955 bis 1993 - heute mit deutlich geringerem Energieeinsatz erzeugt werden. In besagtem Zeitraum hat sich die Energieintensität, das heißt die Menge an Energie, die zur Erwirtschaftung einer Wertschöpfungseinheit aufgewendet werden muß, halbiert. Ebenso kann man aber erkennen, daß der

absolute Energieeinsatz weiter ansteigt. Dies gilt auch dann, wenn man den Energieeinsatzbegriff weiter faßt und die Biomasse und fossile Energieträger für nicht energetische Nutzung miteinbezieht. Unter Verwendung dieses erweiterten Energiebegriffs wuchs der Energieinput wesentlich schwächer als das BIP, wodurch eine Verringerung der Energieintensität um rund 39 Prozent ermöglicht wurde.

Dieses Bild läßt sich weiter differenzieren, wenn man die Makroebene verläßt und die Entwicklung des sektoralen Energieeinsatzes im Zusammenhang mit dem wirtschaftlichen Strukturwandel betrachtet (Darstellung 17). Zunächst fällt der äußerst unterschiedliche spezifische Energieeinsatz in den drei Sektoren auf. Während im Jahr 1992 im primären Sektor 1.614 Kilojoule pro erwirtschaftetem Schilling Wertschöpfung eingesetzt werden, so beträgt dieses Verhältnis im sekundären Sektor 471 und im tertiären Sektor nur noch 231. Das Verhältnis der Energieintensität der drei Wirtschaftssektoren zueinander beträgt somit ca. 7:2:1.

1,5 Prozent im selben Zeitraum. Die Energieintensität des tertiären Sektors hat sich dagegen um nur 9,1 Prozent verringert. Der Energieeinsatz ist absolut um 7,2 Prozent gestiegen. Der Energiebedarf des tertiären Sektors macht bereits 55 Prozent des Energiebedarfs des sekundären Sektors aus. Der Endenergieeinsatz verzeichnet mit 14,3 Prozent die höchste Verbrauchssteigerung innerhalb von fünf Jahren.

Wenngleich hier in exemplarischer Form nur ein verhältnismäßig kurzer Zeitraum beobachtet werden konnte, so zeigen die Ergebnisse dennoch sehr deutlich, daß von der wachsenden gesamtwirtschaftlichen Bedeutung des Dienstleistungssektors nicht automatisch eine Verringerung des Ressourceneinsatzes erwartet werden kann. Im Produktionssektor werden sogar größere Steigerungen der Energieproduktivität erzielt als im Dienstleistungsbereich. Darüber hinaus sinkt der Energieeinsatz im sekundären Sektor absolut, während er im Dienstleistungsbereich deutlich zunimmt, ja sogar die Einsparungserfolge im Produktionsbereich überkompensiert.

Darstellung 17:

### Spezifischer Energieeinsatz nach Wirtschaftssektoren, Österreich 1988 - 1992

|                                  | 1988                                 | 1992                                 |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                  | Energieintensität<br>(in TJ/Mrd BIP) | Energieintensität<br>(in TJ/Mrd BIP) |
| Land- und Forstwirtschaft        | 1.574                                | 1.705                                |
| Bergbau                          | 1.256                                | 839                                  |
| <b>Primärer Sektor</b>           | <b>1.542</b>                         | <b>1.614</b>                         |
| Sachgüterproduktion              | 704                                  | 620                                  |
| Energie- und Wasserversorgung    | 44                                   | 49                                   |
| Bauwesen                         | 136                                  | 97                                   |
| <b>Sekundärer Sektor</b>         | <b>545</b>                           | <b>471</b>                           |
| Handel                           | 177                                  | 150                                  |
| Verkehr, Nachrichtenübermittlung | 686                                  | 642                                  |
| Vermögensverwaltung              | 17                                   | 13                                   |
| Sonstige (marktmäßige) Dienste   | 781                                  | 696                                  |
| <b>Tertiärer Sektor</b>          | <b>254</b>                           | <b>231</b>                           |

Quellen: Alder (1992), Alder und Kvapil (1995), ÖSTAT (1994a und b), eigene Berechnungen

Die Energieintensität des primären Sektors hat sich im beobachteten Zeitraum erhöht bzw. seine relative Energieproduktivität hat sich verringert. Dies ist auf die absolute Steigerung des Energieeinsatzes in der Landwirtschaft bei gleichzeitig sinkenden Wertschöpfungsbeiträgen im gesamten primären Sektor zurückzuführen. Die Energieintensität des sekundären Sektors ist dagegen um 13,6 Prozent gesunken, bei einer absoluten Reduzierung des Energieeinsatzes um lediglich

Aufgrund der Datenlage ist die retrospektive Untersuchung der Entwicklung des gesellschaftlichen Materialeinsatzes schwieriger.<sup>28</sup> Darstellung 18 zeigt die Entwicklung des Materialeinsatzes in Bezug zur Wertschöpfung anhand der Entwicklung des Inlandsaufkommens.<sup>29</sup> Das Materialaufkommen wuchs demzufolge von 1960 bis 1995 um 85,2 Prozent, was einer jährlichen Zuwachsrate von 2,37 Prozent entspricht.

28 Steurer (1994) hat das materielle Wachstum Österreichs erstmals für die Phase 1970 bis 1990 dokumentiert.

29 Inländisches Aufkommen = Inländische Entnahme plus Import minus Export.

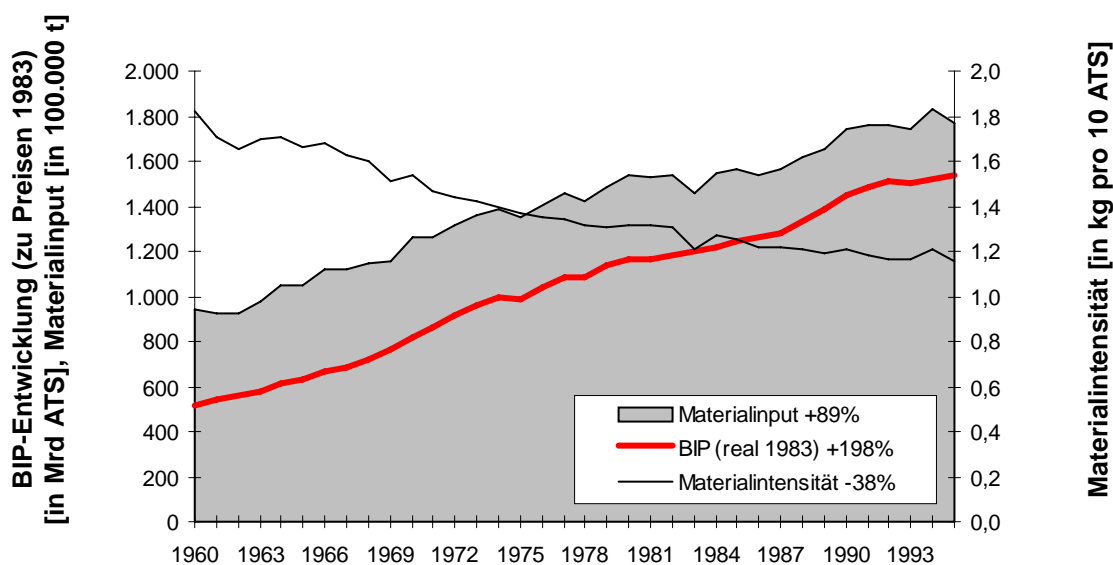


Auch beim Materialaufkommen zeigt sich ein schwacher Entkoppelungseffekt zwischen materiellem Wachstum und Wertschöpfung. Der Materialeinsatz pro Einheit BIP (Materialintensität) ist seit 1960 um rund 38 Prozent gesunken. Dies bedeutet ein Ansteigen der Materialproduktivität um rund 60 %. Trotzdem ist der absolute Materialeinsatz kontinuierlich gestiegen. Damit bietet sich ein ähnliches Bild wie bei der

Dabei fällt das nahezu gleiche Inputniveau von Österreich und Deutschland ab 1982 auf. Japan weist über die ganze Periode hinweg einen geringeren Pro-Kopf-Materialinput auf. Die Pro-Kopf-Inputs deuten in allen vier Ländern auf keine wesentlichen Pro-Kopf-Steigerungsraten über die gesamte Periode hin. Der Materialinput pro Einwohner hat sich auf hohem Niveau stabilisiert. Anders ist das Bild bei der Wert-

Darstellung 18:

### Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Materialeinsatz, Österreich 1970 - 1990



Legende: Materialintensität bezeichnet den pro Einheit BIP benötigten Materialeinsatz.

Entwicklung des Energieeinsatzes: Relative Effizienzgewinne werden durch die jährlichen Verbrauchszuwächse eingeholt, eine absolute Verringerung des Materialeinsatzes findet nicht statt.

## 5.2 MATERIALINPUT UND MATERIAL-INTENSITÄT IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

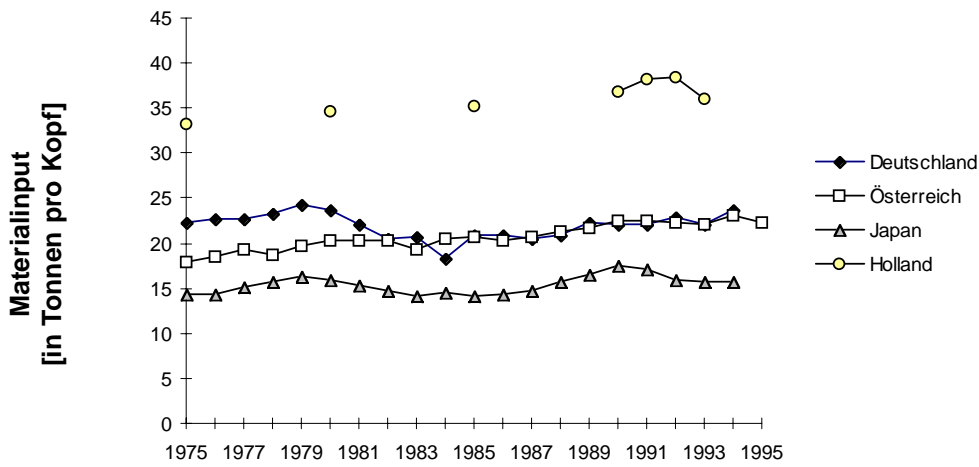
Internationale Vergleiche von Umweltindikatoren wie zum Beispiel dem Indikator Materialinput ermöglichen eine Einschätzung charakteristischer Stoffwechselprofile über den jeweiligen Einzelfall hinaus. Darstellung 19 vergleicht den Pro-Kopf-Materialinput in der Periode 1975 bis 1995. Abgesehen von den wenig aussagekräftigen holländischen Daten, die auf einer anderen Systematik des Zählens beruhen, kann zwischen Deutschland, Österreich und Japan ein Vergleich hergestellt werden.

schöpfungsentwicklung, wo das GDP (Gross Domestic Product) pro Kopf kontinuierlich wächst (Darstellung 20).

Die höchste Pro-Kopf-Wertschöpfung weist Japan auf und hat damit Deutschland abgelöst, welches durch die Vereinigung der beiden deutschen Staaten ab 1991 auf das Niveau Österreichs gesunken ist.

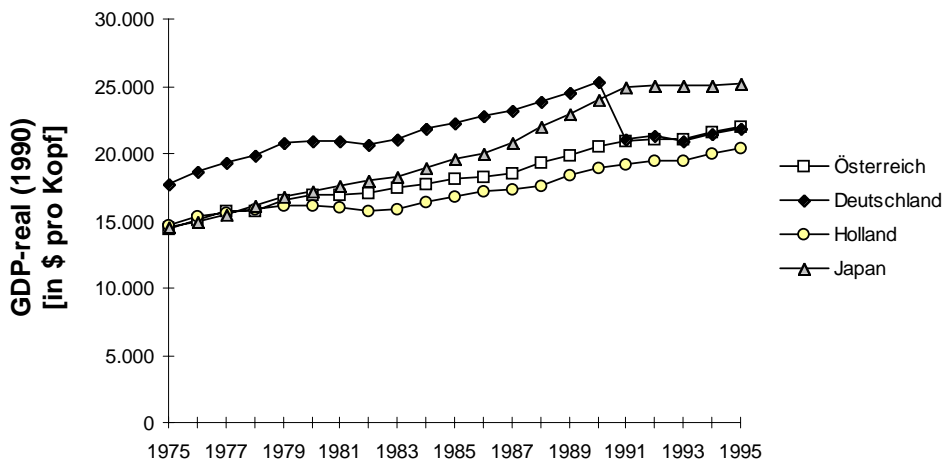
Internationale Vergleiche von zeitlichen Entwicklungstrends ermöglichen eine erste Einschätzung, ob Entkoppelungseffekte zwischen wirtschaftlicher und materieller Performance stattfinden und ob solche Entkoppelungserfolge längerfristig durchgehalten werden können. Das bei einer Stagnation des jährlichen Materialinputs und anhaltendem wirtschaftlichem Wachstum Entkoppelungseffekte auftreten, liegt auf der Hand. Darstellung 21 beschreibt diese Entkoppelungseffekte mittels des Indikators Materialproduktivität. Dieser dokumentiert, wieviele

Darstellung 19:  
**Materialinput pro Kopf, Deutschland, Holland, Japan und Österreich im Vergleich**



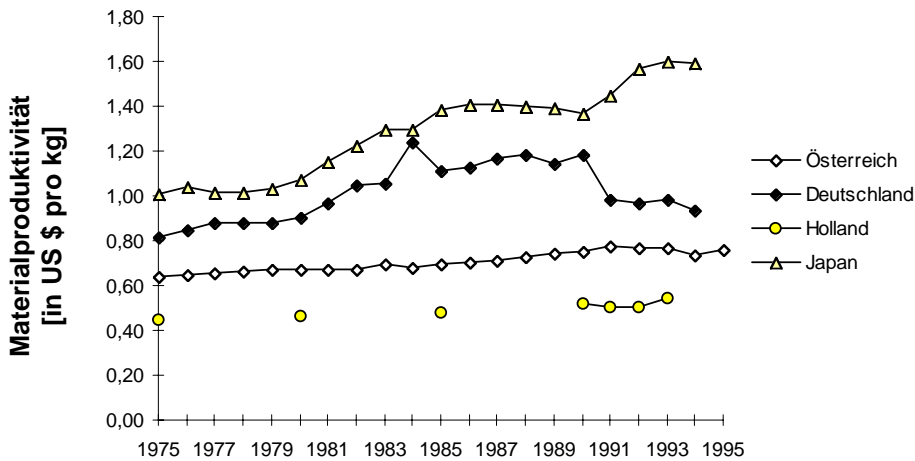
Quelle: World Resources Institute (1997), eigene Berechnung

Darstellung 20:  
**Wertschöpfung pro Kopf, Deutschland, Holland, Japan und Österreich im Vergleich**



Quelle: World Resources Institute (1997), OECD-GDP Data (WIFO Datenbank 1997), eigene Berechnung

Darstellung 21:  
**Materialproduktivität, Deutschland, Holland, Japan und Österreich im Vergleich**



Quelle: World Resources Institute (1997), OECD-GDP Data (WIFO Datenbank 1997), eigene Berechnung

Einheiten Wertschöpfung mit einer Einheit Material erwirtschaftet werden können.

Deutliche Produktivitätssteigerungen der japanischen Wirtschaft stehen einer wechselhaften Entwicklung in Deutschland und einer stagnierenden Entwicklung in Österreich gegenüber. Diese vergleichenden Daten belegen zwar erste Trends in der zeitlichen Veränderung des gesellschaftlichen Umweltverhaltens anhand von Makroindikatoren. Sie belegen allerdings auch die methodischen Differenzen der einzelnen nationalen Erhebungen.

### 5.3 ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVES

Entkoppelungsprozesse zwischen Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch lassen sich in mathematischer Hinsicht als Funktion von Wertschöpfung und dem Verbrauch an bestimmten Materialien bzw. dem Ausstoß an Emissionen (immer in pro Kopf Werten) darstellen. Diese Funktionen folgen in der Regel inverse U-Kurven oder N-Kurven, den sogenannten „Environmental Kuznets Curves“ (De Bruyn et al. 1996, De Bruyn 1997, De Bruyn und Opschoor 1996). „According to the Environmental Kuznets Curves, environmental pressure tends to rise faster than income in the early stages of economic development, then slows down, reaches a turning point and declines with further economic growth.“ (De Bruyn et al. 1996, S. 1) Diese Entkoppelungserfolge sind jedoch meist von kurzer Dauer. Ab einer bestimmten ökonomischen Wachstumsrate wächst auch der Ressourcenverbrauch wieder stärker, so daß eine N-Kurve beobachtet werden könne (vgl. Opschoor 1990). Trotz dieser Bedenken in die Nachhaltigkeit von Entkoppelungserfolgen, sprechen die empirischen Befunde bisher eher für die inversen U Zusammenhänge.

