



Band 44

Materialfluß Österreich 1990

W. Hüttler, H. Payer, H. Schandl

Wien, 1996

Impressum

Medieninhaber, Verleger, Herausgeber:

Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF) - Abteilung Soziale Ökologie

A - 1070 Wien, Seidengasse 13

Tel.: ++43 1 / 526 75 01-0, FAX: ++43 1 / 523 58 43

email: socec.iff@univie.ac.at

Vorbemerkung

Dieser Beitrag stellt eine überarbeitete Fassung des ersten Zwischenberichts des Forschungsprojektes "Wirtschaftswachstum und Stoffwechsel - Vorstudie für den Aufbau einer Materialbilanz Österreich" im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt dar.

Der genannte Zwischenbericht diente gleichzeitig als Grundlage für den Einleitungsteil zu Kapitel 3 "Zielbereiche" des Nationalen Umweltplanes (NUP) für Österreich (BMU 1995, S.37-44).

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Methodische Überlegungen zur Erstellung von Materialbilanzen - Systemgrenzen und Klassifikationen	6
3. Teilbilanz I: Kohle, Erdöl, Erdgas	11
4. Teilbilanz II: Mineralische Materialien	13
5. Teilbilanz III: Biomasse	15
6. Teilbilanz IV: Wasser	18
7. Gesamtergebnis	21
7.1. Materialfluß Österreich 1990	21
7.2. Zur Entwicklung der Materialströme 1970 - 1990	22
8. Tabellenanhang	30
9. Zitierte Literatur und Quellenangaben	37

1. Einleitung

Will man das gesellschaftliche Verhalten gegenüber der natürlichen Umwelt empirisch erfassen, bewerten und schließlich auch planvoll steuern, kann man dies auf mehreren Eingriffsebenen tun: den Ressourceninputs, den stofflichen Outputs der Produktionsprozesse, den räumlichen Auswirkungen und den gezielten Interventionen in natürliche Lebensprozesse. Auf jeder dieser Ebenen sind verschiedene Dimensionen des gesellschaftlichen Umgangs mit Natur und damit der ökologischen Tragfähigkeit gesellschaftlicher Entwicklung darstellbar (Fischer-Kowalski, Haberl 1993, Fischer-Kowalski, Haberl, Payer 1994, Jänicke 1995).

Die vorliegende Arbeit widmet sich der Erfassung der Ressourceninputs und ihrem Durchsatz durch das Gesellschaftssystem. Es handelt sich um eine Materialflußrechnung (bzw. Materialbilanz) für Österreich, die in Anlehnung an die bekannten einschlägigen Vorarbeiten (Schütz, Bringezu 1993, Steurer, 1992 und 1994, Kuhn, Radermacher, Stahmer 1994, Statistisches Bundesamt 1995) eine konzeptionell und empirisch erweiterte Darstellung für das Referenzjahr 1990 versucht. Die Erstellung einer nationalen Materialflußrechnung orientierte sich dabei weitgehend am gegenwärtigen Stand des theoretischen Konzeptes des "Gesellschaftlichen Metabolismus" der Abteilung Soziale Ökologie des IFF. Gesellschaftlicher Metabolismus bezeichnet demnach den gesamten materiellen und energetischen Stoffwechsel eines Gesellschaftssystems mit seiner Natur.¹ Die materielle Dimension dieses gesellschaftlichen Stoffwechsels umfaßt den gesamten Materialdurchsatz, den eine Gesellschaft für ihre Reproduktion benötigt - von der primären Entnahme physischer Ressourcen bis zur Abgabe an die Natur in Form von Emissionen und Abfällen. Dieser Materialdurchsatz entspricht zumindest der Summe der Stoffwechselbedürfnisse, die alle Individuen einer Gesellschaft zu ihrem Überleben benötigen. Bezogen auf diesen rein theoretischen Basisbedarf hat gesellschaftlicher Metabolismus im Zuge der historischen Entwicklung durch mannigfaltige organisatorische und technische Veränderungen der Reproduktions- und Produktionssphäre beträchtliche absolute Steigerungen und strukturelle Veränderungen seiner Zusammensetzung erfahren.

Es besteht zunehmend Einigkeit darüber, daß die hohe Intensität dieses gesellschaftlichen Stoffwechsels heute den Kern des Nachhaltigkeitsproblems der entwickelten Industrieländer darstellt. Das Umweltproblem von Industriegesellschaften liegt nicht in ihren Wertschöpfungszuwächsen. Es besteht vielmehr in der zunehmenden Menge des damit verbundenen jährlichen Materialdurchsatzes, in der raschen Akkumulation des Materials im Gesellschaftssystem selbst (z.B. in Form jährlicher Zuwächse an ma-

¹ Eine ausführliche Darstellung des energetischen Stoffwechsels zwischen Gesellschaft und Natur findet sich bei Haberl 1995.

terieller Infrastruktur) sowie in der Akkumulation des an die Natur abgegebenen Materials (z.B. durch Anreicherung von Schwermetallen in Böden oder Kohlendioxid in der Atmosphäre).

Mit der Erstellung und periodischen Aktualisierung nationaler Materialflußrechnungen kann die gesellschaftliche Steuerung des Umweltverhaltens durch Verwaltung, Politik und Medien künftig stärker auf die Inputseite fokussiert werden, anstatt sich wie bisher auf einzelne Emissions- und Immissionsparameter zu konzentrieren - und zwar mit deutlich geringerem Erhebungsaufwand. Nationale Materialflußrechnungen sind die notwendige Informationsgrundlage für eine präventive Umwelt- und Wirtschaftspolitik, die primär an der Regulierung der Produktions- und Bedürfnisstrukturen ansetzt und die outputbezogenen Techniken der Sanierung und Reinhaltung stärker als Feinsteuerungsinstrumente einsetzt. Über diese Leitbildfunktion hinaus stellen nationale Materialflußrechnungen auch eine nützliche Basis für Prognosezwecke (z.B. in der Verknüpfung mit den jährlichen Wirtschaftsprognosen) und die Kontrolle politischer Maßnahmen (z.B. in der Abfallbewirtschaftung) dar.

2. Methodische Überlegungen zur Erstellung von Materialbilanzen - Systemgrenzen und Klassifikationen

Die Erstellung von Materialbilanzen auf der Makroebene beginnt mit der Konzeptualisierung des Gesellschaftssystems als Input-Output-System. Von zentraler Bedeutung sind dafür die Fragen nach den relevanten Systemgrenzen und Klassifikationen. Auf der **Inputseite** werden

- Materialentnahmen aus der Natur im Inland und
- Materiallieferungen aus dem Ausland (Importe in Form von Rohstoffen und Produkten) erfaßt.

Dem stehen auf der **Outputseite**

- Materialabgaben an das Ausland (Export) sowie
- die Abgabe von Reststoffen an die Natur (Abwasser, Abluft, Abfälle, dissipative Verluste) gegenüber.

Materialien, die länger als ein Jahr im System verbleiben, werden als **Materialbestände** (Maschinen, Gebäude, Straßen) betrachtet. So wie die kurzfristig genutzten Materialien insgesamt wird jährlich ein Teil der Bestände in Form von Abfall und Emissionen sowie dissipativen Verlusten an die Natur abgegeben.

Dabei zeigt sich, daß die Inputseite des gesellschaftlichen Stoffwechsels im Vergleich zur Outputseite in der Regel besser dokumentiert ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Anzahl der verwendeten Rohstoffe vor ihrer weiteren Verarbeitung überschaubar ist und sie aus Kostengründen genauer erfaßt werden. Dort allerdings, wo Primärmaterial aufgrund von Eigentums- und Verfügungsrechten an der Natur direkt entnommen wird (z.B. Schotterabbau), ist seine mengenmäßige Erfassung meist lückenhaft. Mit zunehmender Verarbeitungstiefe des durchgesetzten Materials wird z.T. mangels Datenverfügbarkeit, z.T. der Übersichtlichkeit wegen eine nach verschiedenen Materialströmen differenzierende Darstellungsweise zugunsten von Gesamttaggregaten aufgegeben. Erst die abfallwirtschaftlichen Berichtssysteme erlauben in Teilbereichen wieder eine detailliertere Darstellung der Materialströme.

Die Differenzierung und rechnerische Erfassung von Materialströmen erfolgt nach funktionellen und wirtschaftsräumlichen Kriterien sowie nach Rohstoffgruppen:

Bei der Gliederung nach **funktionellen Kriterien** wird das gesellschaftliche System nach

- Primärentnahme (Entnahme von Material aus der Natur z.B. in Form von Bergbau, Ernten etc.),
- Verarbeitung (Transformation von Primärentnahmen zu Produkten sowie deren Wiederverwertung) und
- Endnachfrage (Nutzung bzw. Konsum von Produkten)

des eingesetzten Materials unterschieden. Da der Bilanzierungszeitraum auf jeweils ein Jahr beschränkt ist, wird längerfristig genutztes Material in einem eigenen Bestandskonto erfaßt.

Die Gliederung nach **wirtschaftsräumlichen Kriterien** unterscheidet zwischen Rohstoffentnahmen auf inländischem Territorium sowie Materialaustausch mit dem Ausland (Import und Export).

Die gesamte Primärentnahme kann nach **Aggregatzuständen** und **Rohstoffgruppen** gegliedert werden.

Erfaßt wird der gesamte Durchsatz (Primärentnahme und Importe) an festen, flüssigen und gasförmigen Materialien, die innerhalb eines Jahres auf inländischem Territorium der Natur entnommen oder über die Staatsgrenze eingeführt werden, umgewandelt, verarbeitet und genutzt, exportiert oder direkt wieder an die Natur zurückgegeben zu werden. Bei der Ein- und Ausfuhr werden somit auch Halbfertig- und Fertigwaren in die Materialflußrechnung miteinbezogen. Nicht erfaßt werden Dienstleistungen und die immaterielle Nutzung der Umwelt (Erholungswert, ästhetische Werte etc.).

Primärentnahmen und Importe werden dem Produktions- und Verarbeitungssektor zugeführt und in der Folge in Form von Produkten und Infrastruktur im Inland nachgefragt bzw. exportiert.

Hinsichtlich der Rohstoffentnahmen liegt der Fokus der Erfassung auf den verwerteten Entnahmen, das sind jene Primärinputs aus der Natur, die innerhalb des Wirtschaftssystems weiterverarbeitet und genutzt werden. Nicht verwertete Entnahmen aus der Natur, wie zum Beispiel Bodenaushub oder Abraum, werden gesondert dargestellt. Eine Quantifizierung dieser Materialströme liegt derzeit nur für den Bodenaushub vor, während für den Abraum im Bergbau keine Daten verfügbar sind.²

Ein wesentliches Bilanzierungselement stellt auch jeder längerfristige Bestand („Bestandskonto“) dar, der im Gesellschaftssystem in Form von Infrastruktur (insbesondere für Wohnen und Verkehr) sowie von langlebigen Produkten aufgebaut wird. Rechnerisch gilt jeder Materialinput, der länger als ein Jahr im System verbleibt, als Bestand.

Da der gesamte materielle Stoffwechsel eines Gesellschaftssystems einen äußerst heterogenen Massefluß darstellt, liegt aus Gründen der Übersichtlichkeit eine weitere Differenzierung bzw. Disaggregation nach spezifischen Materialgruppen nahe. Diese kann nach verschiedenen Unterscheidungsmerkmalen erfolgen, wie z.B. nach Aggregatzustand (Luft, Wasser, sonstige Materialien), stofflicher Zusammensetzung der Rohstoffe (biotische, abiotische) oder dem Zeitpunkt der Entstehung heute verfügbarer Zusammensetzungen (fossil vs. rezent). Es handelt es sich dabei um idealtypische Klassifikationen, die hinsichtlich der Rohstoffinputs weitgehend eindeutige Zuordnungen erlauben.

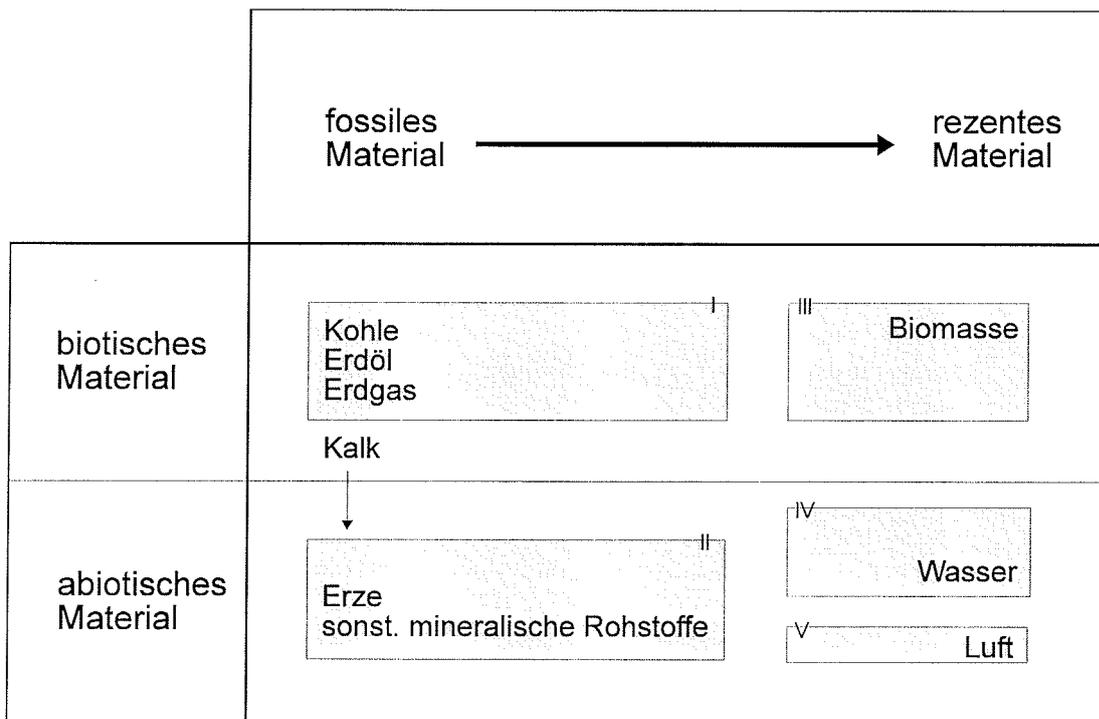
Je weiter die Material- und Güterströme jedoch auf ihrem Weg von der Rohstoffentnahme über Produktion und Distribution bis zur Endnachfrage und Entsorgung verfolgt werden, desto schwieriger und im Einzelfall oft unmöglich sind eindeutige Zuordnungen. Bei der Zuordnung von Halb- und Fertigwaren entlang der vorgeschlagenen Klassifikation von Materialströmen sind daher in jedem Fall gewisse Unschärfen in Kauf zu nehmen: Die Zuordnung erfolgt hier nach den mengenmäßig dominierenden Materialanteilen von Produkten. Erschwerend kommt weiters hinzu, daß es sich bei amtlichen Statistiken um historisch gewachsene Berichtssysteme mit Klassifikationen und Begriffen handelt, die sich nicht an den Zielsetzungen einer umweltbezogenen Materialbilanzierung orientieren.