Um die Beziehung zwischen dem environmental pressure  $E$  und dem Einkommen  $Y$  zu bestimmen, verwenden Selden und Song (1994) folgende Gleichung:

$$(1) E_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 Y_{i,t} + \beta_2 Y_{i,t}^2 + \beta_3 Y_{i,t}^3 + e_{i,t}$$

wobei der Index  $i$  für ein bestimmtes Land, der Index  $t$  für die Zeit steht. Die Größe  $e$  ist der Ausdruck für die Abweichung von der Normalverteilung. Diese Kurvengleichung kann nun, je nach der numerischen Veränderung der Konstante  $b$  interpretiert werden. Bei  $\beta_1 > 0$  und

$\beta_2 = \beta_3 = 0$  liegt ein linearer Zusammenhang vor. Steigende Einkommen gehen Hand in Hand mit steigenden Umweltbelastungen. Bei  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  und  $\beta_3$  nahe 0 liegt ein quadratischer Zusammenhang vor, der einer inversen U-Kurve entspricht. Bei  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  und  $\beta_3 > 0$  liegt eine kubische polynomische Funktion vor, die einer N-Kurve entspricht. Der Wendepunkt der inversen U-Kurve wird in der ersten Ableitung ermittelt bei  $Y_t = -\beta_1/2\beta_2$ .

„As an overall conclusion of the empirical investigations, one may point at the inverted-U curves for local air pollutants ( $SO_2$ ,  $NO_x$  and Suspended Particulate Matter), whereas solid waste, water pollution and  $CO_2$  emissions show upward sloping trends through all stages of economic development.“ (De Bruyn et al. 1996, S. 5) Dies könnte mit den Erfolgen von nachsorgenden Umweltreparaturmaßnahmen, sogenannten end of pipe-Strategien zusammenhängen, die in Industrienationen mit hohem Einkommensniveau in den 80er Jahren verstärkt zum Einsatz kommen. Diese Entwicklung gilt folgerichtig nicht für alle jene Umweltpressures, denen mit nachsorgenden Umweltschutzmaßnahmen nicht beizukommen ist, wie zum Beispiel Abfallmengen oder  $CO_2$ -Emissionen. Kritik an den Arbeiten von Selden und Song (1994) konzentriert sich vor allem auf das Faktum, daß nicht gesagt werden kann, warum die beobachteten Entkoppelungseffekte zustandekommen und wie sie interpretiert werden sollen (Grossmann und Krueger 1994).

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Inputs und Wertschöpfung so ergeben sich eine Reihe von Problemen. „The demand for materials cannot be simply modelled as a function of prices and income.“ (Ebenda, S. 10) Einmal sind die Preise für Ressourcen oftmals relativ niedrig im Vergleich zu anderen Produktionskosten und sind damit kein Ansporn für Einsparungsmaßnahmen oder für Substitutionsbemühungen. Auch kann kein Zusammenhang zwischen Einkommen und Materialverbrauch hergestellt werden: „The consumption of various metals and income are statistically not cointegrated“ (Ebenda, S. 10). Aus diesem Grunde zeigt die Berechnung der Materialintensität einen unhomogenen Verlauf. Malenbaum (1978) schlägt vor, den Zusammenhang zwischen Materialintensität und Wertschöpfung als inverse U-Kurve zu beschreiben und nennt diesen Zusammenhang „intensity-of-use-hypothesis“.<sup>30</sup>

30 Der Unterschied zwischen der intensity-of-use-Hypothese und der EKC ist, daß die EKC das Verhältnis von Emissionen und Einkommen beschreibt, während die intensity-of-use-Hypothese den Zusammenhang zwischen Materialverbrauch pro Einkommen und Einkommen zum Gegenstand hat.

De Bruyn et al. (1996) führen zwei Gründe für das Sinken der Materialintensität, was ja einen Produktivitätszugewinn bedeutet, an:

- \* Technologische Verbesserungen führen zu einem effizienteren Umgang mit den Ressourcen für die Produktion und zu vielfältigen Substitutionsprozessen
- \* Strukturelle Veränderungen innerhalb der Wirtschaft, wie zum Beispiel der gestiegene Anteil des Dienstleistungssektors zu Lasten der Produktion, führen ebenfalls zu niedrigerem Ressourcenverbrauch.

Ein nächster Schritt wäre die Abschätzung der Wirksamkeit der unterschiedlichen Einflußfaktoren (technologischer Wandel, struktureller Wandel). De Bruyn et al. (1996) schlagen dazu eine erweiterte Gleichung vor, die sich wieder auf die Berechnung von Emissionen bezieht.

$$(2) E_{j,t} = Y_{j,t} * U_{j,t}$$

$E_{j,t}$  ist die Höhe der Emissionen,  $Y_{j,t}$  bezieht sich auf das BIP und  $U_{j,t}$  faßt die Emissionsintensität (das ist  $E_{j,t} / Y_{j,t}$ ). Veränderungen von  $U_{j,t}$  reflektieren Strukturveränderungen in der Wirtschaft, technologische Veränderungen und Prozesse der Material- und Energiesubstitution. Malenbaum (1978) argumentiert, daß die ausschlaggebenden Faktoren für die Reduktion von Emissionen die steigenden Wertschöpfungsraten sowie der immer größere Anteil des Dienstleistungssektors sind. Schlußendlich kann auch die Preisentwicklung eine Rolle spielen. Steigende Preise können einen schonenderen Umgang der Wirtschaft mit Ressourcen bewirken, was sich letztlich auf die Emissionen, die ihrerseits eine Funktion des Inputs sind, positiv auswirkt. Diese Argumente werden in der folgenden Gleichung zusammengefaßt:

$$(3) \ln(E_{j,t}/E_{j,t-1}) = \beta_{0j} \ln(Y_{j,t}/Y_{j,t-1}) + \beta_{1j} + \beta_{2j} \ln Y_{j,t-1} + \beta_{3j} \ln(P_{j,t}/P_{j,t-1}) + \varepsilon_j$$

Dabei ist  $P$  der Preis der energetischen und/oder materiellen Inputs. Vergleichbar der Gleichung (1) handelt es sich bei Gleichung (3) um ein „reduced form model“. Die Größe und Entwicklung der Koeffizienten  $\beta$  kann klären, worauf Entkopplung im einzelnen zurückzuführen ist.

Wenn  $\beta_1$  deutlich kleiner als 0 und  $\beta_2$  gleich 0 ist, so ist die Abnahme von z. B. Emissionen, welche mit strukturellem oder technologischem Wandel

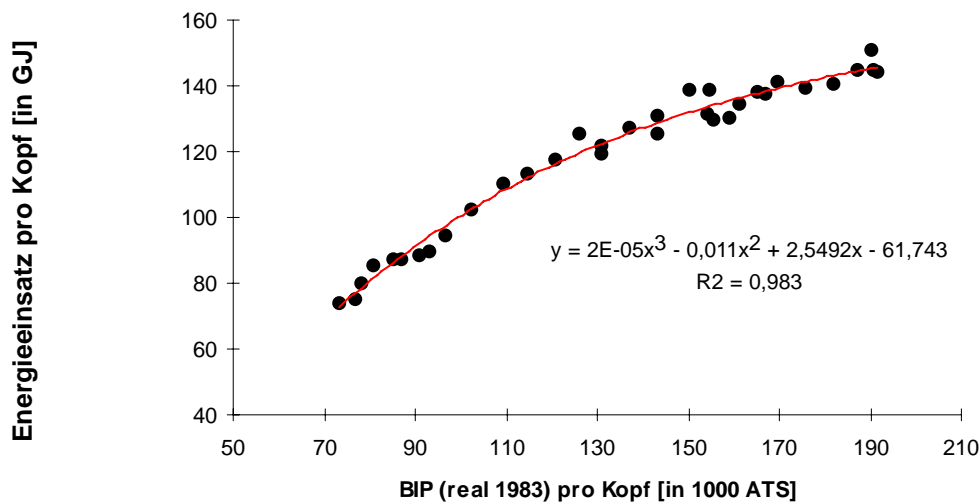
zusammenhängen, konstant über die betrachtete Periode. Dies deutet auf von außen wirkenden technologischen Wandel hin.  $\beta_2$ -Werte deutlich kleiner Null deuten auf Wertschöpfungseffekte hin.  $\beta_2$ -Werte ungleich Null indizieren Prozesse des strukturellen Wandels, der gegenüber der Wertschöpfungsentwicklung als Einflußfaktor an Bedeutung gewinnt. Wenn  $\beta_3$  kleiner als 0 ist können Effizienzgewinne als Preisveränderungseffekte bei den Energie- und Materialpreisen erklärt werden.

*„The advantage of this model over (1) is that it is dynamic and explicitly allows for a test whether economic growth influences emissions for individual countries. If  $\beta_0 > 0$  then economic growth has direct positive influence on emissions.“* (De Bruyn et al. 1996, S. 12)

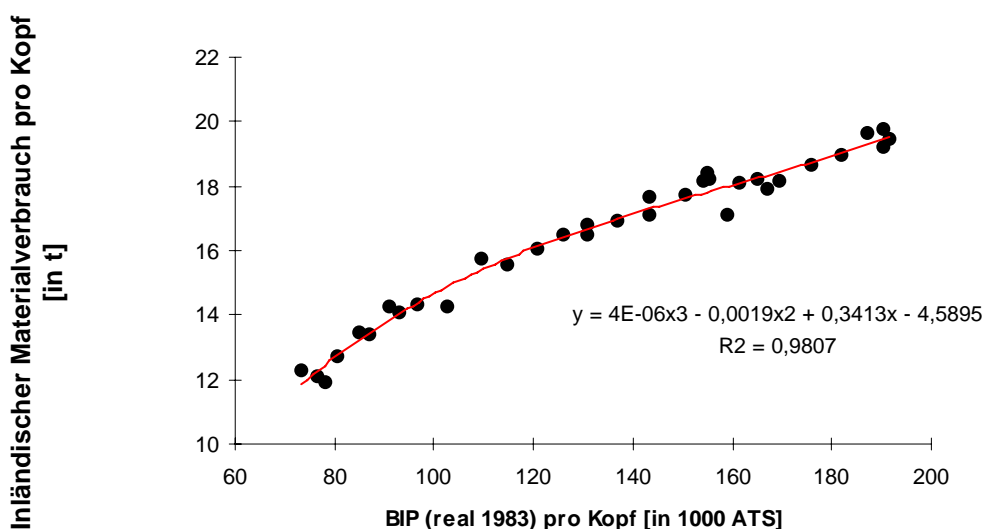
Als zusammenfassendes Ergebnis kann die Einsicht gelten, daß ökonomisches Wachstum in der Regel auch materielle Wachstumsprozesse antreibt und damit auch zum Anwachsen der Material- und Energieströme sowie der Emissionen beiträgt. Deutliche Entkoppelungseffekte zeigen sich nur für  $SO_2$ -Emissionen für Holland. Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen wachsen Emissionen in engem Zusammenhang mit dem Wirtschaftswachstum (De Bruyn et al. 1996). Demgegenüber liegen Reduktionspotentiale in strukturellen und technologischen Veränderungsprozessen. *„Despite the increases in emissions due to economic growth, emissions may decline over time, probably due to technological and structural changes.“* (De Bruyn et al. 1996, S. 20) Für De Bruyn et al. (1996) ist es in erster Linie die Verlangsamung der ökonomischen Wachstumsgewinne seit der ersten Ölkrise, die in den industriellen Ländern zu Emissionsreduktionen geführt hat.

Die folgenden Darstellungen (22, 23) stellen einen Zusammenhang von Wertschöpfungsentwicklung und Umweltbelastung nach dem Vorbild der Environmental Kuznets Curves her. Als Umweltbelastungsindikatoren verwende ich den jährlichen Energieverbrauch pro Kopf und den jährlichen inländischen Materialverbrauch pro Kopf für die Periode 1960 - 1995. Dieser Zusammenhang wird als polynomische Kurvenfunktion dritter Ordnung dargestellt, wobei für alle drei Kurven gilt:  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  und  $\beta_3$  nahe 0. Dieser Zusammenhang entspricht einer inversen U-Kurve, was dafür zu sprechen scheint, daß in Gesellschaften, welche sich in einer späteren Entwicklungsphase industrieller Entwicklung befinden, Materialniveau und Wertschöpfungsniveau voneinander abkoppeln.

Darstellung 22:  
**Energieverbrauch nach BIP**



Darstellung 23:  
**Inländischer Materialverbleib nach BIP**



Der inverse U-Zusammenhang ist für das Beispiel Österreich noch schwach ausgeprägt, da die Werte für  $\beta_2$  mit -0,011, -0,0012 bzw. -0,0019 sehr nahe an 0 liegen. Bei  $\beta_2$  gleich 0 liegt ein linearer Zusammenhang vor, sodaß steigende Wertschöpfung mit steigender Umweltbelastung korrespondiert. Die Environmental Kuznets Curves legen eine tiefere Analyse zur Identifikation von Technologie- und Struktureffekten und Preiseinflüssen, wie im theoretischen Teil besprochen nahe. Diese ökonomische Analyse übersteigt jedoch den Rahmen dieser Arbeit.

## 6 TRENDS UND LANGE ZEITREIHEN

Es ist eine grundlegende Eigenschaft von Systemen, daß sie ihre Größe verändern und damit auch wachsen können. Wachstum wird in der

Regel als linearer Prozeß gedacht. Der Zuwachs pro Zeiteinheit ist in linearen Wachstumsprozessen unabhängig von der Ausgangsgröße. Anders verhält es sich bei exponentiellen Wachstumsprozessen, wo die jeweilige Zuwachsrate der Ausgangsgröße proportional ist (vgl. Meadows et al. 1992). Betrachtet man die Ergebnisse gesellschaftlicher Aktivitäten seit der industriellen Revolution, so haben wir es fast immer mit exponentiellem Wachstum zu tun. „*Offensichtlich ist das exponentielle Wachstum im globalen sozialen System der Menschen tief verwurzelt.*“ (Meadows et al. 1992, S. 35) Exponentielle Wachstumsprozesse ergeben sich dann, wenn eine wachsende Größe sich selbst reproduziert oder von einer sich selbst reproduzierenden Größe zum Wachstum angetrieben wird. Oder mit anderen Worten: Wenn in einem System eine positive Rückkoppelung wirkt,

so besitzt es die strukturell bedingte Neigung, exponentiell zu wachsen.

In den globalen gesellschaftlichen Prozessen sind zwei grundlegende Wachstumsprozesse bestimmend. Einmal das Wachstum der Bevölkerung, welches zwar durch äußere Faktoren (durch Überschreitung der carrying capacity) oder innere Regulationsmechanismen (kulturelle Regelungen des Bevölkerungswachstums, vgl. Harris 1989)<sup>31</sup> kontrolliert werden kann, das aber, wenn immer es auftritt, exponentieller Art ist.

Das zweite bestimmende Wachstumsmoment ist nach Meadows das Industriekapital. Darunter seien laut Meadows keine Geldwerte zu verstehen, sondern die Produktionsmittel (Maschinen, Geräte, Produktionsstätten), mit denen Industriegüter hergestellt werden, unter anderem wiederum Produktionsmittel. Eine Volkswirtschaft wächst immer dann exponentiell, wenn die Selbstreproduktion des Industriekapitals nicht behindert wird. Solche behindernden Faktoren können Arbeitskräftemangel, fehlende öffentliche Kaufkraft, Ressourcenknappheit aber auch geringe Investitionsbereitschaft sein. *„Bevölkerung und Industriekapital sind die treibenden Wachstumskräfte in den industrialisierten Regionen der Erde. Die drei anderen Sektoren mit Wachstumstendenzen - die Nahrungsmittelproduktion, die Nutzung von Ressourcen und die Umweltverschmutzung - sind strukturell nicht fähig, sich selbst zu reproduzieren. Sie werden vielmehr durch die Zunahme der Bevölkerung und des Industriekapitals zum Wachstum getrieben.“* (Meadows et al. 1992, S. 44f.)

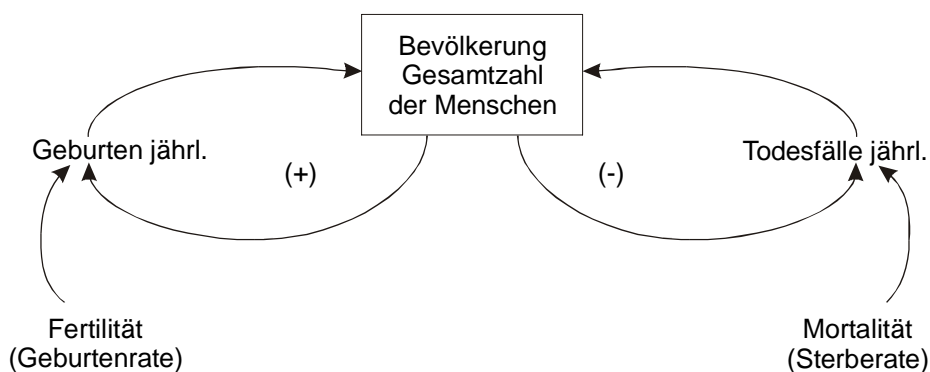
Die beiden Rückkoppelungen, jährliche Geburten bzw. jährliche Todesfälle steuern das dynamische Verhalten des Bevölkerungswachstums.