² Bringezu (1993) verwendet im Zusammenhang mit nicht genutzten Entnahmen wie Bodenaushub oder Abraum, die sozusagen an der Gesellschaft vorbeigeschleust werden, den Begriff *Translokation*.

Für die Erstellung von Materialflußrechnungen erscheinen uns in erster Linie die Unterscheidungen nach biotischem und abiotischem Material³, fossilem und rezentem Material sowie nach den gebräuchlichen Rohstoffklassen der amtlichen Statistik am zweckmäßigsten zu sein.⁴

Daraus ergibt sich folgendes rohstofforientiertes Grundschemata für die Klassifikation von Materialströmen:

Abb. 1: Grundschemata für die Klassifikation von Materialströmen



Anmerkung: Die Unterscheidung „biotisch“ vs. „abiotisch“ bezieht sich auf den Ausgangsprozess der Materialbildung (biotisch = auf Lebewesen, auf Leben bezogen).

© iff Soziale Ökologie

Die Unterscheidung nach fossilem und rezentem Material folgt primär dem Kriterium der Regenerationsrate. Als fossiles Material zählt alles Material, das für die Bildung seiner heute vorliegenden bzw. verfügbaren stofflich-materiellen Zusammenset-

³ Die Unterscheidung in organisches und anorganisches Material deckt sich weitgehend mit der Unterscheidung biotisch/abiotisch, wurde aber bewusst nicht gewählt, um den Fokus dieser Arbeit nicht zu sehr auf chemisch-toxikologische Fragestellungen zu richten.

⁴ Die wirtschaftsbezogene Materialflußrechnung des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden (StatBA 1995) gliedert sich nach biotischen und abiotischen Feststoffen und Energieträgern, wobei innerhalb der abiotischen Materialien in fossile Energieträger, Erze und deren Erzeugnisse sowie Mineralien, Steine und Erden unterschieden wird.

zung sehr lange (erdgeschichtliche) Zeitspannen benötigt. Beim fossilen biotischen Material handelt es sich um vorzeitliche pflanzliche und tierische Organismen, die heute in Form von fossilen Energieträgern und Kalk verfügbar sind. Als fossiles abiotisches Material werden Erze und sonstige mineralische Rohstoffe gezählt. Der Begriff „fossil“ wird im Gegensatz zum Begriff „rezent“ „ganz allgemein für Überlieferungen aus der geologischen Vergangenheit verwendet“ (Murawski 1983) und bezieht sich daher auch auf erdgeschichtlich relativ junge Materialien wie Sand und Kies.

Im Gegensatz dazu ist rezentes Material durch seine hohen Erneuerungsraten charakterisiert. Rezentes biotisches Material umfaßt die aktuelle Gesamtheit pflanzlicher und tierischer Organismen, die der Einfachheit halber auch als Biomasse bezeichnet wird. Als rezentes abiotisches Material kommen Wasser und Luft in Betracht.⁵

Ausgehend von dieser rohstofforientierten Grundklassifikation von Materialien können nun konsistente Teilflußrechnungen (bzw. Teilbilanzen) erstellt werden, die einen Überblick von der Rohstoffentnahme über die Güterebene bis zu den Outputs in Form von Abfall und Emissionen bieten. Diese Teilbilanzen werden in der Folge zu einer gesamten nationalen Materialinputrechnung zusammengeführt. Die vorliegende Arbeit enthält insgesamt vier solcher Teilbilanzen. Aus pragmatischen Überlegungen mußten bei der Festlegung der Bilanzierungsgrenzen aber gewisse Vereinfachungen und Überschneidungen in Kauf genommen werden:

Teilbilanz I umfaßt fossiles biotisches Material ohne Kalk, also Kohle, Erdöl und Erdgas - und zwar unabhängig von der Art ihrer Verwendung als Brennstoff oder Ausgangsmaterial der Petrochemie. Diese Trennung ist vor allem deshalb empfehlenswert, weil die Förderung und Verarbeitung von Kohle, Erdöl und Erdgas einem klar abgrenzbaren Wirtschaftskomplex (bestehend aus Kohlebergbau, Erdöl- und Erdgasförderung und -verarbeitung) zugeordnet werden kann und überdies durch die langjährige explizite Erfassung im Rahmen der Energiestatistik sehr detailliert dokumentiert ist.

Teilbilanz II enthält daher neben den Erzen und sonstigen mineralischen Rohstoffen auch Kalk, weil die Förderung und Verarbeitung dieser Materialien zum Teil durch ähnliche oder idente Arten von Wirtschaftstätigkeiten (insbesondere im Bereich der Förderung von Baustoffen) erfolgt und deshalb auch in denselben Berichtssystemen gemeinsam erfaßt werden.

⁵ "Fossiles" Wasser mit Erneuerungsraten in der Größenordnung von mehreren hundert Jahren stellt in dieser Hinsicht eine Ausnahme dar.

In der Gruppe "sonstige mineralische Rohstoffe" wird der Bodenaushub nicht mitberücksichtigt, da in diesem Fall keine primäre Verwertungsabsicht gegeben ist.

Teilbilanz III erfaßt den gesamten anthropogen bedingten Biomassedurchsatz. Darin enthalten sind neben den Entnahmen durch die Land- und Forstwirtschaft auch der Außenhandel mit biotischen Rohstoffen und Produkten.

Gegenstand von **Teilbilanz IV** ist der gesellschaftliche Wasserdurchsatz. Dazu zählen Wassernutzungen durch Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft, Haushalte und Energiesektor.⁶ Die Erstellung der Wasserbilanz bezieht sich im Unterschied zu den anderen Teilbilanzen auf das Jahr 1991, da hier bereits auf detaillierte Vorarbeiten zurückgegriffen werden konnte (Hüttler, Payer 1994).⁷

3. Teilbilanz I: Kohle, Erdöl, Erdgas

Bilanzierungsstruktur

Die Erhebung der fossilen Rohstoffe ist nach den drei Materialströmen Kohle, Erdöl und Erdgas gegliedert. Diese drei genannten Materialströme werden den relevanten Akteuren zugeordnet, wobei zwischen einer ersten Verarbeitungsstufe (Raffinerie, Petrochemie, Kokerei, kalorische Energieversorgung) und einer zweiten Verarbeitungsstufe bzw. Endnachfrage (Industrie, Dienstleistungssektor, Haushalte, Land- und Forstwirtschaft und Verkehr) unterschieden wird. Die Energie- und Wärmeversorgungsunternehmen werden bei dieser Gliederung, in Anlehnung an die Systematik der Energiestatistik, der ersten Verarbeitungsstufe zugerechnet. Auf der Outputseite wird zwischen Exporten und materiellen Outputs in Form von Kohlenstoff, Schwefel, Staub, Wasserstoff in der Abluft sowie Abfällen differenziert.

Datenquellen

Zur Dokumentation der Inputseite wurden die Außenhandelsstatistik und das österreichische Montanhandbuch (BMWA) herangezogen. Die Zuordnung der Material-

⁶ Theoretisch könnte bei den Wasserströmen ebenfalls zwischen rezemem und fossilem Wasser unterschieden werden. Da die Nutzung fossiler Wasserreserven mengenmäßig jedoch nur in marginalen Größenordnungen erfolgt und ihre explizite Erfassung einen unvergleichlich höheren Erhebungsaufwand erfordern würde, kann hier auf eine differenzierende Darstellung verzichtet werden.

⁷ Wassergehalte von Materialien wie z.B. Sand, Erdöl oder Nahrungsmitteln sind in der Wasserbilanz nicht enthalten. Diese werden in den jeweiligen Teilbilanzen miterfaßt. Somit entstehen in der Gesamtdarstellung keine Untererfassungen des Materialflusses. Lediglich der Wassergehalt des Tierfutters wurde separat erfaßt, da dieser einen wesentlichen Anteil am Abwasser- bzw. Gülleanfall in der Landwirtschaft hat.

ströme zu den einzelnen Verursachern (Akteuren) erfolgt aufgrund der Energiebilanz 1990 des ÖSTAT (Alder 1993). Zusätzlich wurden die Daten der Industriestatistik zum Vergleich herangezogen. Die Emissions- und Abfallseite (Output) wurde unter Zuhilfenahme der Emissionsfaktoren des Energieberichtes 1990 (BMwA 1991) berechnet und mit den Daten des Umweltkontrollberichtes des Umweltbundesamtes (UBA 1993) und dem Energie- und Emissionsbericht 1991 der ADIP-Graz (Jilek, Schechtner, Zelle 1993) in Beziehung gesetzt. Die Abfallseite ist im Bundes-Abfallwirtschaftsplan (BMUJF 1992) dokumentiert.

Ergebnisse

Der Gesamtinput fossiler Materialien (Kohle, Erdöl und Erdölprodukte, Erdgas) im Jahr 1990 betrug rund 25,1 Mio t. Davon wurden rund 20,7 Mio t (80 %) importiert. Rund 4,4 Mio t (20 %) wurden im Inland entnommen (inländische Primärentnahme). Rund 31 % des Gesamtinputs entfallen auf Rohöl (das sind 7,9 Mio t), 29 % auf (7,2 Mio t) auf Kohle, 20 % auf Erdölprodukte (5,1 Mio t) und 20 % auf Erdgas (4,9 Mio t).

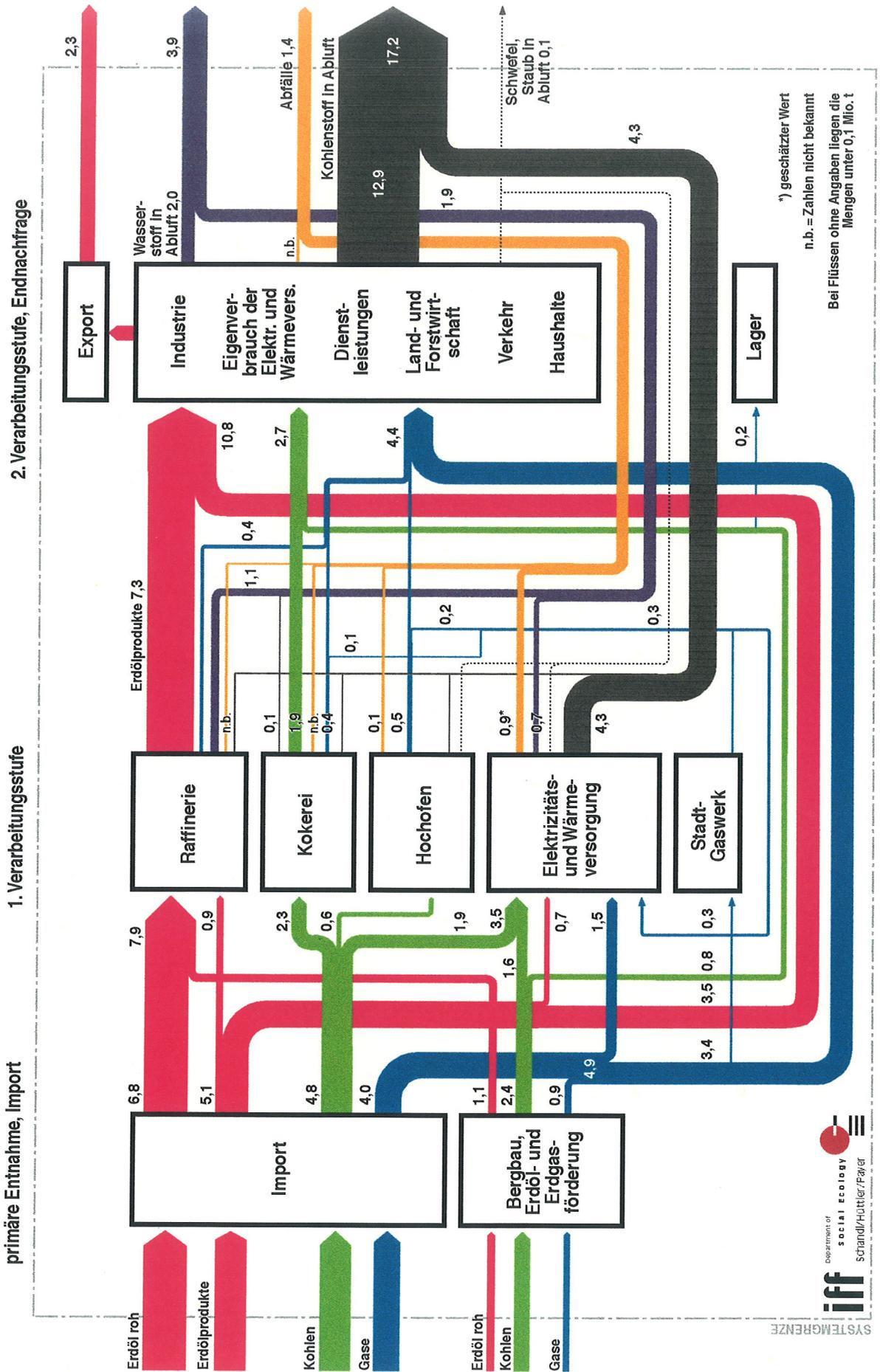
Rund 70 Prozent des Gesamtinputs (rund 17,4 Mio t) werden der ersten Verarbeitungsstufe zugeführt. Rund 0,3 Mio t (Gichtgas aus Hochofenprozessen und Kokereigas) werden innerhalb der ersten Verarbeitungsstufe im Kreislauf geführt. Weitere 30 % (rund 7,7 Mio t), das sind hauptsächlich Energieträger und petrochemische Erzeugnisse, werden direkt der zweiten Verarbeitungsstufe bzw. der Endnachfrage zugeführt und bilden gemeinsam mit den Produkten der ersten Verarbeitungsstufe (rund 10,2 Mio t) jene Materialmenge, die der Endnachfrage und zu einem geringen Teil dem Export zugeführt wird.

Der Gesamtoutput von rund 25,1 Mio Tonnen gliedert sich in Exporte (rund 2,3 Mio t), emittierten Kohlenstoff, Schwefel, Staub und Wasserstoff (zusammen rund 21,2 Mio t), Abfälle (rund 1,4 Mio t) sowie einen Zuwachs an Lagerbeständen (rund 0,2 Mio t).

Der weitaus größte Anteil des Outputs entfällt auf die in Abluft enthaltenen Emissionen in Form von Kohlenstoff, Schwefel, Staub und Wasserstoff. Im Jahr 1990 wurden rund 17,2 Mio t Kohlenstoff (Kohlenstoffgehalt von CO₂ und CO-Emissionen) emittiert. Weitere 0,1 Mio Tonnen entfallen auf Schwefel und emittierte Stäube. Ein mengenmäßig bedeutender Anteil entfällt auf den Wasserstoffgehalt der fossilen Materialien, welcher bei Verbrennungsprozessen in Form von Wasser (H₂O) frei wird. Dabei werden insgesamt rund 3,9 Mio t Wasserstoff emittiert.