Wie rasant die Weltbevölkerung seit 1650 gewachsen ist, dokumentieren die folgenden Zahlen. 1650 lebten rund 500 Mio Menschen (bei einer jährlichen Wachstumsrate von 0,3%) auf der Erde. Um 1900 stieg die Weltbevölkerung auf 1,6 Mrd. (bei 0,5% jährl. Wachstum), 1970 erreichte die Bevölkerungszahl 3,6 Mrd. (bei 2,1% jährl. Wachstum) und 1991 5,4 Mrd. (bei 1,7% jährl. Wachstum). Die absolute Höhe der Weltbevölkerung wirkt wiederum auf die Nahrungsmittel- und Konsumgüterproduktion, auf den Ressourcen und Flächenverbrauch. Wachstumsprognosen gehen von einer Weltbevölkerung von rund 8 Mrd im nächsten Jahrhundert aus.

Das globale Wirtschaftswachstum wird durch die jährlichen Zuwächse des Bruttosozialproduktes (BSP) ausgedrückt. Dieses repräsentiert, jährlich aufsummiert, die Menge an Konsumgütern, an landwirtschaftlicher Produktion, an Dienstleistungen sowie an Investitionen, wobei aus der Sicht der carrying capacity der natürlichen Systeme nicht die Geldflüsse, sondern die dahinterstehenden Material- und Energieflüsse von Bedeutung sind. Betrachtet man die Dynamik der Entwicklung des Industriekapitals, so gleicht die Struktur des Regelkreises der des Bevölkerungssystems. Die beiden Rückkoppelungen, jährliche Investitionen bzw. jährliche Kapitalabnutzung steuern das dynamische Verhalten des Industriekapitals.

Darstellung 24:

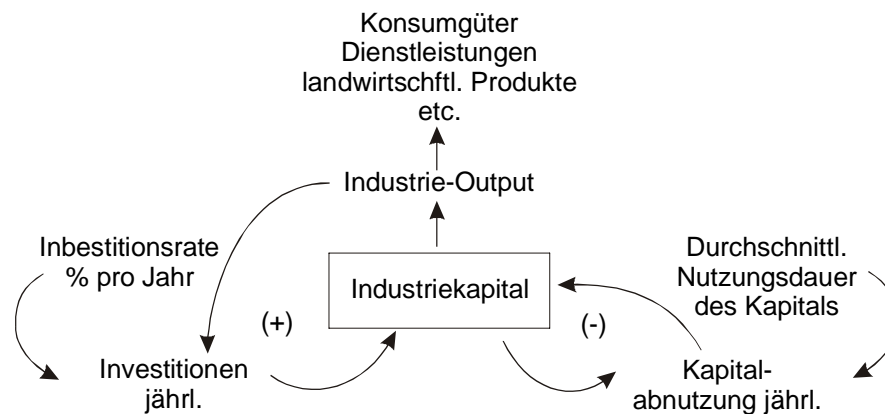
### Dynamisches Verhalten des Bevölkerungssystems



Quelle: Meadows et al. (1992, S 47)

<sup>31</sup> Marvin Harris liefert neben einer theoretischen Begründung für kulturelle Regelungsprozesse des Bevölkerungswachstums auch eine Reihe von vergleichenden Beispielen (Harris 1989, 1990a, 1990b). Regelungsbedarf entsteht laut Harris immer aufgrund eines beschränkten Ressourcenangebots und einer damit verbunden limitierten carrying capacity natürlicher Systeme. Grenzen des Wachstums sind damit seit jeher eine Herausforderung für Gesellschaften in der Gestaltung ihrer Interaktion mit Natur.

Darstellung 25:

**Dynamisches Verhalten des Industriekapitals**

Quelle: Meadows et al. (1992, S 58)

„Der Prozentsatz der Investitionsgüter am Industrie-Output ist eine variable Flußrate und entspricht der Fertilität der Bevölkerung im Bevölkerungsmodell.“ (Meadows et al. 1992, S. 58). Moderne industrielle Gesellschaften werden oftmals als Dienstleistungsgesellschaften bezeichnet. Dies sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, mit welcher oftmals weiter wachsenden materiellen Basis die moderne Dienstleistungsgesellschaft einhergeht. Das eine absolute Reduktion der materiellen und energetischen Basis moderner Gesellschaften schwierig zu erzielen und ebenso schwer aufrechtzuerhalten ist, zeigen die bisher vorliegenden nationalen Studien.

Martin Trömel (1995) hat sich ebenfalls mit der Tatsache auseinandergesetzt, daß die gesellschaftlichen Veränderungen der Moderne mit materiellen und energetischen Wachstumsprozessen einhergehen. Diese Wachstumsprozesse hat Martin Trömel als technische Wachstumsprozesse anhand einiger Indikatoren beschrieben. Als Indikator globalen Durchschnitts verwendet Trömel die Weltproduktion von Chlor, Aluminium, Roheisen, Kupfer, Zink, Blei, Nickel (alles Ausgangsstoffe der wirtschaftlichen Tätigkeit) sowie einige Produkte der Grundstoffindustrie, und zwar die Weltproduktion von Zement und Stickstoffdüngemittel. Ergänzt wird

das Bild durch die Darstellung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Diese Daten präsentiert Trömel in Zeitreihen, oftmals ab 1850, in Form von Kurven in logarithmischer Darstellung.<sup>32</sup> Anhand dieses Materials analysiert Trömel drei Phasen des industriellen Wachstums. Eine erste Phase mit exponentiellem Anstieg, die weit ins 19. Jahrhundert zurückreicht, eine zweite Phase stark gestörten Wachstums zwischen 1914 und 1945, sowie eine dritte Phase nach 1945, in welcher sich die Entwicklung der ersten Phase im wesentlichen zeitverzögert fortsetzt, „in der sich aber schließlich der Übergang zur Sättigung abzeichnet“ (Trömel 1995, S. 19).<sup>33</sup>

Trömel kommt zu der Feststellung, daß es fraglich sei, ob seit Beginn der industriellen Revolution, abgesehen von einer Zäsur in den Jahren 1914 bis 1945, überhaupt eine Veränderung des Mensch-Umwelt-Verhältnis stattgefunden habe. Er opponiert auch gegen die Vorstellung eines 50er Jahre Syndroms, wie es Pfister (1995) und Anderson (1995) beschrieben haben. Die 50er Jahre stehen am Übergang zwischen Phase 2 und 3. Nach vielfältigen Störungen hat die Produktion dort wieder eingesetzt, wo sie 1914 unterbrochen wurde. „Die steigende Produktion wird nicht mehr so stark wie in Phase 2 durch militärische Zwecke absorbiert, sondern kommt in den Industrieländern in erhebli-

32 Die logarithmische Darstellung dient dazu, Wachstumsprozesse, die mehrere Größenordnungen umfassen, graphisch darzustellen. Im gegenständlichen Falle handelt es sich um exponentielles Wachstum, das bedeutet, daß jeder Zuwachs Funktion der Ausgangsdaten ist. Dieses exponentielle Wachstum erscheint in logarithmischer Darstellung als Gerade. Die Darstellungsform vermittelt den Eindruck einer Glätte, kleinere Schwankungen werden geschluckt. Diese Glätte besitzt der Wachstumsprozeß in der Realität nicht. Sogar relativ große Abweichungen werden nivelliert. „Der Betrachter nimmt dadurch einen vom Alltagsgetriebe sehr weit entfernten Standpunkt ein, wobei vieles von dem ignoriert wird, was für Zeitgenossen die eigentliche Erfahrungswirklichkeit ihres Lebens ausmacht“ (Sieferle 1997, S. 99). Dies ist gleichzeitig der methodische Vorteil der logarithmischen Darstellungsform der langen Zeitreihen.

33 In dieser Sättigung am gegenwärtigen Ende der materiellen Entwicklung steht für Trömel die Hoffnung, daß sich die Wachstumskurven auf hohem Niveau einpendeln könnten. Diese Stabilisierung auf hohem Niveau, vergleichbar des Verlaufes einer logistischen Kurve wäre ein erster notwendiger Schritt in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung.

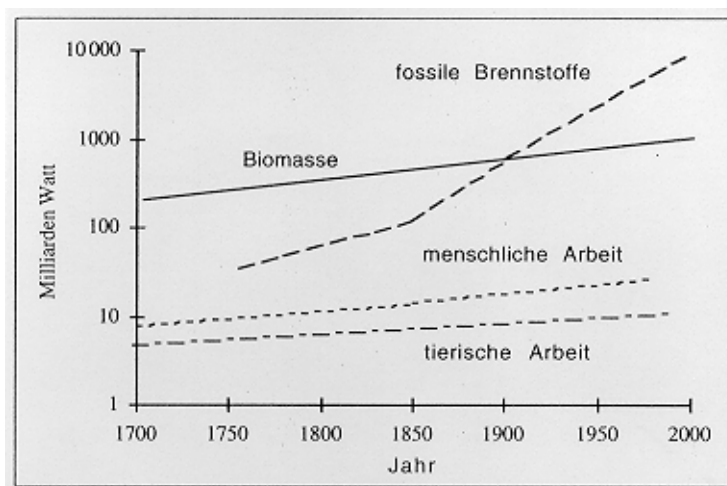
chem Maße dem privaten Konsum zugute.“ (Trömel 1995, S. 22) Wäre die industrielle Entwicklung nicht durch die beiden Weltkriege unterbrochen worden, wäre ein solch spürbares Konsumniveau schon in den zwanziger oder dreißiger Jahren zu erwarten gewesen.

Diese Überlegungen greift Rolf Peter Sieferle (1997) auf. So sehr man über die sozialen und kulturellen Dimensionen des Vorganges der Industrialisierung streiten könne, „so deutlich stehen doch seine physischen Konsequenzen vor Augen“ (Sieferle 1977, S. 96). Grundlage der enormen materiellen Wachstumsprozesse seit Beginn der industriellen Revolution ist die Bevölkerungsexplosion der letzten 200 Jahre, in denen sich die Weltbevölkerung verzehnfacht hat.

Wahrscheinlich systembestimmend entwickelte sich der globale Primärenergieverbrauch ab 1850. Dabei wird die alte Entwicklungslogik des Solarenergiesystems durch die neue Entwicklungsdynamik des fossilen Energiesystems, welches sich von der Fläche abkoppelt und exponentielle Wachstumsraten aufweist, ersetzt (siehe Darstellung 26).

Darstellung 26:

### Entwicklungslogik im Solarenergiesystem und im fossilen Energiesystem, schematische Darstellung



Quelle: Sieferle (1997)

Menschliche und tierische Arbeitskraft sowie die angeeignete Biomasse zählen dabei zum Solarenergiesystem, dessen lineare Entwicklungslogik bis 1850 (in England bis 1750) bestimmend ist. Die in exponentiellen Zuwachsraten verfügbaren fossilen Energieträger haben in der Folge Metalle und andere Stoffe mobilisiert, die ebenfalls exponentielle Zuwachsraten aufweisen.

Als einen zentralen materiellen Parameter für Industriegesellschaften wertet Sieferle die Weltproduktion von Roheisen. Interessant ist, daß das exponentielle Wachstum der Weltproduktion von Roheisen ab 1820 gegen konjunkturelle Schwankungen unempfindlich ist. „Ökonomische Vorgänge, welche auch retrospektiv das Bild der Wirtschaftsgeschichte prägen, scheinen für den Gang der physischen Umsätze praktisch keine Rolle zu spielen.“ (Sieferle 1997, S. 101) In der Phase von 1914 bis 1945 werden die Stoffumsätze chaotisch, um aber dann ab 1950 ihr exponentielles Wachstum genau dort fortzusetzen, wo es mit dem ersten Weltkrieg unterbrochen wurde. Auch Sieferle bemerkt Sättigungstendenzen ab den 70er Jahren, die man aber nicht vorschnell als ein Einschwenken in einen stationären Zustand bewerten sollte. „Insgesamt ergibt sich das eindrucksvolle Bild einer unaufhaltsamen Dynamik, die von den politisch-militärischen Katastrophen des 20. Jahrhunderts lediglich irritiert, gestört und kurzfristig unterbrochen, nicht aber wirklich modifiziert oder gar umgelenkt worden ist. Unabhängig von politischen Regimes, von Wirtschaftsformen, von kulturellen Präferenzen hat sich das Wachstum von Stoffumsätzen seine eigene Bahn gebrochen. (...) Dies läßt den Schluß zu, daß das stofflich-energetische System offen-

sichtlich eine Eigendynamik besitzt, die sich jenseits der kulturellen-politischen Organisationsform vollzieht. Das System scheint einen eigentümlichen Attraktor zu haben, der Willens- und Entscheidungsprozessen unzugänglich bleibt.“ (Sieferle 1997, S. 101).

An diesem Punkt müssen die Überlegungen weitergetrieben werden. Wachstum kann in einer materiell begrenzten Welt, es sei denn es handle



sich um immaterielles Wachstum, immer nur ein Übergangsphänomen sein. Dies legt den Schluß nahe, daß die Industriegesellschaft, welche seit 1850 postuliert wurde, in Wirklichkeit eine Übergangsgesellschaft<sup>34</sup> darstellt, Ausdruck eines Transformationsprozesses ist und keinen stabilen, stationären Zustand beschreibt. Folgt man diesem Argument Sieferles, und es hat zugegebenermaßen einige Plausibilität, so könnte von einer Industriegesellschaft im Sinne einer dauerhaften sozialen, ökonomischen und politischen Struktur tatsächlich nicht gesprochen werden. Sieferle folgert, daß die Industriegesellschaft der Moderne lediglich eine Fiktion sei. Wir befänden uns in einem hochdynamischen Prozeß, der einer Explosion gleiche und sich der gesellschaftlichen Steuerbarkeit entzieht. „Völlig abwegig ist aber die

*Vorstellung, man könne eine Explosion zu einem bestimmten Zeitpunkt einfrieren.*“ (Sieferle 1997, S. 102) Und weiter: „*Der Prozeß, inmitten dessen wir leben, hat den Charakter eines Naturschauspiels zweiter Ordnung. Er ist Resultat menschlicher, daß heißt kultureller Aktivitäten, doch steht er keinem Subjekt zur Verfügung, das in der Lage wäre, auf dem Niveau zu agieren, auf welchem er sich organisiert.*“ (Ebenda, S. 102)

Dies klingt vor dem Hintergrund der Hoffnung einer gesellschaftlichen Orientierung auf nachhaltige Entwicklung, die schließlich ein Produkt politischer Entscheidungsfindung und gesellschaftlicher Umsetzungsprozesse sein soll, nicht eben ermutigend.

## 7 LITERATUR

**Adorno, Theodor W.** (1972): Über Statik und Dynamik als soziologische Kategorien. In: Adorno, Theodor W.: Soziologische Schriften 1. Frankfurt am Main.

**Andersen, Arne** (1995): Vom Industrialismus zum Konsumismus. Der Beginn einer neuen Phase der gesellschaftlichen Naturverhältnisse in den 1950er Jahren. In: Behrens, H. Hrsg.: Wirtschaftsgeschichte und Umwelt - Hans Mottek zum Gedenken. Marburg. S. 205 - 240.

**Angst, Gabriele Windesperger, Andreas** (1995): Rahmen, Konten, Umweltindikatoren. Forschungsinstitut für Chemie und Umwelt, TU Wien.

**Ayres, Robert U., Simonis, Udo Ernst** (1994): Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development. Tokyo, New York, Paris.

**Baccini, Peter, Daxbeck, Hans, Glenck, Emmanuel und Henseler, Georg** (1993): Metapolis. Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. Bericht 34A des Nationalen Forschungsprogrammes des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Zürich.

**Bayer, Kurt und Puwein, Wilfried** (1986): Umweltschutzaktivitäten der österreichischen Industrie. Schriftenreihe der Bundeswirtschaftskammer. Heft 53. Wien.

**Beck, Ulrich** (1996): Das Zeitalter der Nebenfolgen und die Politisierung der Moderne. In: Beck, Ulrich; Giddens, Anthony und Lash, Scott: Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse. Frankfurt am Main. S. 19 - 112.

**Behrensmeier, Ralf und Bringezu, Stefan** (1995): Zur Methodik der volkswirtschaftlichen Material-Intensitäts-Analyse: Ein quantitativer Vergleich des Umweltverbrauchs der bundesdeutschen Produktionssektoren. In: Wuppertal Papers Nr. 34/1995. Wuppertal.

**Benhabib, Seyla** (1986): Kritik des postmodernen Wissens - eine Auseinandersetzung mit Jean-François Lyotard. In: Huyssen, Andreas und Scherpe Klaus (Hrsg.): Postmoderne. Zeichen eines kulturellen Wandels. Hamburg. S. 103 - 127.