MATERIALFLUSS ÖSTERREICH 1990 – KOHLE, ERDÖL, ERDGAS

Angaben in Millionen Tonnen



Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan quantifiziert die im Jahr 1990 anfallenden Abfälle (Aschen, Ruß bzw. Kohlenstoff, Rückstände in Filteranlagen) mit rund 1,4 Mio t.

Rund, 2,3 Mio t fossile Materialien wurden im Jahr 1990 exportiert. Den Hauptanteil am Export nehmen Kunststoffe und Waren aus Kunststoffen mit 1,4 Mio t ein. Hinzu kommen mineralische Brennstoffe, Mineralöle und Wachse (0,5 Mio t) und organische chemische Erzeugnisse (rund 0,4 Mio t).

4. Teilbilanz II: Mineralische Materialien

Bilanzierungsstruktur

Die Teilbilanz für die Gruppe der mineralischen Rohstoffe enthält die Entnahmen durch den Bergbau (Erze, Tone, Magnesit, Dolomit, Basalt, Kalk, Mergel, Salz u.a.) sowie die Gewinnung von Sand, Kies und Schotter. Der im Zuge von Bautätigkeiten anfallende Bodenaushub wird den nicht verwerteten Rohstoffentnahmen zugeordnet.

Die institutionelle Zuordnung von Rohstoffentnahmen erfolgt aufgrund des Berggesetzes. Aufgrund der Berggesetznovelle 1990 wurde eine Reihe von Betrieben in den Bergbaubereich übernommen. Dadurch und aufgrund einer Erweiterung des Bilanzraumes ergeben sich Differenzen zwischen der Bilanz der abiotischen Stoffe für das Jahr 1990 und der Gesamtinputrechnung 1970 bis 1990 (Steurer 1994).⁸

Datenquellen

Grundlegende Informationen über die Entnahme von Rohstoffen enthält das Österreichische Montan-Handbuch, das jährlich vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (BMWA) herausgegeben wird. Aufgrund der oben angesprochenen Berggesetz-Novelle enthält das Montan-Handbuch für die Jahre nach 1990 eine vollständigere Erfassung der Abbaumengen. Das war insbesondere in den Bereichen Tone, Quarz und Quarzsand, Dolomit, basaltische Gesteine, Kalkstein und Marmor sowie Mergel der Fall. Die Mengen für die Entnahme von Sand, Kies und Schotter beruhen auf detaillierten Erhebungen der Geologischen Bundesanstalt (Heinrich 1995) und stellen eine untere Grenze dar. Darüberhinaus weist die Produktionsstatistik des ÖSTAT die Entnahmen des Bereichs "Gewinnung von Steinen und Erden" gesondert aus, enthält dabei aber beträchtliche Untererfassungen (vgl. Kap. 7.2.). Der Anfall an Bodenaushub, Angaben über Abfälle und gegebenenfalls recycelte Mate-

⁸ ausführlicher dazu Kap. 7.2.

rialien wurden dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan des Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF 1992) entnommen.

Ergebnisse

Die verwerteten mineralischen Rohstoffentnahmen aus der Natur (excl. Bodenaushub und Abraum) betragen 1990 ca. 124 Mio t.⁹

Zu diesen Primärentnahmen innerhalb Österreichs kommen Importe in der Höhe von 13,2 Mio t hinzu. Dieser Gesamtinput geht in den Produktions- und Verarbeitungsbereich (Industrie und Gewerbe). Die Verwendungsseite dieses Bereichs konnte im Rahmen dieser Arbeit noch nicht näher aufgeschlüsselt werden, zu diesem Zweck müßte eine detaillierte Analyse einzelner Branchen erfolgen.

Für den mengenmäßig dominierenden Bereich „Bauen“ wird eine grobe Aufteilung vorgenommen, indem der Materialeinsatz für die Nutzungskategorie „Wohnen“ zur Gänze den Haushalten zugerechnet wird. Zusammen mit den Gütern, die von den Haushalten konsumiert werden, ergibt das eine Menge in der Größenordnung von rund 20 Mio t, das entspricht rund 2,6 t/EW.a oder ungefähr 15 % des produktiven Outputs aus Industrie und Gewerbe. Der Rest dieses Outputs setzt sich zusammen aus Materialeinsatz für industriell-gewerbliche und insbesondere öffentliche Infrastruktur (Verkehr etc.) sowie für Exporte.

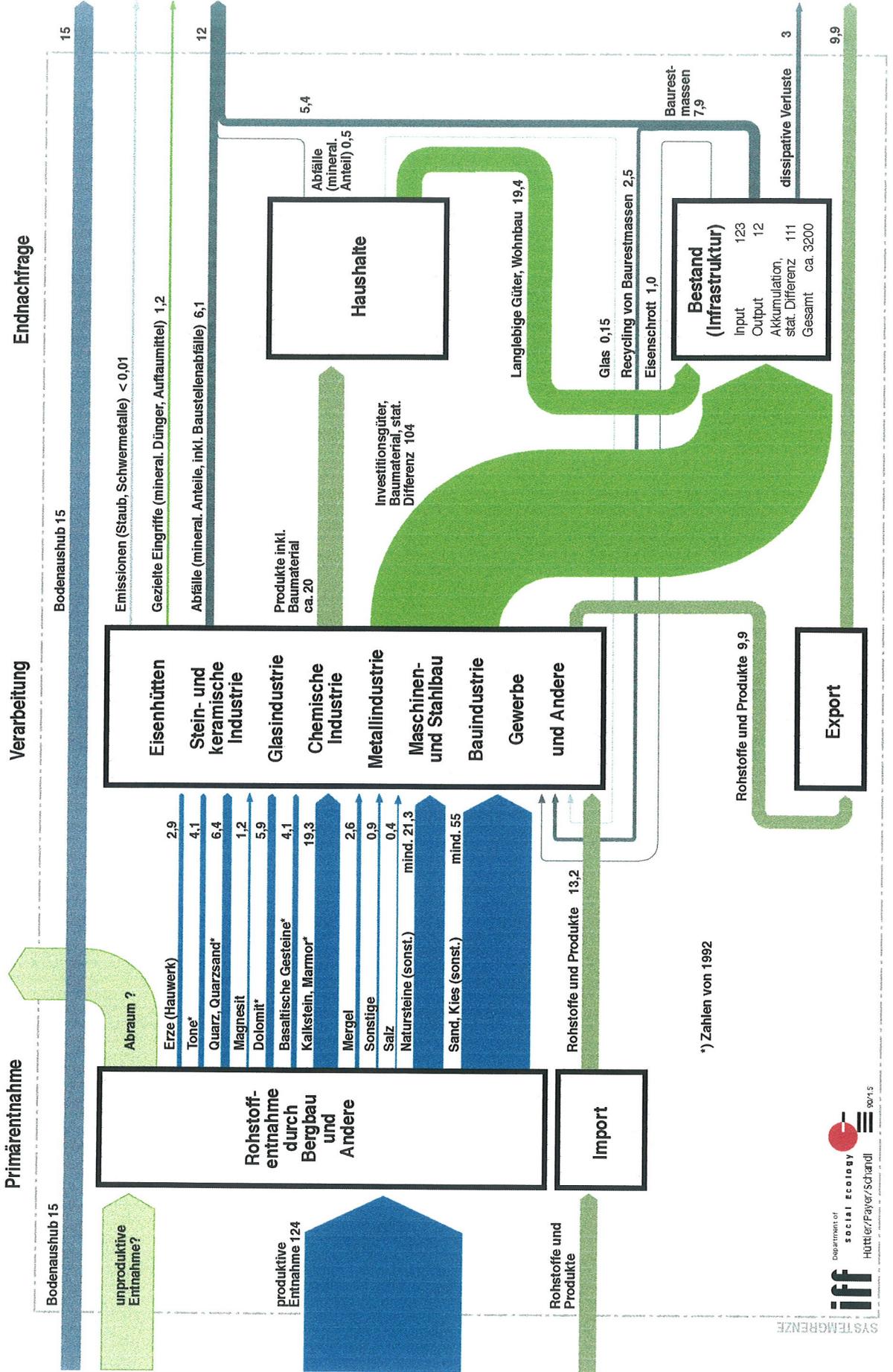
Bestehende Berichtssysteme geben erst wieder über den Output unseres gesellschaftlichen Systems in Form von Abfällen und Emissionen Auskunft. Bedeutend sind auch hier die Massenströme, die durch den Bereich „Bauen“ verursacht werden: 1990 fielen etwa 8 Mio t Baurestmassen (mineralische Anteile in Bauschutt und Straßenaufbruch) an, wovon rund 5,5 Mio t deponiert wurden. Dagegen nehmen sich die mineralischen Anteile in den festen Siedlungsabfällen (Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle) mit rund 800.000 t relativ gering aus. Weitere Gruppen von mineralischen Abfällen aus dem industriell-gewerblichen Bereich fallen in einer Größenordnung von etwa 6 Mio t zur Deponierung an.

Durch Metallrückgewinnung und Einsatz von Hochofenschlacke und Flugasche bei der Zementherstellung wird rund 1 Mio t innerhalb der Industrie wiederverwertet. Weiters werden folgende Materialströme (aus der Endnachfrage) der Wiederverwertung zugeführt: rund 1 Mio t Schrott und Metallabfälle, 2,5 Mio t Baurestmassen und 150.000 t Glas. Die Menge des jährlich rezyklierten Materials (4,65 Mio t) entspricht

⁹ Rund 15 Mio t Bodenaushub werden pro Jahr als nicht verwertete Entnahme auf Deponien verbracht.

MATERIALFLUSS ÖSTERREICH 1990 – MINERALISCHE MATERIALIEN

Angaben in Millionen Tonnen



*) Zahlen von 1992

somit ungefähr 3 % des gesamten mineralischen Materialinputs in den Produktions- und Verarbeitungssektor.

Die Exporte an „abiotischen“ Materialien betragen 9,9 Mio t.

Der mengenmäßig größte Anteil der mineralischen Rohstoffe wird in Form von Zuwachs an Gebäuden, Verkehrsinfrastruktur und langlebigen Produkten mit insgesamt ca. 111 Mio t pro Jahr (inkl. stat. Differenz) im System „gelagert“.¹⁰ Das entspricht einem Bestandszuwachs (Materialakkumulation) von rund 14 t/EW.a und ergibt damit eine ähnliche Größenordnung wie Kuhn et al. (1994) bzw. Statistisches Bundesamt (1995) in ihren jüngsten Untersuchungen für die BR Deutschland berechnet haben.

5. Teilbilanz III: Biomasse

Bilanzierungsstruktur

Die Grenzziehung zwischen Gesellschaft und Natur ist im Bereich der land- und forstwirtschaftlichen Produktion mit besonderen methodischen Problemen behaftet. Natur in Form von Boden, Wald, Vieh ist kolonisierte Natur und somit ein Produktionsfaktor des sozio-ökonomischen Systems. Theoretisch könnte daher die gesamte Entnahme von Nährstoffen aus Boden und Atmosphäre als eigentliche Primärentnahme erfaßt werden. Da aber in funktioneller Betrachtungsweise landwirtschaftlich genutzter Boden und Wald Kolonien der Gesellschaft darstellen und somit außerhalb der Systemgrenzen liegen, werden erst die unmittelbaren Entnahmen aus diesen Kolonien (Ernten) als Primärentnahmen erfaßt. Die tierischen Erzeugnisse der Landwirtschaft (Fleisch, Eier, Milch und Produkte daraus) zählen daher nicht mehr zur primären Rohstoffentnahme. Diese Erzeugnisse stellen bereits das materielle Ergebnis von Verarbeitungsprozessen innerhalb des Wirtschaftssystems dar, deren wichtigste materielle Vorleistungen (Futtermittel, Wasser) in den pflanzlichen Erzeugnissen und in der Wasserentnahme enthalten sind. Lediglich das auf der Jagd erlegte Wild und gefangene Fische stellen Primärentnahmen tierischen Ursprungs dar, haben aber hinsichtlich ihrer Größenordnung nur marginale Bedeutung.

¹⁰ Dissipative Verluste wurden in dieser Berechnung nur hinsichtlich des Straßenverkehrs berücksichtigt. Grobe Schätzungen für den Straßenabrieb lassen eine Größenordnung von rund 3 Mio t erwarten.

Der gesamte biotische Stofffluß wird als Frischmasse (inkl. Wassergehalt) erfaßt, wodurch sich gewisse Überschneidungen mit der Erfassung des Wasserdurchsatzes ergeben. Der Wassergehalt des direkt entnommenen Grünfutters (durch Weide und Ernte), der ungefähr einem Achtel des gesamten Biomassedurchsatzes entspricht, ist in Teilbilanz IV (Wasser) ebenfalls enthalten. Für die Weiterführung der Arbeiten wird eine Parallelbilanz der biotischen Materialien in Trockenmasse überlegt.¹¹

Bis zur Ebene der ersten Verarbeitungsstufen wird zwischen den Materialien aus Forst-, Pflanzen- und Tierproduktion unterschieden. Die Entnahmen aus der Natur innerhalb der österreichischen Landesgrenzen plus die Agrarimporte werden dem Produktions- und Verarbeitungssektor zugeführt und werden in der Folge in Form von Produkten der Endnachfrage bzw. dem Export zugerechnet. Längerfristige Bestände („Bestandskonto“) an biotischen Materialien verbleiben im wesentlichen in Form von Holz.

Datenquellen

Die Erfassung bzw. Hochrechnung des biotischen Stoffdurchsatzes des österreichischen Wirtschaftssystems basiert hauptsächlich auf der Agrarberichterstattung des Österreichischen Statistischen Zentralamtes (ÖSTAT) und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (BMLF), den jährlichen Ernährungsbilanzen und der Holzbilanz 1955-91 des Statistischen Zentralamtes, dem Bundesabfallwirtschaftsplan sowie den Ergebnissen diverser Einzelstudien, Expertengespräche und Plausibilitätsüberlegungen.