**Binswanger, Matthias** (1993): Gibt es eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums von Naturverbrauch und Umweltbelastungen? Daten zu ökologischen Auswirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten in der Schweiz 1970-1990. Diskussionsbeitrag Nr. 12 am Institut für Wirtschaft und Ökologie an der Hochschule St. Gallen (IWO). St. Gallen.

**Blum, W.** (1993): Abfallwirtschaftliche Aspekte in der Landwirtschaft in Zusammenhang mit dem Bundesabfallwirtschaftsplan. Schriftenreihe der Sektion V des Bundesministeriums für Umwelt. Band 9. Wien.

**Brand, Karl-Werner** (1997): Probleme und Potentiale einer Neubestimmung des Projekts der Moderne unter dem Leitbild „Nachhaltige Entwicklung“. In: Brand, Karl-Werner (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung an die Soziologie. Opladen. S. 9 - 34.

**Breuninger, Helga und Sieferle, Rolf Peter** Hrsg. (1995): Markt und Macht in der Geschichte. Stuttgart.

**Bringezu, Stefan** (1993): Where does the cradle really stand? Fresenius Environmental Bulletin 2. S. 419-424.

**Bringezu, Stefan und Schütz, Helmut** (1996): Analyse des Stoffverbrauchs der deutschen Wirtschaft. In: Köhn, Jörg, Welfens, Maria: Neue Ansätze in der Umweltökonomie. Marburg.

**Bringezu, Stefan, Fischer-Kowalski, Marina, Kleijn, René und Palm, Viveka** (1997): Regional and National Material Flow Accounting: From Paradigm to Practice of Sustainability. Proceedings of the ConAccount workshop 21 - 23 January 1997 at Leiden. Basel.

34 Übergangsgesellschaften zeichnen sich in der Regel durch einen besonders rabiaten Umgang mit natürlichen Ressourcen aus.

- Büchner, Werner, Schliebs, Reinhard, Winter, Gerhard und Büchel, Karl-Heinz** (1986): Industrielle Anorganische Chemie. 2., durchgesehene Auflage. Weinheim.
- Buitenkamp, Maria, Venner, Henk und Wams, Ted** Hrsg. (1993): Sustainable Netherlands, Milieudéfense (Friends of the Earth Netherlands), Amsterdam.
- Bund/Misereor** Hrsg. (1996): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie. Birkhäuser, Basel.
- Bundesministerium für Umwelt** (1995): Nationaler Umweltplan. Wien.
- Burger, Rudolf** (1993a): Das Denken der Postmoderne. In: Burger, Rudolf: Überfälle. Interventionen und Traktate. Wien. S. 129 - 142.
- Burger, Rudolf** (1993b): Monopolisierung und Automation. Zum produktiven Grund der Postmoderne. In: Burger, Rudolf: Vermessungen. Essays zur Destruktion der Geschichte. S. 69 - 112.
- Bürger, Christa** (1987): Moderne als Postmoderne. Jean-François Lyotard. In: Bürger, Christa und Bürger, Peter (Hrsg.): Postmoderne: Alltag, Allegorie und Avantgarde. Frankfurt am Main. S. 122 - 143.
- Bürger, Peter** (1987): Vorbemerkung. In: Bürger, Christa und Bürger, Peter (Hrsg.): Postmoderne: Alltag, Allegorie und Avantgarde. Frankfurt am Main. S. 7 - 12.
- Catton, W. und Dunlap, Riley** (1978): Environmental sociology: A new paradigm. In: The American Socio-logist. Vol 13.
- Conrad, Jobst** (1997): Nachhaltige Entwicklung - ein ökologisch modernisiertes Modell der Moderne? In: Brand, Karl-Werner (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung an die Soziologie. Opladen. S. 51 - 70.
- De Bruyn, Sander M.; Van den Bergh, J. C. und Opschoor, J. B.** (1996): Economic Growth and Patterns of Emissions. Reconsidering the Empirical Basis of Environmental Kuznets Curves. Research Memorandum 1996-48. Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie. Vrije Universiteit. Amsterdam.
- De Bruyn, S. M. und Opschoor, J. B.** (1997): Developments in the throughput - income relationship: theoretical and empirical observations. In: Ecological Economics 20. S. 255 - 268.
- De Bruyn, Sander M.** (1997): Explaining the Environmental Kuznets Curve. The case sulphur emissions. Research Memorandum 1997-13. Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie. Vrije Universiteit. Amsterdam.
- Douglas, Ian und Lawson, Nigel** (1996): An earth science approach to material flows generated by urbanisation and mining. Manchester.
- Enquete-Kommission** (1994): Die Industrie-gesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn.
- Environmental Agency Japan** (1994): Towards Socioeconomic Activities with Less Environmental Load. Tokyo.
- Fellinger, Rupert** (1991): Versuch einer Chlor-Stoffstrom-Bilanz für Österreich. Wien.
- Femia, Aldo** (1996): Input-Output Analysis of material flows: An application to the german economic system for the year 1990. Quaderni di Ricerca. Università degli studi di Ancona. Dipartimento di Economia. Ancona.
- Fischer, H.** (1993): Plädoyer für eine sanfte Chemie. Über den nachhaltigen Gebrauch der Stoffe. Karlsruhe, Braunschweig.
- Fischer-Kowalski, Marina** (1994): Ökologie und Sozialpolitik. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 36. Wien.
- Fischer-Kowalski, Marina, Madlener, Reinhard, Payer, Harald, Pfeffer, Tom und Schandl, Heinz** (1995): Soziale Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 42. Wien.
- Fischer-Kowalski, Marina und Haberl, Helmut** (1997): Stoffwechsel und Kolonisierung. Konzepte zur Beschreibung des Verhältnisses von Gesellschaft und Natur. In: Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S. 3-12.
- Fischer-Kowalski, Marina** (1997a): Wie erkennt man Umweltschädlichkeit? In: Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S. 13-24.
- Fischer-Kowalski, Marina** (1997b): Methodische Grundsatzfragen. In: Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S. 57-66.
- Fischer-Kowalski, Marina** (1997c): Society's Metabolism. On the Development of Concepts and Methodology of Material Flow Analysis. A Review of the Literature. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 46. Wien.
- Fischer-Kowalski, Marina** (1997d): Vortrag zum 10. Jahres Jubiläum der Wiener Vorlesungen. Wien.
- Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga** (1997): Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam.
- Fleissner, Peter, Böhme, Wolfgang, Brautzsch, Hans-Ulrich, Höhne, Jörg, Slassi, Jilla und Stark, Karl** (1993): Input-Output Analyse. Eine Einführung in Theorie und Anwendungen. Springer. Wien, New York.
- Friends of the Earth Europe (FOE)** (1995): Towards Sustainable Europe. The Study. Vorbereitet vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie. Wuppertal.
- Giddens, Anthony** (1996): Konsequenzen der Moderne. Frankfurt am Main.
- Giddens, Anthony** (1997): Die Konstitution der Gesellschaft. Frankfurt am Main, New York.

- Grossmann, G. M. und Krueger, A. B.** (1994): Economic Growth and the Environment. National Bureau of Economic Research, Working Paper 4634. Cambridge Massachusetts.
- Haberl, Helmut** (1991): Gezielte Eingriffe in Lebensprozesse. Vorschlag für verursacherbezogene Umweltindikatoren. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 11. Wien.
- Haberl, Helmut** (1997): Der Energie-Stoffwechsel. In: Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S 81-94.
- Haberl, Helmut und Zangerl-Weisz, Helga** (1997): Kolonisierende Eingriffe: Systematik und Wirkungsweise. In: Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S 129 - 148.
- Harris, Marvin** (1989): Kulturanthropologie. Ein Lehrbuch. Frankfurt am Main.
- Harris, Marvin** (1990a): Kannibalen und Könige. Die Wachstumsgrenzen der Hochkulturen. Stuttgart.
- Harris, Marvin** (1990b): Death, Sex and Fertility. Population Regulation in Pre-Industrial and Developing Societies. Columbia.
- Heinrich, Maria** (1995): Bundesweite Übersicht zum Forschungsstand der Massenrohstoffe Kies, Kiessand, Brecherprodukte und Bruchsteine für das Bauwesen hinsichtlich der Vorkommen, der Abbaubetriebe und der Produktion sowie des Verbrauchs. Zusammenfassung. Berichte der Geologischen Bundesanstalt. Heft 31. Wien.
- Hinterberger, Friedrich und Welfens, Maria** (1996): Warum inputorientierte Umweltpolitik? In: Köhn, Jörg und Welfens, Maria Hrsg.: Neue Ansätze in der Umweltökonomie. Marburg. S. 21 - 44.
- Horkheimer, Max und Adorno, Theodor, W.** (1984): Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente. Frankfurt am Main.
- Horkheimer, Max** (1995): Traditionelle und kritische Theorie. Fünf Aufsätze. Frankfurt am Main.
- Hüttler, Walter und Payer, Harald** (1994): Wasser und Wirtschaftswachstum. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 38. Wien.
- Hüttler, Walter, Payer, Harald und Schandl, Heinz** (1995): Nationale Materialbilanzen als Instrument einer ökologischen Ressourcenpolitik. In: WIFO-Monatsberichte 11/1995, 713-718.
- Hüttler, Walter, Payer, Harald und Schandl, Heinz** (1996a): Materialfluß Österreich 1990. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 44. Wien.
- Hüttler, Walter, Payer, Harald und Schandl, Heinz** (1996b): Materialflußrechnung Österreich. Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung. Schriftenreihe des BMUJF. Band 1. Wien.
- Hüttler, Walter, Payer, Harald und Schandl, Heinz** (1997a): Der Material-Stoffwechsel. In: Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S.67-80.
- Hüttler, Walter, Payer, Harald und Schandl, Heinz** (1997b): Gibt es eine Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch? In: Fischer-Kowalski, Marina, Haberl, Helmut, Hüttler, Walter, Payer, Harald, Schandl, Heinz, Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S. 111-125.
- Jänicke, Martin, Mönch, Harald und Binder, Martin** (1992): Umweltentlastung durch industriellen Strukturwandel? Eine explorative Studie über 32 Industrieländer (1970 bis 1990). Berlin.
- Jänicke, Martin** (1994): Vom Nutzen nationaler Stoffbilanzen. In: Altner, G., Mettler-Meibom, B., Simonis, U.E., Weizsäcker, E. U., von (1994): Jahrbuch Ökologie 1994. München, S.20-28.
- Jänicke, Martin** (1995): Tragfähige Entwicklung: Anforderungen an die Umweltberichterstattung aus der Sicht der Politikanalyse. In: Bringezu, Stefan (Hrsg.): Neue Ansätze der Umweltstatistik. Ein Wuppertaler Werkstattgespräch. Berlin, Basel, Boston. S. 9 - 25.
- Kosz, Michael** (Hrsg.) (1994): Action Plan „Sustainable Austria“. Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung in Österreich. Eine Studie im Auftrag von Friends of the Earth. Wien.
- Kraemer, Klaus** (1994): Was heißt Ressourcenproduktivität. In: Altner, Günter, Mettler-Meibom, Barbara, Simonis, Udo Ernst und Weizsäcker, Ernst Ulrich von Hrsg. (1994): Jahrbuch Ökologie 1994. München, S. 29-34.
- Kuhn, M., Radermacher, W. und Stahmer, Carsten** (1994): Umweltökonomische Trends 1960 bis 1990. In: Wirtschaft und Statistik 8/94. Wiesbaden. S. 658-664.
- Luhmann, Niklas** (1984): Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie. Frankfurt am Main.
- Lutz, Burkhardt** (1989): Der kurze Traum immerwährender Prosperität. Frankfurt am Main und New York.
- Malenbaum, W.** (1978): World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000. New York.
- Meadows, Donella, Meadows, Dennis, Randers, Jorgen und Behrens, W. W.** (1972): The Limits to Growth. New York.
- Meadows, Donella, Meadows, Dennis und Randers, Jorgen** (1992): Die neuen Grenzen des Wachstums. Stuttgart.
- Mol, A. P.J.** (1995): The Refinement of Production: Ecological Modernisation Theory and the Chemical Industry. CIP Data Koninklijke Bibliotheek. The Hague.
- Neumüller, O.-A.** (1979): Römpps Chemie-Lexikon. 8., neubearbeitete und erweiterte Auflage. 6 Bände. Stuttgart.
- Nisbet, R.** (1969): Social Change and History. Aspects of the Western Theory of Development. New York.

- Novotny, Helga** (1996): Umwelt, Zeit, Komplexität. Auf dem Weg zur Endosoziologie. In: Diekmann, Andreas und Jaeger, Carlo C. (Hrsg.): Umweltsociologie. KZfSS. Sonderheft 36. Opladen.
- Ofner, H.** (1994): Stoff- und Energiebilanzen ausgewählter Fachverbände, Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz, Graz.
- Opschoor, J. B.** (1990): Ecologische duurzame economische ontwikkeling: Een theoretisch idee en een weerbarstige praktijk. In: Nijkamp, P. und Verbruggen, H. Hrsg.: Het Nederlands Milieu in de Europese Ruimte: Preadviezen van de Koninklijke Vereniging voor Staatshuishoudkunde. Leiden. S. 77-126.
- Pfister, Fritz** Hrsg. (1995): Das 1950er Syndrom. Der Weg in die Konsumgesellschaft. Bern, Stuttgart, Wien.
- Pimentel et al.** (1995): Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. In: Science. Vol. 267. S. 1117 - 1123.
- Raulet, Gérard** (1986): Zur Dialektik der Postmoderne. In: Huyssen, Andreas und Scherpe Klaus (Hrsg.): Postmoderne. Zeichen eines kulturellen Wandels. Hamburg. S. 128 - 150.
- Reusswig, Fritz** (1997): Nicht-nachhaltige Entwicklungen. Zur interdisziplinären Beschreibung und Analyse von Syndromen des Globalen Wandels. In: Brand, Karl-Werner (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung an die Soziologie. Opladen. S. 71 - 92.
- Rogich, D.G. & Staff, U.S. Bureau of Mines** (1993): Material Use, Economic Growth and the Environment. Paper presented to the International Recycling Congress Jan. 19-22, 1993, Geneva.
- Schandl, Heinz und Zangerl-Weisz, Helga** (1997): Materialbilanz Chemie - Methodik sektoraler Materialbilanzen. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 47. Wien.
- Schandl, Heinz** (1997): Material Flow Accounting als Konzept zur Operationalisierung nachhaltiger gesellschaftlicher Entwicklung. Diplomarbeit. Wien.
- Schmidt-Bleek, Friedrich** (1994): Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS - Das Maß für ökologisches Wirtschaften, Berlin, Basel, Boston.
- Schneidewind, Uwe** (1995): Chemie zwischen Wettbewerb und Umwelt. Perspektiven für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Chemieindustrie. Marburg.
- Schnitzer, H., Paula, M. und Niederl, K.** (1993): The Cleaner Production Approach to Sustainability. In: Proceedings of the International Symposium. Sustainability - Where do we stand? Graz. S. 237-246.
- Schramm, Wilhelm** (1993): Begleitforschung zu den branchenorientierten Umweltschutzaktivitäten in Österreich, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Forschungsstelle für Technikbewertung. Wien.
- Schramm, Wilhelm** (1995): Operationalisierung des Konzepts Cleaner Production am Beispiel der Ledererzeugung. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Forschungsstelle für Technikbewertung. Wien.
- Schütz, Helmut und Bringezu, Stefan** (1993): Major Material Flows of Germany. In: Fresenius Env.Bull. no.2, 443-448.
- Selden, T. M. und Song D. S.** (1994): Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? In: Journal of Economics and Management 27. S. 147 - 162.
- Sieferle, Rolf Peter und Müller-Herold, Ulrich** (1996): Überfluß und Überleben - Risiko, Ruin und Luxus in primitiven Gesellschaften. In: GAIA 5. Nr. 3-4. S. 135-143.
- Sieferle, Rolf Peter** (1997a): Kulturelle Evolution des Gesellschaft-Natur-Verhältnisses. In: Fischer-Kowalski, Marina; Haberl, Helmut; Hüttler, Walter; Payer, Harald; Schandl, Heinz; Winiwarter, Verena und Zangerl-Weisz, Helga: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Amsterdam. S. 37-53.
- Sieferle, Rolf Peter** (1997b): Rückblick auf die Natur. Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt. Ort.
- Spangenberg, Joachim** (1995): Ein zukunftsfähiges Europa. Towards a Sustainable Europe. Zusammenfassung. Studie im Auftrag von Friends of the Earth Europe. Wuppertal Papers No. 42. Wuppertal.
- Steurer, Anton** (1992): Stoffstrombilanz Österreich 1988. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 26. Wien.
- Steurer, Anton** (1994): Stoffstrombilanz Österreich 1970 - 1990. Schriftenreihe Soziale Ökologie. Band 34. Wien.
- Tischler, F.** (1994): Methoden zur Erstellung von Grobbilanzen für Industriebranchen, Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz, Graz.
- Trömel, Martin** (1995): Quantitative Analyse technischer Wachstumsprozesse: Drei Entwicklungsphasen der Industriegesellschaft im 20. Jahrhundert. In: Sieglerschmidt, Jörn (Hrsg.): Der Aufbruch ins Schlaraffenland. Environmental History Newsletter, special issue No. 2. Mannheim.
- Van Den Daele, W.** (1993): Sozialverträglichkeit und Umweltverträglichkeit. Inhaltliche Mindeststandards und Verfahren bei der Beurteilung neuer Technik. In: Politische Vierteljahresschrift 34. S. 219-248.
- Vonkeman, G.H. und Maxson, P.** (1994): Looking back from the Future. Dutch Governmental Programme for Sustainable Technology Development (STD). Institute for European Environmental Policy. Brussels.
- Wehling, Peter** (1997): Sustainable Development - eine Provokation für die Soziologie? In: Brand, Karl-Werner (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung an die Soziologie. Opladen. S. 35 - 50..
- Weissermel, Klaus und Arpe, Hans-Jürgen** (1990): Industrielle Organische Chemie. Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim.
- Weizsäcker, Ernst Ulrich** (1992): Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt. Darmstadt.

**Weizsäcker, Ernst Ulrich, Lovins, A. B. und Lovins, L. H.** (1995): Faktor Vier: Doppelter Wohlstand - halbiertes Naturverbrauch. Der neue Bericht an den Club of Rome. München.

**Wernick, Ido K. und Ausubel, J. H.** (1995a): National Materials Flows and the Environment. Annual Review of Energy and the Environment 20. New York. S. 462-492.

**Wernick, Ido K. und Ausubel, J. H.** (1995b): National Material Metrics for Industrial Ecology. Resource Policy 21. New York. S. 189-198.

**Weterings, R.A.P.M. und Opschoor, J.B.** (1992): The Ecocapacity as a Challenge to Technological Development, Publication RMNO Nr. 74a, Rijswijk.

**World Commission of Environment and Development** (1987): Our Common Future. Greven.

**World Resources Institute** (1997): Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies. Washington.

## 8 DATENQUELLEN

**Alder, Robert** (1992): Energieaufkommen und -verwendung in der österreichischen Volkswirtschaft 1988. Endgültige Energiebilanz 1988. In: Statistische Nachrichten 6/1992. S. 498-511.

**Alder, Robert und Kyapil, Brigitte** (1995): Energieaufkommen und -verwendung in der österreichischen Volkswirtschaft 1992. Endgültige Energiebilanz 1992. In: Statistische Nachrichten 8/1995. S. 618-629.

(BMUJF 1993): **Organisation for Economic Cooperation and Development** (OECD 1993): OECD Environmental Data. Compendium 1993. Paris.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1986-1994): Industrie und Gewerbestatistik 1983 ff 1. Teil. Wien.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1986-1994): Industriestatistik 1983 ff 2. Teil. Wien.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1986-1994): Gewerbestatistik 1983 ff 2. Teil. Wien.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1984-1993): Der Außenhandel Österreichs 1983 ff Wien.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1994): Input-Outputtabelle 1983, 1 und 2. Teil. Wien.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1994a): Energieversorgung Österreichs. Jahreshaft 1993. Wien.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1994b): Österreichisches Volkseinkommen 1993. Wien.

**Österreichisches Statistisches Zentralamt** (ÖSTAT 1995): Systematik der Wirtschaftstätigkeiten - ÖNACE 1995 Wien.

**Umweltbundesamt** (UBA 1992, 1995): Bundesabfallwirtschaftsplan 1992 und 1995 1.-5.- Band. Wien.

**WIFO** (1993): Energiebilanzen des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung. 1955-1990. Wien.

**WIFO** (1994): Energiebilanzen des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung. 1986-1993. Wien.

**Wytzens, Hans Karl und Zehetner, Renate** (1990): Übersicht über das Abfallaufkommen der landwirtschaftlichen Produktion in Österreich. In: Die Bodenkultur. S. 67.

## 9 BIOGRAPHIE

### Heinz Schandl

Mag., Studium der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Nebenfach Germanistik an der Universität Wien, mit Schwerpunkt Umweltsoziologie. Seit 1994 Mitarbeiter an der Abteilung Soziale Ökologie des IFF in Wien. Lehrbeauftragter für Soziale Ökologie am IFF-Wien und für Umweltsoziologie am Institut für Soziologie (GRUWI) in Wien. Arbeitsschwerpunkte: Theorie der Interaktion von gesellschaftlichen und natürlichen Systemen, Operationalisierung des Konzepts Sustainable Development, Physical Economy, Modernisierungstheorie, sozialwissenschaftliche Risikoforschung. Arbeitet zur Zeit an einer Dissertation in Soziologie zur Frage der physischen Dimensionen von Modernisierung.

Fragen und Diskussionsbeiträge an: heinz.schandl@univie.ac.at

## Darstellung 1

**Multipliers for converting the major global mineral productions to total material moved by mining and excavative activities**

| Commodity (UN Classification)                                    | Multiplier (to calculate total material moved) |
|--|--|
| Coal (deep-mined and opencast)                                   | plus 50 %                                      |
| Iron-bearing ores (Fe content of iron ores and concentrates)     | x 5,2  |
| Copper-bearing ores (Cu content of copper ores and concentrates) | x 450  |
| Lead-bearing ores (Pb content of lead ores and concentrates)     | x 32   |
| Bauxite (Gross weight of crude ore mined)                        | x 3  |
| Granite, porphery, sandstone (Monumental and building stones)    | plus 20 %                                      |
| Limestone flux and calcareous stone                              | plus 20 %                                      |
| Sand, silicia and quartz   | plus 75 %                                      |
| Gravel and crushed stone (for concrete aggregates)               | plus 25 %                                      |
| Clay (natural crude clayey substances)                           | plus 50 %                                      |
| Natural Phosphate, gross weight                                  | x 4  |
| Salt, unrefined  | no   |
| Peat   | overburden<br>plus 25 %                        |

Quelle: Douglas und Lawson (1996)

## Darstellung 2

**Verwendungsbereiche für Sand, Kies und Festgesteine in Niederösterreich**

|  | Anteile in % |
|--|--------------|
| Naturwerkstein   | 0,2 %        |
| Zement   | 2,8 %        |
| Betonzuschlagsstoff  | 3,0 %        |
| Baustoffe (insbesondere Baukalk)                             | 26,3 %       |
| Schüttmaterial im Tiefbau, Asphaltmischgut                   | 62,7 %       |
| Glas-, Stahl- und Feuerfestindustrie, sonstige und unbekannt | 5,1 %        |

Quelle: Heinrich (1995)

## Darstellung 3

**Inländische Entnahme von mineralischen Materialien und fossilen Energieträgern, Österreich  
1960 - 1995**

|      | Erze      | Gips,<br>Anhydrit,<br>Schwerspat<br>und Graphit | Kaolin, Talk,<br>Feldspat und<br>Kieselgur | Mergel    | Kalkrohstoffe | Zementroh-<br>stoffe |
|------|-----------|---|--|-----------|---------------|----------------------|
| 1960 | 3.924.576 | 755.006   | 414.037                                    | 1.356.913 | 724.764       | 3.961.632            |
| 1961 | 4.064.558 | 763.612   | 438.247                                    | 1.370.619 | 770.065       | 4.317.823            |
| 1962 | 4.138.772 | 774.442   | 421.405                                    | 1.384.464 | 733.309       | 4.279.946            |
| 1963 | 4.107.122 | 686.264   | 421.036                                    | 1.398.448 | 764.153       | 4.637.188            |
| 1964 | 3.906.640 | 671.446   | 445.452                                    | 1.412.574 | 806.326       | 5.276.209            |
| 1965 | 3.883.153 | 705.977   | 409.033                                    | 1.426.843 | 762.926       | 5.662.013            |
| 1966 | 3.839.786 | 859.307   | 459.268                                    | 1.441.255 | 790.474       | 6.301.519            |
| 1967 | 3.848.124 | 772.043   | 467.649                                    | 1.455.813 | 790.910       | 6.367.294            |
| 1968 | 3.901.733 | 725.143   | 416.852                                    | 1.470.518 | 785.059       | 6.373.970            |
| 1969 | 4.411.018 | 702.573   | 445.781                                    | 1.485.372 | 828.814       | 6.381.673            |
| 1970 | 4.432.895 | 682.880   | 444.981                                    | 1.500.376 | 850.678       | 6.728.333            |
| 1971 | 4.780.008 | 615.900   | 399.695                                    | 1.515.531 | 855.054       | 7.703.702            |
| 1972 | 4.715.440 | 778.981   | 418.086                                    | 1.530.840 | 888.797       | 8.911.651            |
| 1973 | 4.832.530 | 888.640   | 397.132                                    | 1.546.303 | 888.797       | 8.763.441            |
| 1974 | 4.849.823 | 833.653   | 412.851                                    | 1.561.922 | 888.797       | 9.009.631            |
| 1975 | 4.446.798 | 745.808   | 369.282                                    | 1.577.699 | 922.539       | 7.881.857            |
| 1976 | 4.551.909 | 803.357   | 377.073                                    | 1.593.635 | 932.066       | 8.231.843            |
| 1977 | 4.172.233 | 844.581   | 379.880                                    | 1.609.733 | 969.514       | 8.390.638            |
| 1978 | 3.590.077 | 806.708   | 385.965                                    | 1.625.993 | 1.014.340     | 8.024.198            |
| 1979 | 4.118.218 | 838.932   | 453.108                                    | 1.642.417 | 1.050.329     | 7.855.639            |
| 1980 | 4.390.007 | 870.365   | 468.634                                    | 1.659.007 | 1.100.330     | 7.637.636            |
| 1981 | 4.242.788 | 824.322   | 442.342                                    | 1.675.764 | 1.137.754     | 7.402.646            |
| 1982 | 4.618.958 | 751.791   | 471.444                                    | 1.692.691 | 1.135.845     | 7.016.783            |
| 1983 | 4.844.057 | 791.339   | 525.702                                    | 1.709.789 | 1.271.453     | 6.869.244            |
| 1984 | 5.005.990 | 783.906   | 592.260                                    | 1.727.060 | 1.419.273     | 6.858.606            |
| 1985 | 4.488.840 | 724.757   | 648.826                                    | 1.744.505 | 1.469.172     | 6.383.518            |
| 1986 | 4.042.361 | 737.916   | 581.021                                    | 1.762.126 | 1.451.185     | 6.396.541            |
| 1987 | 3.731.255 | 704.442   | 579.578                                    | 1.779.925 | 1.507.029     | 6.330.390            |
| 1988 | 3.013.554 | 729.322   | 626.207                                    | 1.797.904 | 1.659.808     | 6.668.743            |
| 1989 | 3.103.061 | 820.961   | 632.746                                    | 1.816.065 | 1.777.717     | 6.648.239            |
| 1990 | 2.949.267 | 774.350   | 616.145                                    | 1.834.409 | 1.666.281     | 6.864.028            |
| 1991 | 2.718.906 | 674.344   | 524.198                                    | 2.779.548 | 1.741.099     | 7.024.095            |
| 1992 | 2.241.894 | 811.881   | 500.376                                    | 2.640.373 | 1.776.455     | 7.040.155            |
| 1993 | 1.707.599 | 880.487   | 487.078                                    | 2.838.911 | 1.833.157     | 6.917.739            |
| 1994 | 1.653.303 | 1.072.793                                       | 604.358                                    | 2.305.842 | 2.025.190     | 6.759.844            |
| 1995 | 2.307.405 | 970.449   | 558.167                                    | 1.930.957 | 2.034.650     | 5.380.801            |

## Darstellung 3

**Inländische Entnahme von mineralischen Materialien und fossilen Energieträgern, Österreich 1960 - 1995**

|      | Ton, Bentonit<br>und Illton | Magnesit  | Kalkstein<br>Chemie-<br>industrie | Sand und<br>Kies | Naturwerk-<br>stein | Salz    |
|------|-----------------------------|-----------|-----------------------------------|------------------|---------------------|---------|
| 1960 | 80.814                      | 1.625.406 | 136.728                           | 19.363.182       | 302.232             | 253.883 |
| 1961 | 81.519                      | 1.798.681 | 145.255                           | 21.284.174       | 316.847             | 212.103 |
| 1962 | 121.813                     | 1.607.409 | 153.783                           | 20.747.851       | 276.455             | 232.241 |
| 1963 | 118.012                     | 1.321.788 | 162.310                           | 22.994.033       | 253.842             | 277.116 |
| 1964 | 122.657                     | 1.656.574 | 170.838                           | 26.088.782       | 295.554             | 289.032 |
| 1965 | 123.253                     | 1.815.608 | 179.366                           | 28.255.125       | 288.102             | 298.389 |
| 1966 | 213.939                     | 1.614.636 | 187.893                           | 31.567.844       | 271.307             | 325.593 |
| 1967 | 184.110                     | 1.535.309 | 196.421                           | 31.961.290       | 421.271             | 312.884 |
| 1968 | 241.904                     | 1.546.682 | 114.924                           | 32.520.662       | 375.204             | 338.232 |
| 1969 | 314.230                     | 1.608.421 | 154.182                           | 32.789.330       | 380.328             | 344.037 |
| 1970 | 337.946                     | 1.609.340 | 201.985                           | 37.677.000       | 297.705             | 405.180 |
| 1971 | 329.377                     | 1.556.459 | 39.718                            | 38.492.000       | 340.339             | 396.045 |
| 1972 | 374.201                     | 1.429.414 | 296.194                           | 39.307.000       | 322.148             | 411.468 |
| 1973 | 385.412                     | 1.418.628 | 193.010                           | 40.123.000       | 386.490             | 444.662 |
| 1974 | 466.495                     | 1.449.125 | 213.857                           | 40.938.000       | 335.809             | 439.346 |
| 1975 | 437.820                     | 1.265.849 | 259.012                           | 41.753.000       | 326.118             | 379.040 |
| 1976 | 339.559                     | 926.540   | 251.854                           | 42.516.000       | 323.867             | 471.713 |
| 1977 | 532.948                     | 1.003.041 | 217.311                           | 47.224.000       | 318.789             | 383.781 |
| 1978 | 427.641                     | 982.320   | 105.392                           | 44.570.000       | 288.009             | 389.822 |
| 1979 | 425.115                     | 1.103.649 | 123.446                           | 45.027.000       | 249.172             | 479.424 |
| 1980 | 566.447                     | 1.318.156 | 242.018                           | 47.298.000       | 291.703             | 411.148 |
| 1981 | 383.621                     | 1.158.852 | 260.608                           | 47.992.000       | 284.577             | 463.815 |
| 1982 | 457.095                     | 1.031.404 | 238.455                           | 47.222.000       | 264.986             | 434.642 |
| 1983 | 414.544                     | 1.005.768 | 254.613                           | 44.731.000       | 172.644             | 360.406 |
| 1984 | 303.611                     | 1.183.409 | 254.697                           | 46.587.000       | 178.644             | 419.831 |
| 1985 | 261.839                     | 1.255.043 | 281.499                           | 46.452.000       | 148.141             | 438.947 |
| 1986 | 301.488                     | 1.084.360 | 296.189                           | 46.598.000       | 157.164             | 487.082 |
| 1987 | 288.882                     | 946.943   | 339.976                           | 49.159.000       | 162.583             | 484.974 |
| 1988 | 332.550                     | 1.121.585 | 295.818                           | 52.556.000       | 67.439              | 413.949 |
| 1989 | 249.622                     | 1.204.942 | 239.213                           | 54.690.000       | 77.039              | 397.846 |
| 1990 | 222.160                     | 1.179.162 | 282.801                           | 61.487.000       | 364.413             | 387.424 |
| 1991 | 3.676.131                   | 960.589   | 437.978                           | 61.494.640       | 328.933             | 456.706 |
| 1992 | 3.720.568                   | 995.347   | 381.743                           | 64.610.519       | 343.008             | 539.998 |
| 1993 | 3.285.272                   | 648.864   | 418.138                           | 63.882.241       | 337.362             | 529.115 |
| 1994 | 3.230.409                   | 681.375   | 442.837                           | 68.991.957       | 368.473             | 565.702 |
| 1995 | 3.400.921                   | 783.497   | 435.194                           | 59.198.253       | 267.551             | 600.027 |