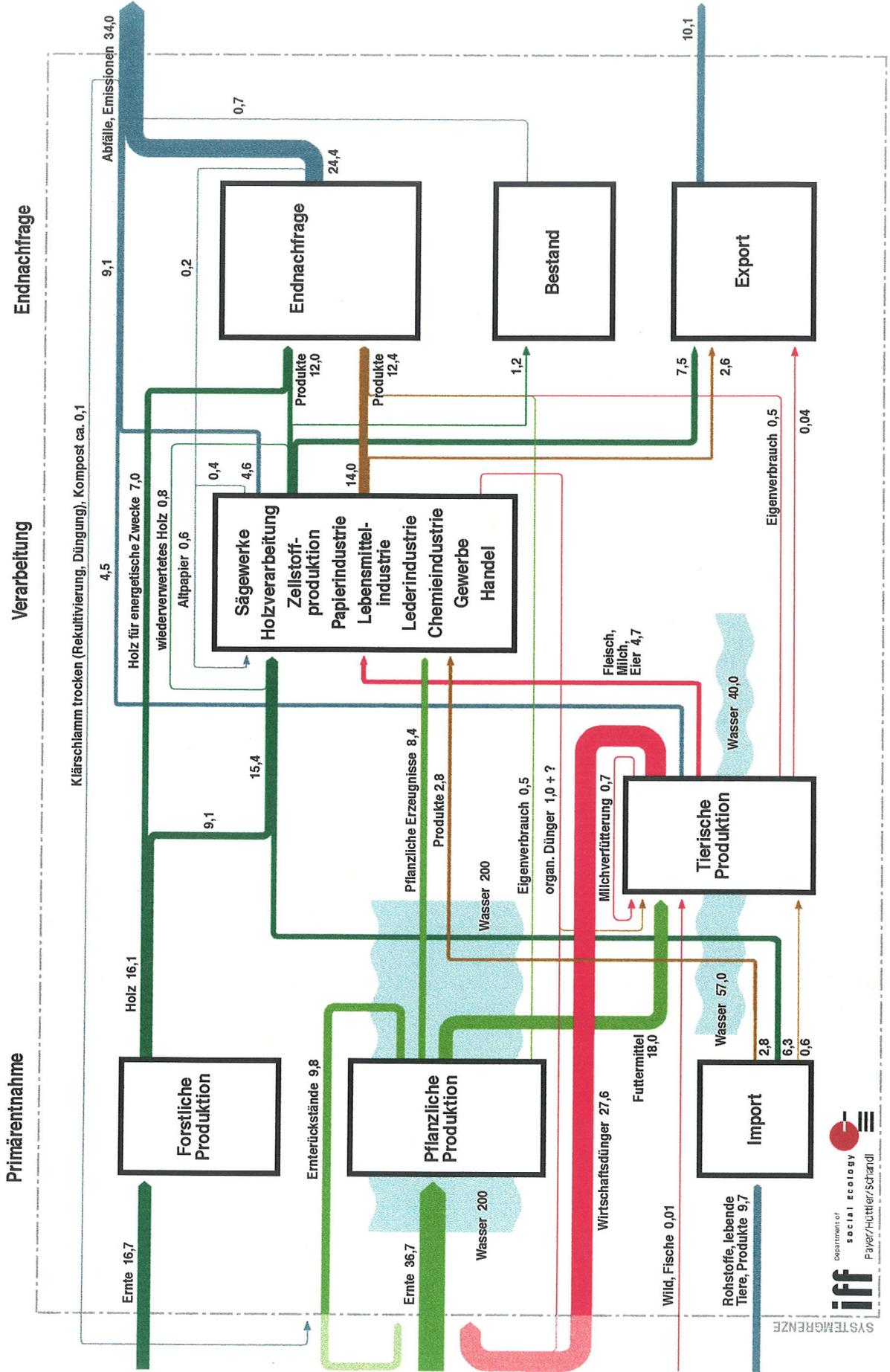
Ergebnisse

Der gesamte biotische Stoffinput im Jahr 1990 beträgt rund 63,1 Mio t. Davon stammen rund 85 % aus inländischer Primärentnahme (inländische Ernte) und rund 15% aus dem Ausland (Importe). Die inländische Primärentnahme gliedert sich im Beobachtungsjahr 1990 in Ernten aus der pflanzlichen Produktion (rund 36,7 Mio t) und Ernten aus der Holzproduktion (rund 16,7 Mio t). Einen geringen Anteil nehmen Jagd und Fischfang ein (rund 10.000 t).

¹¹ Bei den biotischen Materialien ist man größtenteils mit relativ hohen Wassergehalten der Materialien konfrontiert. Dies schafft für die konsistente Bilanzierung innerhalb der biotischen Materialien aber auch hinsichtlich der Abgrenzung zur Teilbilanz Wasser methodische Probleme. Im Rahmen dieser Arbeit rechnen wir mit „Frischgewichten“, da die Materialien in der Natur und in den wirtschaftlichen Verarbeitungsschritten auch mit dem mitgeführten Wasser erscheinen. Dies gewährleistet auch die Kommunizierbarkeit der Ergebnisse mit den relevanten Wirtschaftsakteuren (z. B. Nahrungs- und Genußmittelindustrie).

MATERIALFLUSS ÖSTERREICH 1990 – BIOMASSE

Angaben in Millionen Tonnen



SYSTEMGENEZE



DEPARTMENT OF
social ecology
Payer/Huttlner/Schrandl

Von den genannten 36,7 Mio t der inländischen Pflanzenproduktion werden rund 50% als Futtermittel in der Tierproduktion eingesetzt. Weitere 25% (8,4 Mio t) werden der weiteren Verarbeitung, vor allem im Nahrungs- und Genußmittelsektor zugeführt. Das restliche Viertel wird in Form von Ernterückständen an die Natur zurückgeführt. Die 16,7 Mio t inländische Holzentnahme werden zur Hälfte der weiteren Verarbeitung zugeführt, zur anderen Hälfte wird Holz energetisch genutzt (immerhin 7 Mio t im Jahr 1990).

Der Materialinput aus Importen verteilt sich auf Holz und Holzwaren (6,3 Mio t), Nahrungs- und Genußmittel (2,1 Mio t), Futtermittel (0,6 Mio t) und sonstige Produkten aus biotischem Material (0,7 Mio t), zum Beispiel Zellulose.

Für die weitere Verarbeitung (hauptsächlich in den Bereichen Holz, Zellstoff- und Papierproduktion, Lebensmittel- Leder- und Chemieindustrie, sowie Gewerbe und Handel) werden insgesamt 32,7 Mio t an biotischem Material eingesetzt. Dieses Material besteht rund zur Hälfte aus Holz, zur anderen Hälfte aus pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen.

Die Produkte der Verarbeitungsprozesse (rund 27,7 Mio t), sowie Holz für energetische Nutzung (7 Mio t) stehen für den Endverbrauch und den Export zur Verfügung. Nur rund 4% des für die weitere Verarbeitung eingesetzten Materials wird im Kreislauf geführt (wiederverwertetes Holz und Altpapier).

Die Exporte organischen Materials betragen etwa 9,7 Mio t und verteilen sich auf Holz- und Holzwaren (4,8 Mio t), Nahrungs- und Genußmittel (2,1 Mio t) Futtermittel (0,6 Mio t) sowie sonstige Produkte (2,2 Mio t). Das bedeutet, daß rund vier Fünftel der Exporte auf Produkte der Holz- und Papierwirtschaft entfallen.

Rund 1,2 Mio t sind im Jahr 1990 als Bestandszuwachs zu verzeichnen. Die aktuelle Größe des Bestandes, hauptsächlich in Form von Holz, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht ermittelt werden.

Auf der Outputseite zeigt sich, daß die Wiederverwertungsrate, vor allem in Form von gezielter Ausbringung, bei den biotischen Materialien im Vergleich zu den anderen Materialgruppen, relativ hoch ist (insgesamt 39,8 Mio t). So wird zum Beispiel ein großer Anteil des Outputs der tierischen Produktion in Form von Wirtschaftsdünger wiederum in der pflanzlichen Produktion als Input (Dünger) eingesetzt. Gleiches gilt für die Kompostierung von Lebensmittelabfällen. Die Menge an Abfällen und Emissionen die nicht wiederverwertet an die Natur abgegeben werden beträgt rund 34 Mio t.