## Darstellung 3

**Inländische Entnahme von mineralischen Materialien und fossilen Energieträgern, Österreich 1960 - 1995**

|             | Schwefel | Kohlen    | Erdöl, Erdgas,<br>Ölschiefer | Inländische Entnahme von<br>mineralischen Materialien<br>und fossilen Energieträgern |
|-------------|----------|-----------|------------------------------|--|
| <b>1960</b> |          | 6.105.401 | 3.561.627                    | <b>42.566.201</b>  |
| <b>1961</b> |          | 5.766.932 | 3.534.676                    | <b>44.865.110</b>  |
| <b>1962</b> |          | 5.810.947 | 3.632.213                    | <b>44.315.050</b>  |
| <b>1963</b> |          | 6.156.555 | 3.906.646                    | <b>47.204.514</b>  |
| <b>1964</b> |          | 5.864.053 | 3.998.516                    | <b>51.004.654</b>  |
| <b>1965</b> |          | 5.508.967 | 4.160.320                    | <b>53.479.074</b>  |
| <b>1966</b> |          | 5.303.481 | 4.176.069                    | <b>57.352.371</b>  |
| <b>1967</b> |          | 4.617.854 | 4.046.364                    | <b>56.977.336</b>  |
| <b>1968</b> |          | 4.176.733 | 3.959.084                    | <b>56.946.701</b>  |
| <b>1969</b> |          | 3.840.743 | 3.881.832                    | <b>57.568.335</b>  |
| <b>1970</b> |          | 3.669.558 | 4.235.485                    | <b>63.074.341</b>  |
| <b>1971</b> |          | 3.769.728 | 3.948.453                    | <b>64.742.009</b>  |
| <b>1972</b> |          | 3.755.510 | 3.964.724                    | <b>67.104.454</b>  |
| <b>1973</b> |          | 3.634.008 | 4.297.785                    | <b>68.199.838</b>  |
| <b>1974</b> |          | 3.629.284 | 3.910.567                    | <b>68.939.160</b>  |
| <b>1975</b> |          | 3.397.404 | 3.824.346                    | <b>67.586.573</b>  |
| <b>1976</b> |          | 3.214.598 | 3.555.357                    | <b>68.089.371</b>  |
| <b>1977</b> |          | 3.127.473 | 3.599.158                    | <b>72.773.080</b>  |
| <b>1978</b> |          | 3.075.680 | 3.619.098                    | <b>68.905.243</b>  |
| <b>1979</b> |          | 2.740.742 | 3.478.039                    | <b>69.585.230</b>  |
| <b>1980</b> | 18.733   | 2.864.967 | 2.917.553                    | <b>72.054.704</b>  |
| <b>1981</b> | 27.861   | 3.061.262 | 2.426.378                    | <b>71.784.590</b>  |
| <b>1982</b> | 38.243   | 3.297.488 | 2.293.964                    | <b>70.965.789</b>  |
| <b>1983</b> | 32.000   | 3.041.260 | 2.188.419                    | <b>68.212.238</b>  |
| <b>1984</b> | 28.342   | 2.901.425 | 2.169.817                    | <b>70.413.870</b>  |
| <b>1985</b> | 24.250   | 3.081.086 | 2.028.879                    | <b>69.431.303</b>  |
| <b>1986</b> |          | 2.968.978 | 1.958.820                    | <b>68.823.232</b>  |
| <b>1987</b> |          | 2.785.616 | 1.947.571                    | <b>70.748.164</b>  |
| <b>1988</b> |          | 2.129.264 | 2.132.924                    | <b>73.545.068</b>  |
| <b>1989</b> |          | 2.065.815 | 2.160.563                    | <b>75.883.829</b>  |
| <b>1990</b> |          | 2.448.396 | 2.124.502                    | <b>83.200.338</b>  |
| <b>1991</b> | 7.149    | 2.081.070 | 2.286.858                    | <b>87.192.244</b>  |
| <b>1992</b> | 6.892    | 1.751.195 | 2.271.272                    | <b>89.631.675</b>  |
| <b>1993</b> | 7.656    | 1.692.069 | 2.281.943                    | <b>87.747.632</b>  |
| <b>1994</b> | 9.266    | 1.371.922 | 2.126.248                    | <b>92.209.520</b>  |
| <b>1995</b> |          | 1.251.175 | 2.157.190                    | <b>81.276.236</b>  |

## Darstellung 4

**Inländische Entnahme von Biomasse, Österreich 1960 - 1995**

|      | Körnerernte | Strohernte | Hackfrüchte,<br>Gemüse,<br>sonst. Pflanzen | Gemüse | Sonstige<br>Pflanzen | Futterpflanzen |
|------|-------------|------------|--|--------|----------------------|----------------|
| 1960 | 2.244       | 3.079      | 8.339                                      | 239    | 100                  | 1.542          |
| 1961 | 2.273       | 3.017      | 6.953                                      | 228    | 83                   | 1.307          |
| 1962 | 2.306       | 2.957      | 6.910                                      | 207    | 79                   | 1.313          |
| 1963 | 2.229       | 2.808      | 7.888                                      | 266    | 119                  | 1.342          |
| 1964 | 2.349       | 2.804      | 7.869                                      | 264    | 143                  | 1.458          |
| 1965 | 2.017       | 2.602      | 5.936                                      | 270    | 100                  | 1.615          |
| 1966 | 2.643       | 3.239      | 7.530                                      | 306    | 132                  | 1.646          |
| 1967 | 2.928       | 3.338      | 7.280                                      | 296    | 143                  | 1.715          |
| 1968 | 3.042       | 3.300      | 7.520                                      | 304    | 139                  | 1.873          |
| 1969 | 3.402       | 3.345      | 6.960                                      | 273    | 104                  | 2.303          |
| 1970 | 3.066       | 3.224      | 6.760                                      | 281    | 107                  | 2.544          |
| 1971 | 3.544       | 3.188      | 6.230                                      | 286    | 106                  | 2.630          |
| 1972 | 3.313       | 3.143      | 6.180                                      | 303    | 109                  | 2.735          |
| 1973 | 3.783       | 3.175      | 5.610                                      | 308    | 135                  | 3.763          |
| 1974 | 4.025       | 3.343      | 5.500                                      | 323    | 148                  | 3.667          |
| 1975 | 3.706       | 3.142      | 5.900                                      | 361    | 137                  | 4.359          |
| 1976 | 4.274       | 3.561      | 5.275                                      | 270    | 140                  | 4.620          |
| 1977 | 4.211       | 3.323      | 4.893                                      | 349    | 158                  | 5.235          |
| 1978 | 4.626       | 3.267      | 4.023                                      | 336    | 176                  | 5.456          |
| 1979 | 3.986       | 3.211      | 4.312                                      | 362    | 194                  | 5.450          |
| 1980 | 4.830       | 3.809      | 4.454                                      | 402    | 245                  | 5.352          |
| 1981 | 4.353       | 3.310      | 4.800                                      | 390    | 255                  | 5.790          |
| 1982 | 5.029       | 3.761      | 5.127                                      | 367    | 208                  | 6.575          |
| 1983 | 5.059       | 3.898      | 3.412                                      | 192    | 157                  | 5.484          |
| 1984 | 5.351       | 4.164      | 4.121                                      | 247    | 196                  | 6.062          |
| 1985 | 5.556       | 3.864      | 3.822                                      | 262    | 219                  | 6.822          |
| 1986 | 5.112       | 3.631      | 3.024                                      | 261    | 369                  | 6.464          |
| 1987 | 4.968       | 3.506      | 3.319                                      | 274    | 488                  | 6.263          |
| 1988 | 5.359       | 3.965      | 3.191                                      | 301    | 620                  | 5.552          |
| 1989 | 5.005       | 3.676      | 3.723                                      | 292    | 677                  | 5.351          |
| 1990 | 5.294       | 3.826      | 3.453                                      | 297    | 571                  | 4.289          |
| 1991 | 5.042       | 2.753      | 3.483                                      | 304    | 647                  | 4.256          |
| 1992 | 4.323       | 2.161      | 3.462                                      | 243    | 631                  | 3.527          |
| 1993 | 4.207       | 2.002      | 4.009                                      | 252    | 581                  | 4.223          |
| 1994 | 4.437       | 2.317      | 3.258                                      | 268    | 724                  | 4.158          |
| 1995 | 4.492       | 2.411      | 3.695                                      | 403    | 832                  | 3.984          |

## Darstellung 4

**Inländische Entnahme von Biomasse, Österreich 1960 - 1995**

|      | Nachanbau | Klee und Heu | Obsternte | Weinernte | Schätzung<br>Grünfutter | Schätzung<br>Ernterück-<br>stände |
|------|-----------|--------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1960 | 526       | 7.503        | 1.277     | 90        | 2.601                   | 1.711                             |
| 1961 | 499       | 7.800        | 1.026     | 133       | 2.601                   | 1.452                             |
| 1962 | 0         | 7.630        | 765       | 101       | 2.601                   | 1.445                             |
| 1963 | 0         | 8.077        | 860       | 183       | 2.601                   | 1.865                             |
| 1964 | 859       | 8.418        | 858       | 284       | 2.601                   | 1.884                             |
| 1965 | 719       | 8.968        | 481       | 139       | 2.601                   | 1.674                             |
| 1966 | 0         | 9.065        | 750       | 145       | 2.601                   | 2.095                             |
| 1967 | 849       | 8.791        | 654       | 259       | 2.601                   | 1.963                             |
| 1968 | 931       | 8.849        | 724       | 248       | 2.601                   | 1.974                             |
| 1969 | 0         | 8.857        | 641       | 227       | 2.601                   | 1.227                             |
| 1970 | 928       | 8.845        | 669       | 310       | 2.601                   | 1.276                             |
| 1971 | 0         | 8.471        | 548       | 181       | 2.601                   | 1.184                             |
| 1972 | 626       | 8.854        | 373       | 260       | 2.575                   | 1.363                             |
| 1973 | 728       | 8.496        | 649       | 240       | 2.652                   | 1.639                             |
| 1974 | 701       | 8.712        | 680       | 166       | 2.685                   | 1.657                             |
| 1975 | 758       | 9.211        | 653       | 270       | 2.585                   | 2.075                             |
| 1976 | 1.080     | 7.149        | 629       | 290       | 2.512                   | 1.954                             |
| 1977 | 943       | 8.323        | 530       | 259       | 2.601                   | 2.139                             |
| 1978 | 794       | 8.116        | 594       | 337       | 2.601                   | 1.941                             |
| 1979 | 869       | 7.773        | 637       | 277       | 2.601                   | 2.001                             |
| 1980 | 837       | 8.041        | 654       | 309       | 2.601                   | 2.102                             |
| 1981 | 1.101     | 7.924        | 452       | 209       | 2.601                   | 2.369                             |
| 1982 | 1.146     | 8.382        | 814       | 491       | 2.601                   | 2.696                             |
| 1983 | 847       | 7.709        | 674       | 370       | 2.601                   | 1.956                             |
| 1984 | 851       | 7.401        | 702       | 252       | 2.601                   | 2.239                             |
| 1985 | 764       | 8.162        | 591       | 113       | 2.601                   | 2.337                             |
| 1986 | 881       | 7.566        | 720       | 223       | 2.601                   | 2.041                             |
| 1987 | 987       | 7.957        | 511       | 218       | 2.601                   | 2.179                             |
| 1988 | 1.031     | 7.825        | 780       | 350       | 2.601                   | 1.972                             |
| 1989 | 1.081     | 7.836        | 649       | 258       | 2.601                   | 2.154                             |
| 1990 | 945       | 7.067        | 562       | 317       | 2.601                   | 1.852                             |
| 1991 | 725       | 7.129        | 487       | 309       | 2.601                   | 1.807                             |
| 1992 | 359       | 5.540        | 482       | 369       | 2.601                   | 1.811                             |
| 1993 | 422       | 6.431        | 630       | 266       | 2.601                   | 1.965                             |
| 1994 | 714       | 7.052        | 554       | 215       | 2.601                   | 1.903                             |
| 1995 | 794       | 7.237        | 657       | 223       | 2.601                   | 2.572                             |

## Darstellung 4

**Inländische Entnahme von Biomasse, Österreich 1960 - 1995**

|      | Honig, Wild<br>und Fische | Holz   | Inländische<br>Entnahme<br>von<br>Biomasse |
|------|---------------------------|--------|--|
| 1960 |                           | 9.746  | 38.995                                     |
| 1961 |                           | 8.500  | 35.871                                     |
| 1962 |                           | 8.500  | 34.813                                     |
| 1963 |                           | 8.500  | 36.737                                     |
| 1964 |                           | 8.500  | 38.292                                     |
| 1965 |                           | 8.500  | 35.621                                     |
| 1966 |                           | 8.500  | 38.652                                     |
| 1967 |                           | 8.500  | 39.317                                     |
| 1968 |                           | 8.500  | 40.005                                     |
| 1969 |                           | 8.594  | 38.535                                     |
| 1970 |                           | 9.188  | 39.799                                     |
| 1971 |                           | 8.896  | 37.866                                     |
| 1972 |                           | 8.668  | 38.503                                     |
| 1973 |                           | 8.442  | 39.619                                     |
| 1974 |                           | 8.777  | 40.383                                     |
| 1975 |                           | 8.562  | 41.719                                     |
| 1976 |                           | 10.151 | 41.904                                     |
| 1977 |                           | 9.600  | 42.563                                     |
| 1978 |                           | 9.584  | 41.850                                     |
| 1979 |                           | 11.698 | 43.371                                     |
| 1980 |                           | 12.143 | 45.781                                     |
| 1981 |                           | 12.180 | 45.733                                     |
| 1982 |                           | 11.833 | 49.028                                     |
| 1983 |                           | 12.734 | 45.093                                     |
| 1984 |                           | 13.198 | 47.385                                     |
| 1985 |                           | 12.975 | 48.087                                     |
| 1986 |                           | 13.495 | 46.387                                     |
| 1987 |                           | 13.357 | 46.628                                     |
| 1988 |                           | 14.261 | 47.807                                     |
| 1989 |                           | 15.220 | 48.522                                     |
| 1990 |                           | 16.656 | 47.730                                     |
| 1991 |                           | 13.320 | 42.862                                     |
| 1992 | 11                        | 14.240 | 39.760                                     |
| 1993 | 5                         | 14.181 | 41.775                                     |
| 1994 | 19                        | 14.000 | 42.220                                     |
| 1995 |                           | 14.000 | 43.901                                     |

Darstellung 5  
**Außenhandel Österreich, 1922 - 1938 bzw. 1947 - 1995**  
**Importe**

|             | Biomasse | mineralisches<br>Material | Kohle, Erdöl,<br>Erdgas | chemische<br>Produkte | andere<br>Produkte | <b>Summe<br/>Einfuhr</b> |
|-------------|----------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>1922</b> | 1,27     | 0,84                      | 5,81                    |                       | 0,36               | <b>8,29</b>              |
| <b>1923</b> | 1,38     | 1,01                      | 5,02                    |                       | 0,28               | <b>7,68</b>              |
| <b>1924</b> | 1,57     | 1,21                      | 5,77                    |                       | 0,40               | <b>8,95</b>              |
| <b>1925</b> | 1,51     | 1,12                      | 5,28                    |                       | 0,34               | <b>8,24</b>              |
| <b>1926</b> | 1,65     | 1,16                      | 5,13                    |                       | 0,32               | <b>8,26</b>              |
| <b>1927</b> | 1,60     | 1,23                      | 5,60                    |                       | 0,32               | <b>8,75</b>              |
| <b>1928</b> | 1,50     | 1,47                      | 5,71                    |                       | 0,38               | <b>9,06</b>              |
| <b>1929</b> | 1,60     | 1,60                      | 6,66                    |                       | 0,41               | <b>10,27</b>             |
| <b>1930</b> | 1,65     | 1,46                      | 4,82                    |                       | 0,34               | <b>8,27</b>              |
| <b>1931</b> | 1,70     | 1,38                      | 4,63                    |                       | 0,29               | <b>8,00</b>              |
| <b>1932</b> | 1,35     | 1,07                      | 3,51                    |                       | 0,16               | <b>6,09</b>              |
| <b>1933</b> | 1,34     | 1,11                      | 3,12                    |                       | 0,12               | <b>5,69</b>              |
| <b>1934</b> | 1,31     | 1,13                      | 3,08                    |                       | 0,13               | <b>5,65</b>              |
| <b>1935</b> | 1,14     | 1,23                      | 3,02                    |                       | 0,14               | <b>5,53</b>              |
| <b>1936</b> | 1,08     | 1,32                      | 2,92                    |                       | 0,14               | <b>5,47</b>              |
| <b>1937</b> | 1,25     | 1,39                      | 3,39                    |                       | 0,15               | <b>6,18</b>              |
| <b>1938</b> | 1,24     | 0,87                      | 2,04                    |                       | 0,04               | <b>4,19</b>              |
| <b>1947</b> | 0,10     | 0,32                      | 3,46                    |                       | 0,07               | <b>3,94</b>              |
| <b>1948</b> | 0,37     | 0,57                      | 3,28                    | 0,02                  | 0,18               | <b>4,43</b>              |
| <b>1949</b> | 1,53     | 0,85                      | 6,17                    | 0,30                  | 0,32               | <b>9,18</b>              |
| <b>1950</b> | 0,96     | 1,68                      | 5,55                    |                       | 0,31               | <b>8,51</b>              |
| <b>1951</b> | 1,26     | 1,30                      | 5,91                    | 0,43                  | 0,25               | <b>9,15</b>              |
| <b>1952</b> | 1,65     | 1,62                      | 5,03                    |                       | 0,48               | <b>8,78</b>              |
| <b>1953</b> | 1,33     | 1,25                      | 4,51                    |                       | 0,34               | <b>7,44</b>              |
| <b>1954</b> | 1,44     | 1,36                      | 4,94                    |                       | 0,49               | <b>8,23</b>              |
| <b>1955</b> | 1,85     | 2,47                      | 5,28                    |                       | 0,70               | <b>10,30</b>             |
| <b>1956</b> | 1,64     | 2,58                      | 5,63                    |                       | 0,78               | <b>10,63</b>             |
| <b>1957</b> | 1,88     | 3,04                      | 6,02                    |                       | 0,80               | <b>11,74</b>             |
| <b>1958</b> | 1,85     | 3,08                      | 5,12                    |                       | 0,79               | <b>10,84</b>             |
| <b>1959</b> | 2,07     | 2,88                      | 4,61                    |                       | 0,95               | <b>10,51</b>             |
| <b>1960</b> | 2,22     | 4,73                      | 5,24                    |                       | 1,31               | <b>13,50</b>             |
| <b>1961</b> | 1,80     | 4,96                      | 4,84                    |                       | 1,36               | <b>12,96</b>             |
| <b>1962</b> | 2,16     | 5,08                      | 5,12                    |                       | 1,36               | <b>13,71</b>             |
| <b>1963</b> | 2,12     | 5,79                      | 5,70                    |                       | 1,47               | <b>15,08</b>             |
| <b>1964</b> | 2,36     | 4,74                      | 6,88                    | 1,20                  | 1,13               | <b>16,30</b>             |
| <b>1965</b> | 2,60     | 3,68                      | 8,05                    | 1,23                  | 0,79               | <b>16,35</b>             |
| <b>1966</b> | 2,32     | 3,85                      | 8,52                    | 1,25                  | 0,89               | <b>16,82</b>             |

Darstellung 5  
**Außenhandel Österreich, 1922 - 1938 bzw. 1947 - 1995**  
**Importe**

|             | Biomasse | mineralisches<br>Material | Kohle, Erdöl,<br>Erdgas | chemische<br>Produkte | andere<br>Produkte | <b>Summe<br/>Einfuhr</b> |
|-------------|----------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>1967</b> | 2,11     | 3,63                      | 8,10                    | 1,30                  | 0,88               | <b>16,01</b>             |
| <b>1968</b> | 2,21     | 4,30                      | 9,67                    | 1,43                  | 0,95               | <b>18,55</b>             |
| <b>1969</b> | 2,17     | 4,59                      | 10,42                   | 1,48                  | 1,00               | <b>19,66</b>             |
| <b>1970</b> | 2,88     | 5,43                      | 12,58                   | 1,64                  | 1,18               | <b>23,71</b>             |
| <b>1971</b> | 2,89     | 5,49                      | 12,67                   | 1,66                  | 1,37               | <b>24,07</b>             |
| <b>1972</b> | 2,93     | 6,00                      | 13,42                   | 1,96                  | 1,60               | <b>25,91</b>             |
| <b>1973</b> | 3,95     | 5,69                      | 15,78                   | 1,81                  | 1,59               | <b>28,83</b>             |
| <b>1974</b> | 4,31     | 6,87                      | 15,61                   | 2,01                  | 1,60               | <b>30,40</b>             |
| <b>1975</b> | 3,45     | 5,95                      | 14,26                   | 1,61                  | 1,61               | <b>26,88</b>             |
| <b>1976</b> | 3,93     | 6,48                      | 16,54                   | 1,83                  | 1,91               | <b>30,70</b>             |
| <b>1977</b> | 4,01     | 6,96                      | 15,36                   | 2,19                  | 2,13               | <b>30,64</b>             |
| <b>1978</b> | 3,98     | 7,37                      | 16,54                   | 2,24                  | 1,94               | <b>32,07</b>             |
| <b>1979</b> | 4,76     | 8,68                      | 18,02                   | 2,53                  | 2,10               | <b>36,09</b>             |
| <b>1980</b> | 5,48     | 8,18                      | 18,23                   | 2,67                  | 2,25               | <b>36,83</b>             |
| <b>1981</b> | 5,20     | 7,95                      | 17,76                   | 2,79                  | 2,15               | <b>35,85</b>             |
| <b>1982</b> | 5,39     | 7,83                      | 16,02                   | 2,82                  | 2,19               | <b>34,25</b>             |
| <b>1983</b> | 5,56     | 6,99                      | 15,12                   | 2,95                  | 2,27               | <b>32,91</b>             |
| <b>1984</b> | 5,65     | 8,95                      | 17,65                   | 3,07                  | 2,33               | <b>37,66</b>             |
| <b>1985</b> | 6,64     | 8,59                      | 18,20                   | 3,36                  | 2,44               | <b>39,24</b>             |
| <b>1986</b> | 6,75     | 8,16                      | 18,13                   | 3,32                  | 2,54               | <b>38,91</b>             |
| <b>1987</b> | 7,00     | 8,16                      | 18,39                   | 3,44                  | 2,69               | <b>39,68</b>             |
| <b>1988</b> | 7,47     | 9,49                      | 17,34                   | 3,86                  | 2,83               | <b>40,97</b>             |
| <b>1989</b> | 7,44     | 9,96                      | 17,63                   | 3,76                  | 3,03               | <b>41,83</b>             |
| <b>1990</b> | 7,91     | 9,89                      | 18,85                   | 3,77                  | 3,30               | <b>43,71</b>             |
| <b>1991</b> | 9,50     | 10,38                     | 19,35                   | 3,72                  | 3,46               | <b>46,41</b>             |
| <b>1992</b> | 9,29     | 11,17                     | 19,14                   | 3,66                  | 3,47               | <b>46,73</b>             |
| <b>1993</b> | 9,24     | 10,81                     | 18,64                   | 3,63                  | 3,38               | <b>45,69</b>             |
| <b>1994</b> | 10,14    | 12,59                     | 18,68                   | 4,03                  | 3,78               | <b>49,22</b>             |
| <b>1995</b> | 10,14    | 12,59                     | 18,68                   | 4,03                  | 3,78               | <b>49,22</b>             |

Darstellung 6  
**Außenhandel Österreich, 1922 - 1938 bzw. 1947 - 1995**  
**Exporte**

|             | Biomasse | mineralisches<br>Material | Kohle, Erdöl,<br>Erdgas | chemische<br>Produkte | andere<br>Produkte | <b>Summe<br/>Ausfuhr</b> |
|-------------|----------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>1922</b> | 0,05     | 1,48                      | 0,03                    |                       | 0,59               | <b>2,15</b>              |
| <b>1923</b> | 0,05     | 1,46                      | 0,06                    |                       | 0,63               | <b>2,20</b>              |
| <b>1924</b> | 0,11     | 1,92                      | 0,04                    |                       | 0,50               | <b>2,56</b>              |
| <b>1925</b> | 0,07     | 2,55                      | 0,06                    |                       | 0,56               | <b>3,25</b>              |
| <b>1926</b> | 0,06     | 2,46                      | 0,20                    |                       | 0,51               | <b>3,23</b>              |
| <b>1927</b> | 0,07     | 3,12                      | 0,17                    |                       | 0,57               | <b>3,93</b>              |
| <b>1928</b> | 0,15     | 3,90                      | 0,08                    |                       | 0,59               | <b>4,72</b>              |
| <b>1929</b> | 0,07     | 3,45                      | 0,04                    |                       | 0,55               | <b>4,11</b>              |
| <b>1930</b> | 0,10     | 2,91                      | 0,05                    |                       | 0,46               | <b>3,51</b>              |
| <b>1931</b> | 0,05     | 2,07                      | 0,06                    |                       | 0,36               | <b>2,54</b>              |
| <b>1932</b> | 0,10     | 1,49                      | 0,01                    |                       | 0,27               | <b>1,88</b>              |
| <b>1933</b> | 0,04     | 1,75                      | 0,01                    |                       | 0,30               | <b>2,10</b>              |
| <b>1934</b> | 0,08     | 2,18                      | 0,00                    |                       | 0,32               | <b>2,59</b>              |
| <b>1935</b> | 0,06     | 2,29                      | 0,00                    |                       | 0,35               | <b>2,70</b>              |
| <b>1936</b> | 0,06     | 2,37                      | 0,00                    |                       | 0,34               | <b>2,78</b>              |
| <b>1937</b> | 0,06     | 3,26                      | 0,00                    |                       | 0,49               | <b>3,81</b>              |
| <b>1938</b> | 0,01     | 1,14                      | 0,00                    |                       | 0,26               | <b>1,42</b>              |
| <b>1947</b> | 0,01     | 0,62                      | 0,02                    |                       | 0,21               | <b>0,87</b>              |
| <b>1948</b> | 0,33     | 0,64                      | 0,02                    | 0,01                  | 0,53               | <b>1,52</b>              |
| <b>1949</b> | 0,79     | 0,91                      | 0,02                    | 0,01                  | 0,74               | <b>2,45</b>              |
| <b>1950</b> | 0,07     | 2,87                      | 0,02                    |                       | 0,56               | <b>3,52</b>              |
| <b>1951</b> | 0,03     | 2,45                      |                         | 0,32                  | 1,02               | <b>3,82</b>              |
| <b>1952</b> | 0,01     | 2,91                      |                         |                       | 1,56               | <b>4,48</b>              |
| <b>1953</b> | 0,06     | 3,12                      |                         |                       | 2,04               | <b>5,21</b>              |
| <b>1954</b> | 0,05     | 3,35                      |                         |                       | 2,01               | <b>5,42</b>              |
| <b>1955</b> | 0,03     | 3,62                      |                         |                       | 2,05               | <b>5,70</b>              |
| <b>1956</b> | 0,08     | 4,17                      |                         |                       | 2,39               | <b>6,63</b>              |
| <b>1957</b> | 0,10     | 3,78                      |                         |                       | 2,85               | <b>6,73</b>              |
| <b>1958</b> | 0,12     | 3,65                      |                         |                       | 2,46               | <b>6,24</b>              |
| <b>1959</b> | 0,12     | 3,78                      |                         |                       | 2,69               | <b>6,59</b>              |
| <b>1960</b> | 0,13     | 4,14                      |                         |                       | 2,97               | <b>7,24</b>              |
| <b>1961</b> | 0,22     | 3,63                      |                         |                       | 3,12               | <b>6,97</b>              |
| <b>1962</b> | 0,24     | 3,43                      |                         |                       | 3,24               | <b>6,92</b>              |
| <b>1963</b> | 0,18     | 3,29                      |                         |                       | 3,31               | <b>6,78</b>              |
| <b>1964</b> | 1,39     | 3,55                      | 0,17                    | 0,07                  | 2,07               | <b>7,26</b>              |
| <b>1965</b> | 2,60     | 3,82                      | 0,35                    | 0,15                  | 0,82               | <b>7,74</b>              |
| <b>1966</b> | 2,59     | 3,63                      | 0,31                    | 0,16                  | 0,94               | <b>7,63</b>              |

Darstellung 6  
**Außenhandel Österreich, 1922 - 1938 bzw. 1947 - 1995**  
**Exporte**

|             | Biomasse | mineralisches<br>Material | Kohle, Erdöl,<br>Erdgas | chemische<br>Produkte | andere<br>Produkte | <b>Summe<br/>Ausfuhr</b> |
|-------------|----------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>1967</b> | 2,67     | 3,63                      | 0,32                    | 0,88                  | 0,38               | <b>7,87</b>              |
| <b>1968</b> | 2,96     | 3,58                      | 0,27                    | 1,07                  | 0,42               | <b>8,30</b>              |
| <b>1969</b> | 3,48     | 3,76                      | 0,25                    | 0,98                  | 0,53               | <b>9,00</b>              |
| <b>1970</b> | 3,48     | 3,07                      | 0,26                    | 0,95                  | 0,61               | <b>8,36</b>              |
| <b>1971</b> | 3,34     | 4,11                      | 0,31                    | 1,13                  | 0,65               | <b>9,55</b>              |
| <b>1972</b> | 3,53     | 4,27                      | 0,33                    | 1,18                  | 0,72               | <b>10,03</b>             |
| <b>1973</b> | 3,81     | 4,38                      | 0,31                    | 1,46                  | 0,76               | <b>10,71</b>             |
| <b>1974</b> | 3,84     | 4,55                      | 0,28                    | 1,62                  | 0,87               | <b>11,15</b>             |
| <b>1975</b> | 3,55     | 4,06                      | 0,22                    | 1,71                  | 0,89               | <b>10,43</b>             |
| <b>1976</b> | 4,67     | 4,12                      | 0,34                    | 1,76                  | 1,07               | <b>11,96</b>             |
| <b>1977</b> | 4,55     | 4,09                      | 0,29                    | 1,84                  | 0,96               | <b>11,73</b>             |
| <b>1978</b> | 4,93     | 4,49                      | 0,28                    | 2,06                  | 1,06               | <b>12,82</b>             |
| <b>1979</b> | 5,66     | 5,18                      | 0,22                    | 2,28                  | 1,22               | <b>14,56</b>             |
| <b>1980</b> | 5,84     | 5,25                      | 0,22                    | 2,41                  | 1,36               | <b>15,09</b>             |
| <b>1981</b> | 5,76     | 5,46                      | 0,23                    | 2,51                  | 1,35               | <b>15,32</b>             |
| <b>1982</b> | 5,57     | 5,45                      | 0,21                    | 2,61                  | 1,46               | <b>15,30</b>             |
| <b>1983</b> | 6,21     | 5,68                      | 0,24                    | 2,86                  | 1,52               | <b>16,51</b>             |
| <b>1984</b> | 6,63     | 6,40                      | 0,48                    | 3,11                  | 1,57               | <b>18,20</b>             |
| <b>1985</b> | 6,52     | 6,24                      | 0,91                    | 2,93                  | 1,69               | <b>18,28</b>             |
| <b>1986</b> | 6,91     | 5,95                      | 0,58                    | 2,91                  | 1,70               | <b>18,05</b>             |
| <b>1987</b> | 6,97     | 6,33                      | 0,50                    | 3,26                  | 1,65               | <b>18,72</b>             |
| <b>1988</b> | 7,90     | 6,25                      | 0,41                    | 3,60                  | 1,89               | <b>20,04</b>             |
| <b>1989</b> | 8,39     | 6,44                      | 0,44                    | 3,58                  | 2,14               | <b>20,98</b>             |
| <b>1990</b> | 9,02     | 6,89                      | 0,47                    | 3,44                  | 2,43               | <b>22,26</b>             |
| <b>1991</b> | 8,23     | 7,01                      | 0,44                    | 3,50                  | 2,63               | <b>21,81</b>             |
| <b>1992</b> | 8,55     | 7,08                      | 0,57                    | 3,44                  | 2,58               | <b>22,22</b>             |
| <b>1993</b> | 8,36     | 7,29                      | 0,74                    | 3,48                  | 2,77               | <b>22,64</b>             |
| <b>1994</b> | 9,58     | 7,91                      | 1,06                    | 3,88                  | 2,85               | <b>25,28</b>             |
| <b>1995</b> | 9,58     | 7,91                      | 1,06                    | 3,88                  | 2,85               | <b>25,28</b>             |



## Darstellung 7

**Materialinput (inländische Entnahmen plus Importe) Österreich 1960 - 1995**

|             | Biomasse | Mineralisches Material | Erdöl, Kohle, Erdgas | chemische Produkte | andere Produkte | Materialinput (inländische Entnahmen plus Importe) |
|-------------|----------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------|--|
| <b>1960</b> | 39,94    | 37,63                  | 14,91                | 0,00               | 1,31            | <b>93,79</b>                                       |
| <b>1961</b> | 36,64    | 40,53                  | 14,14                | 0,00               | 1,36            | <b>92,67</b>                                       |
| <b>1962</b> | 36,21    | 39,95                  | 14,57                | 0,00               | 1,36            | <b>92,08</b>                                       |
| <b>1963</b> | 38,00    | 42,93                  | 15,77                | 0,00               | 1,47            | <b>98,17</b>                                       |
| <b>1964</b> | 39,79    | 45,88                  | 16,74                | 1,20               | 1,13            | <b>104,74</b>                                      |
| <b>1965</b> | 37,74    | 47,49                  | 17,72                | 1,23               | 0,79            | <b>104,97</b>                                      |
| <b>1966</b> | 40,22    | 51,72                  | 18,00                | 1,25               | 0,89            | <b>112,08</b>                                      |
| <b>1967</b> | 40,77    | 51,94                  | 16,77                | 1,30               | 0,88            | <b>111,66</b>                                      |
| <b>1968</b> | 41,49    | 53,11                  | 17,80                | 1,43               | 0,95            | <b>114,78</b>                                      |
| <b>1969</b> | 40,06    | 54,43                  | 18,14                | 1,48               | 1,00            | <b>115,12</b>                                      |
| <b>1970</b> | 42,01    | 60,60                  | 20,49                | 1,64               | 1,18            | <b>125,91</b>                                      |
| <b>1971</b> | 40,21    | 62,51                  | 20,38                | 1,66               | 1,37            | <b>126,13</b>                                      |
| <b>1972</b> | 41,06    | 65,38                  | 21,14                | 1,96               | 1,60            | <b>131,15</b>                                      |
| <b>1973</b> | 42,92    | 65,96                  | 23,71                | 1,81               | 1,59            | <b>136,00</b>                                      |
| <b>1974</b> | 44,01    | 68,27                  | 23,15                | 2,01               | 1,60            | <b>139,04</b>                                      |
| <b>1975</b> | 44,51    | 66,31                  | 21,48                | 1,61               | 1,61            | <b>135,53</b>                                      |
| <b>1976</b> | 45,20    | 67,80                  | 23,31                | 1,83               | 1,91            | <b>140,07</b>                                      |
| <b>1977</b> | 46,04    | 73,00                  | 22,08                | 2,19               | 2,13            | <b>145,44</b>                                      |
| <b>1978</b> | 45,23    | 69,58                  | 23,23                | 2,24               | 1,94            | <b>142,23</b>                                      |
| <b>1979</b> | 47,50    | 72,05                  | 24,24                | 2,53               | 2,10            | <b>148,41</b>                                      |
| <b>1980</b> | 50,61    | 74,45                  | 24,02                | 2,67               | 2,25            | <b>154,01</b>                                      |
| <b>1981</b> | 50,48    | 74,25                  | 23,25                | 2,79               | 2,15            | <b>152,91</b>                                      |
| <b>1982</b> | 53,60    | 73,20                  | 21,61                | 2,82               | 2,19            | <b>153,43</b>                                      |
| <b>1983</b> | 49,98    | 69,97                  | 20,35                | 2,95               | 2,27            | <b>145,54</b>                                      |
| <b>1984</b> | 52,34    | 74,30                  | 22,72                | 3,07               | 2,33            | <b>154,75</b>                                      |
| <b>1985</b> | 54,14    | 72,92                  | 23,31                | 3,36               | 2,44            | <b>156,17</b>                                      |
| <b>1986</b> | 52,42    | 72,06                  | 23,06                | 3,32               | 2,54            | <b>153,40</b>                                      |
| <b>1987</b> | 53,11    | 74,18                  | 23,13                | 3,44               | 2,69            | <b>156,55</b>                                      |
| <b>1988</b> | 54,50    | 78,77                  | 21,60                | 3,86               | 2,83            | <b>161,55</b>                                      |
| <b>1989</b> | 55,32    | 81,62                  | 21,86                | 3,76               | 3,03            | <b>165,59</b>                                      |
| <b>1990</b> | 55,07    | 88,52                  | 23,42                | 3,77               | 3,30            | <b>174,08</b>                                      |
| <b>1991</b> | 51,87    | 93,20                  | 23,72                | 3,72               | 3,46            | <b>175,98</b>                                      |
| <b>1992</b> | 48,57    | 96,78                  | 23,16                | 3,66               | 3,47            | <b>175,64</b>                                      |
| <b>1993</b> | 50,38    | 94,58                  | 22,61                | 3,63               | 3,38            | <b>174,58</b>                                      |
| <b>1994</b> | 51,80    | 101,30                 | 22,18                | 4,03               | 3,78            | <b>183,09</b>                                      |
| <b>1995</b> | 53,38    | 90,46                  | 22,09                | 4,03               | 3,78            | <b>173,74</b>                                      |

## Darstellung 8

**Inländischer Materialverbrauch (inländische Entnahmen plus Importe minus Exporte)  
Österreich 1960 - 1995**

|             | Biomasse | Mineralisches Material | Erdöl, Kohle, Erdgas | chemische Produkte | andere Produkte | Inländischer Materialverbrauch (inländische Entnahmen plus Importe minus Exporte) |
|-------------|----------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------|---|
| <b>1960</b> | 39,81    | 33,49                  | 14,91                | 0,00               | -1,66           | <b>86,55</b>  |
| <b>1961</b> | 36,43    | 36,89                  | 14,14                | 0,00               | -1,77           | <b>85,69</b>  |
| <b>1962</b> | 35,96    | 36,51                  | 14,57                | 0,00               | -1,89           | <b>85,16</b>  |
| <b>1963</b> | 37,82    | 39,64                  | 15,77                | 0,00               | -1,84           | <b>91,39</b>  |
| <b>1964</b> | 38,40    | 42,32                  | 16,57                | 1,13               | -0,94           | <b>97,48</b>  |
| <b>1965</b> | 35,14    | 43,67                  | 17,37                | 1,08               | -0,03           | <b>97,23</b>  |
| <b>1966</b> | 37,63    | 48,09                  | 17,69                | 1,09               | -0,05           | <b>104,45</b>   |
| <b>1967</b> | 38,11    | 48,31                  | 16,45                | 0,42               | 0,50            | <b>103,79</b>   |
| <b>1968</b> | 38,54    | 49,53                  | 17,54                | 0,36               | 0,53            | <b>106,48</b>   |
| <b>1969</b> | 36,58    | 50,67                  | 17,89                | 0,50               | 0,47            | <b>106,12</b>   |
| <b>1970</b> | 38,53    | 57,53                  | 20,23                | 0,69               | 0,57            | <b>117,55</b>   |
| <b>1971</b> | 36,87    | 58,40                  | 20,07                | 0,53               | 0,72            | <b>116,59</b>   |
| <b>1972</b> | 37,53    | 61,11                  | 20,81                | 0,78               | 0,88            | <b>121,11</b>   |
| <b>1973</b> | 39,11    | 61,59                  | 23,41                | 0,35               | 0,84            | <b>125,29</b>   |
| <b>1974</b> | 40,17    | 63,72                  | 22,87                | 0,40               | 0,73            | <b>127,89</b>   |
| <b>1975</b> | 40,96    | 62,25                  | 21,27                | -0,10              | 0,73            | <b>125,10</b>   |
| <b>1976</b> | 40,54    | 63,68                  | 22,98                | 0,07               | 0,85            | <b>128,11</b>   |
| <b>1977</b> | 41,50    | 68,91                  | 21,79                | 0,35               | 1,16            | <b>133,71</b>   |
| <b>1978</b> | 40,30    | 65,10                  | 22,95                | 0,18               | 0,88            | <b>129,41</b>   |
| <b>1979</b> | 41,84    | 66,86                  | 24,02                | 0,24               | 0,88            | <b>133,85</b>   |
| <b>1980</b> | 44,77    | 69,20                  | 23,80                | 0,26               | 0,90            | <b>138,92</b>   |
| <b>1981</b> | 44,72    | 68,79                  | 23,01                | 0,28               | 0,80            | <b>137,60</b>   |
| <b>1982</b> | 48,03    | 67,75                  | 21,40                | 0,21               | 0,73            | <b>138,13</b>   |
| <b>1983</b> | 43,78    | 64,29                  | 20,12                | 0,10               | 0,75            | <b>129,03</b>   |
| <b>1984</b> | 45,71    | 67,89                  | 22,24                | -0,04              | 0,75            | <b>136,56</b>   |
| <b>1985</b> | 47,62    | 66,68                  | 22,40                | 0,43               | 0,75            | <b>137,89</b>   |
| <b>1986</b> | 45,50    | 66,11                  | 22,48                | 0,41               | 0,85            | <b>135,35</b>   |
| <b>1987</b> | 46,14    | 67,85                  | 22,62                | 0,18               | 1,03            | <b>137,83</b>   |
| <b>1988</b> | 46,60    | 72,52                  | 21,18                | 0,26               | 0,94            | <b>141,51</b>   |
| <b>1989</b> | 46,92    | 75,18                  | 21,42                | 0,18               | 0,90            | <b>144,61</b>   |
| <b>1990</b> | 46,05    | 81,63                  | 22,94                | 0,33               | 0,87            | <b>151,82</b>   |
| <b>1991</b> | 43,64    | 86,19                  | 23,29                | 0,23               | 0,83            | <b>154,17</b>   |
| <b>1992</b> | 40,01    | 89,70                  | 22,59                | 0,22               | 0,90            | <b>153,42</b>   |
| <b>1993</b> | 42,02    | 87,29                  | 21,87                | 0,15               | 0,61            | <b>151,95</b>   |
| <b>1994</b> | 42,22    | 93,39                  | 21,12                | 0,15               | 0,93            | <b>157,81</b>   |
| <b>1995</b> | 43,80    | 82,54                  | 21,03                | 0,15               | 0,93            | <b>148,45</b>   |

## Darstellung 9

**Soziale, wirtschaftliche und ökologische Indikatoren für Österreich 1960 - 1995**

|      | Soziale Indikatoren | Wirtschaftliche Indikatoren         |                               | Ökologische Indikatoren     |  |                             |
|------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
|      | Einwohnerzahl       | BIP zu Marktpreisen<br>[in Mrd. ÖS] | BIP, real 83,<br>[in Mrd. ÖS] | Materialinput<br>[in Mio t] | Inländischer Materialverbrauch<br>[in Mio t] | Energieverbrauch<br>[in PJ] |
| 1960 | 7.047.000           | 162,89                              | 515,80                        | 93,79                       | 86,55  | 520,90                      |
| 1961 | 7.086.000           | 180,73                              | 543,20                        | 92,67                       | 85,69  | 534,00                      |
| 1962 | 7.130.000           | 192,13                              | 556,20                        | 92,08                       | 85,16  | 568,70                      |
| 1963 | 7.176.000           | 207,08                              | 578,20                        | 98,17                       | 91,39  | 611,20                      |
| 1964 | 7.224.000           | 226,73                              | 613,90                        | 104,74                      | 97,48  | 630,40                      |
| 1965 | 7.271.000           | 246,49                              | 631,40                        | 104,97                      | 97,23  | 634,30                      |
| 1966 | 7.322.000           | 268,53                              | 667,00                        | 112,08                      | 104,45                                       | 646,70                      |
| 1967 | 7.377.000           | 285,59                              | 687,10                        | 111,66                      | 103,79                                       | 660,00                      |
| 1968 | 7.415.000           | 306,83                              | 717,80                        | 114,78                      | 106,48                                       | 699,20                      |
| 1969 | 7.441.000           | 335,00                              | 762,90                        | 115,12                      | 106,12                                       | 760,80                      |
| 1970 | 7.467.000           | 375,88                              | 817,20                        | 125,91                      | 117,55                                       | 824,10                      |
| 1971 | 7.500.000           | 419,62                              | 859,00                        | 126,13                      | 116,59                                       | 849,20                      |
| 1972 | 7.544.000           | 479,54                              | 912,30                        | 131,15                      | 121,11                                       | 887,40                      |
| 1973 | 7.586.000           | 543,46                              | 956,90                        | 136,00                      | 125,29                                       | 953,40                      |
| 1974 | 7.599.000           | 618,56                              | 994,70                        | 139,04                      | 127,89                                       | 927,00                      |
| 1975 | 7.579.000           | 656,12                              | 991,10                        | 135,53                      | 125,10                                       | 904,10                      |
| 1976 | 7.566.000           | 724,75                              | 1.036,40                      | 140,07                      | 128,11                                       | 964,80                      |
| 1977 | 7.568.000           | 796,19                              | 1.083,50                      | 145,44                      | 133,71                                       | 950,30                      |
| 1978 | 7.562.000           | 842,33                              | 1.084,10                      | 142,23                      | 129,41                                       | 991,80                      |
| 1979 | 7.549.000           | 918,54                              | 1.135,50                      | 148,41                      | 133,85                                       | 1.045,70                    |
| 1980 | 7.549.000           | 994,70                              | 1.168,70                      | 154,01                      | 138,92                                       | 1.046,10                    |
| 1981 | 7.565.000           | 1.055,97                            | 1.165,30                      | 152,91                      | 137,60                                       | 996,80                      |
| 1982 | 7.574.000           | 1.133,53                            | 1.177,80                      | 153,43                      | 138,13                                       | 981,20                      |
| 1983 | 7.552.000           | 1.201,22                            | 1.201,20                      | 145,54                      | 129,03                                       | 985,30                      |
| 1984 | 7.553.000           | 1.276,77                            | 1.217,60                      | 154,75                      | 136,56                                       | 1.016,10                    |
| 1985 | 7.558.000           | 1.348,42                            | 1.247,50                      | 156,17                      | 137,89                                       | 1.044,80                    |
| 1986 | 7.566.000           | 1.422,50                            | 1.262,30                      | 153,40                      | 135,35                                       | 1.040,00                    |
| 1987 | 7.576.000           | 1.481,39                            | 1.283,20                      | 156,55                      | 137,83                                       | 1.070,80                    |
| 1988 | 7.596.000           | 1.566,44                            | 1.335,40                      | 161,55                      | 141,51                                       | 1.059,00                    |
| 1989 | 7.624.000           | 1.672,90                            | 1.386,30                      | 165,59                      | 144,61                                       | 1.072,80                    |
| 1990 | 7.718.000           | 1.801,31                            | 1.445,30                      | 174,08                      | 151,82                                       | 1.116,40                    |
| 1991 | 7.796.000           | 1.922,55                            | 1.484,40                      | 175,98                      | 154,17                                       | 1.176,70                    |
| 1992 | 7.884.000           | 2.035,61                            | 1.508,90                      | 175,64                      | 153,42                                       | 1.138,00                    |
| 1993 | 7.900.000           |                                     | 1.504,90                      | 174,58                      | 151,95                                       | 1.142,60                    |
| 1994 | 7.950.000           |                                     | 1.519,95                      | 183,09                      | 157,81                                       |                             |
| 1995 | 7.950.000           |                                     | 1.535,15                      | 173,74                      | 148,45                                       |                             |

## Darstellung 7

**Materialinput (inländische Entnahmen plus Importe) Österreich 1960 - 1995**

| Standardisiert auf Einwohnerzahl        |                                   |  |                                       |
|---|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| BIP (real<br>1983)/Kopf<br>[in 1000 ÖS] | Material-<br>input/Kopf<br>[in t] | Inl. Materialver-<br>brauch/Kopf<br>[in t] | Energiever-<br>brauch/Kopf<br>[in GJ] |
| 73,19                                   | 13,31                             | 12,28                                      | 73,92                                 |
| 76,66                                   | 13,08                             | 12,09                                      | 75,36                                 |
| 78,01                                   | 12,91                             | 11,94                                      | 79,76                                 |
| 80,57                                   | 13,68                             | 12,74                                      | 85,17                                 |
| 84,98                                   | 14,50                             | 13,49                                      | 87,26                                 |
| 86,84                                   | 14,44                             | 13,37                                      | 87,24                                 |
| 91,10                                   | 15,31                             | 14,26                                      | 88,32                                 |
| 93,14                                   | 15,14                             | 14,07                                      | 89,47                                 |
| 96,80                                   | 15,48                             | 14,36                                      | 94,30                                 |
| 102,53                                  | 15,47                             | 14,26                                      | 102,24                                |
| 109,44                                  | 16,86                             | 15,74                                      | 110,37                                |
| 114,53                                  | 16,82                             | 15,54                                      | 113,23                                |
| 120,93                                  | 17,38                             | 16,05                                      | 117,63                                |
| 126,14                                  | 17,93                             | 16,52                                      | 125,68                                |
| 130,90                                  | 18,30                             | 16,83                                      | 121,99                                |
| 130,77                                  | 17,88                             | 16,51                                      | 119,29                                |
| 136,98                                  | 18,51                             | 16,93                                      | 127,52                                |
| 143,17                                  | 19,22                             | 17,67                                      | 125,57                                |
| 143,36                                  | 18,81                             | 17,11                                      | 131,16                                |
| 150,42                                  | 19,66                             | 17,73                                      | 138,52                                |
| 154,82                                  | 20,40                             | 18,40                                      | 138,57                                |
| 154,04                                  | 20,21                             | 18,19                                      | 131,76                                |
| 155,51                                  | 20,26                             | 18,24                                      | 129,55                                |
| 159,06                                  | 19,27                             | 17,09                                      | 130,47                                |
| 161,21                                  | 20,49                             | 18,08                                      | 134,53                                |
| 165,06                                  | 20,66                             | 18,24                                      | 138,24                                |
| 166,84                                  | 20,28                             | 17,89                                      | 137,46                                |
| 169,38                                  | 20,66                             | 18,19                                      | 141,34                                |
| 175,80                                  | 21,27                             | 18,63                                      | 139,42                                |
| 181,83                                  | 21,72                             | 18,97                                      | 140,71                                |
| 187,26                                  | 22,56                             | 19,67                                      | 144,65                                |
| 190,41                                  | 22,57                             | 19,78                                      | 150,94                                |
| 191,39                                  | 22,28                             | 19,46                                      | 144,34                                |
| 190,49                                  | 22,10                             | 19,23                                      | 144,63                                |
| 191,19                                  | 23,03                             | 19,85                                      |                                       |
| 193,10                                  | 21,85                             | 18,67                                      |                                       |