6. Teilbilanz IV: Wasser

Bilanzierungsstruktur

Eine Wasserbilanz für Österreich wurde von Kresser erstmals 1965 erstellt und 1994 aktualisiert. Sie beschreibt den Wasserkreislauf aus der Sicht der Hydrologie (Kresser 1965 und 1994). Der Wasserdurchsatz durch Haushalte und Industrie erscheint dabei als Anhang zum natürlichen Wasserkreislauf und gibt aufgrund der Darstellung aus hydrologischer Sicht (in mm bezogen auf die Fläche Österreichs) nur sehr grobe Informationen in bezug auf die anthropogenen Eingriffe in den Wasserhaushalt. Als Ergänzung dazu wurde nunmehr der Versuch unternommen, den gesellschaftlichen Wasserdurchsatz auf der Basis vorhandener und allgemein zugänglicher Datenquellen darzustellen. Eine verursacherbezogene Betrachtung für die Inputseite ist dabei noch relativ gut möglich, auf der Outputseite verbleiben einige offene Fragen.

Datenquellen

Am besten dokumentiert sind Wasserentnahmen durch die öffentliche Wasserversorgung. Für die größten Wasserversorgungsunternehmen werden vom Österreichischen Verein für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) seit Jahren umfangreiche Statistiken veröffentlicht. Für die Industrie und das Großgewerbe liegen vom Österreichischen Statistischen Zentralamt (ÖSTAT) jährliche Statistiken über den Einsatz an Roh- und Hilfsstoffen vor. Die Angaben über den Wasserdurchsatz sind untergliedert nach Eigenverbrauch von selbst gefördertem Wasser und Fremdbezug von öffentlichen Wasserwerken und von anderen Betrieben.¹² Der Kühlwasserbedarf der kalorischen Kraftwerke wurde auf Basis des durchschnittlichen Kühlwasserbedarfs pro erzeugter kWh abgeschätzt (Steurer 1992).

Der Wasserdurchsatz von Laufkraftwerken und Speicherkraftwerken wurde mittels durchschnittlicher gewichteter Fallhöhen aus den technischen Daten (Fenz 1985, Lauffer 1983) und den erzeugten Strommengen lt. Bundeslastverteiler 1991 (BMWA 1992) ermittelt. Daten über die Erfassung kommunaler Abwässer werden vom ÖSTAT erhoben und sind auch im Gewässerschutzbericht 1993 (BMLF 1993) enthalten. Der gesamte Zulauf zu den kommunalen Kläranlagen Österreichs wurde auf Basis der vorhandenen Reinigungskapazitäten lt. Wasserwirtschaftskataster 1991 (BMLF 1992) und aus den Umweltdaten von ÖSTAT und UBA (1994) hochgerechnet.

¹² Angaben der Betriebe über die Eigenförderung von Grund- und Oberflächenwasser beruhen in vielen Fällen auf Schätzungen der Unternehmen bzw. des ÖSTAT. Genauere Daten stehen nicht zur Verfügung.

Ergebnisse

Der gesamte Wasserdurchsatz des gesellschaftlichen Systems betrug 1991 rund 4,3 Mrd m³ (siehe Tabelle im Anhang).

Die (vielzitierten) 130 Liter Wasserbedarf pro Person und Tag¹³ machen weniger als 10 % des gesamte Wasserverbrauchs aus. Der gesellschaftliche Wasserdurchsatz, also die vom Wirtschafts- und Produktionssystem insgesamt durchgesetzte Wassermenge betrug 1991 rund 1500 Liter Wasser pro Person und Tag, das entspricht etwa 550 m³ pro Einwohner und Jahr.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, daß der Kühlwasserverbrauch der kalorischen Kraftwerke im Jahr 1991 aufgrund des besonders kalten Winters deutlich über dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre lag, was auf die Gesamtbilanz einen gewichtigen Einfluß hat. Unter Heranziehung des mittleren Kühlwasserbedarfs der Wärmekraftwerke ergibt sich ein mittlerer Wasserbedarf für Österreich von ca. 3,9 Mrd m³/a. Das entspricht rund 490 m³/E.a oder ca. 1350 Liter pro Einwohner und Tag.

Ein Drittel des gesamten Wasserverbrauchs (Entnahmen aus Grund- und Quellwasser und Oberflächenwasser) entfällt auf Industrie und Großgewerbe (33 %) und ein weiteres Drittel auf den Kühlwasserbedarf der Wärmekraftwerke (38 %). Der Rest entfällt im wesentlichen auf Landwirtschaft, Haushalte und Kleingewerbe sowie unproduktive Entnahmen. Der Wasserverbrauch der Landwirtschaft (6 % der Gesamtmenge) liegt abhängig von den jährlichen klimatischen Bedingungen (Niederschlag und Temperatur) in der Größenordnung des Verbrauchs der Haushalte (9 %). Der Wasserverbrauch des Kleingewerbes beträgt ungefähr die Hälfte des Haushaltsverbrauchs (4 % bezogen auf den Gesamtwasserverbrauch).

Knapp 40 % der gesamten Wasserentnahmen entstammten 1991 dem Grund- und Quellwasser (rund 1,7 Mrd m³ jährlich oder knapp 600 l/E.d), etwa 60 % entstammen dem Oberflächenwasser (rund 2,6 Mrd m³ jährlich oder 900 l/E.d). Unter Heranziehung des im Durchschnitt der letzten 10 Jahre geringeren Kühlwasserbedarfs der kalorischen Kraftwerke verschieben sich die Werte zugunsten des Grund- und Oberflächenwassers mit einem Anteil von rund 45 %.

¹³ Dieser "Hausverbrauch" ist definiert als Wasserverbrauch einer Einzelperson für persönliche Zwecke und liegt lt. ÖVGW bei 130 l pro Tag mit steigender Tendenz. Der gesamte Wasserverbrauch *aus öffentlicher Versorgung* - also einschließlich von Industrie und sonstigen Großverbrauchern - bezogen auf die Zahl der Bevölkerung, ist doppelt so groß (1991: 259 l).

Betrachtet man nur die Entnahme von Oberflächenwasser, so entfallen gut ein Drittel auf Industrie und Großgewerbe (36 %) und knapp zwei Drittel auf kalorische Kraftwerke (64 %).

Auch bei den Grund- und Quellwasserentnahmen haben Industrie und Großgewerbe den größten Anteil (31 %), gefolgt von Haushalten (22 %), Landwirtschaft (16 %) und Kleingewerbe (11 %).

Im Hinblick auf das natürliche Vorkommen an erneuerbarem Grundwasser (rund 30 Mrd m³/a) bzw. den gesamten Wasserabfluß aus Österreich (rund 84 Mrd m³/a) bedeuten diese Entnahmemengen einen Nutzungsgrad von rund 5 % der vorhandenen Ressourcen (ausführlicher dazu siehe Hüttler und Payer 1994). Dieser im Vergleich zu anderen Ländern relativ geringe Nutzungsgrad der Wasserressourcen¹⁴ darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß lokal und regional - aus unterschiedlichen Gründen, z.T. durch quantitative Übernutzung, z.T. durch qualitative Beeinträchtigung - drastische Beeinträchtigungen der Wasserreserven verursacht wurden.

Die unproduktive Entnahme aus Grund- und Quellwasser (d.s. einerseits Wasserverluste vor den Verbrauchern und andererseits Fremdwasser, das aus dem Untergrund in das Kanalsystem eindringt), beträgt bezogen auf die Einwohner mehr als 100 l/d und macht damit rund 18 % der Grund- und Quellwasserentnahmen aus.

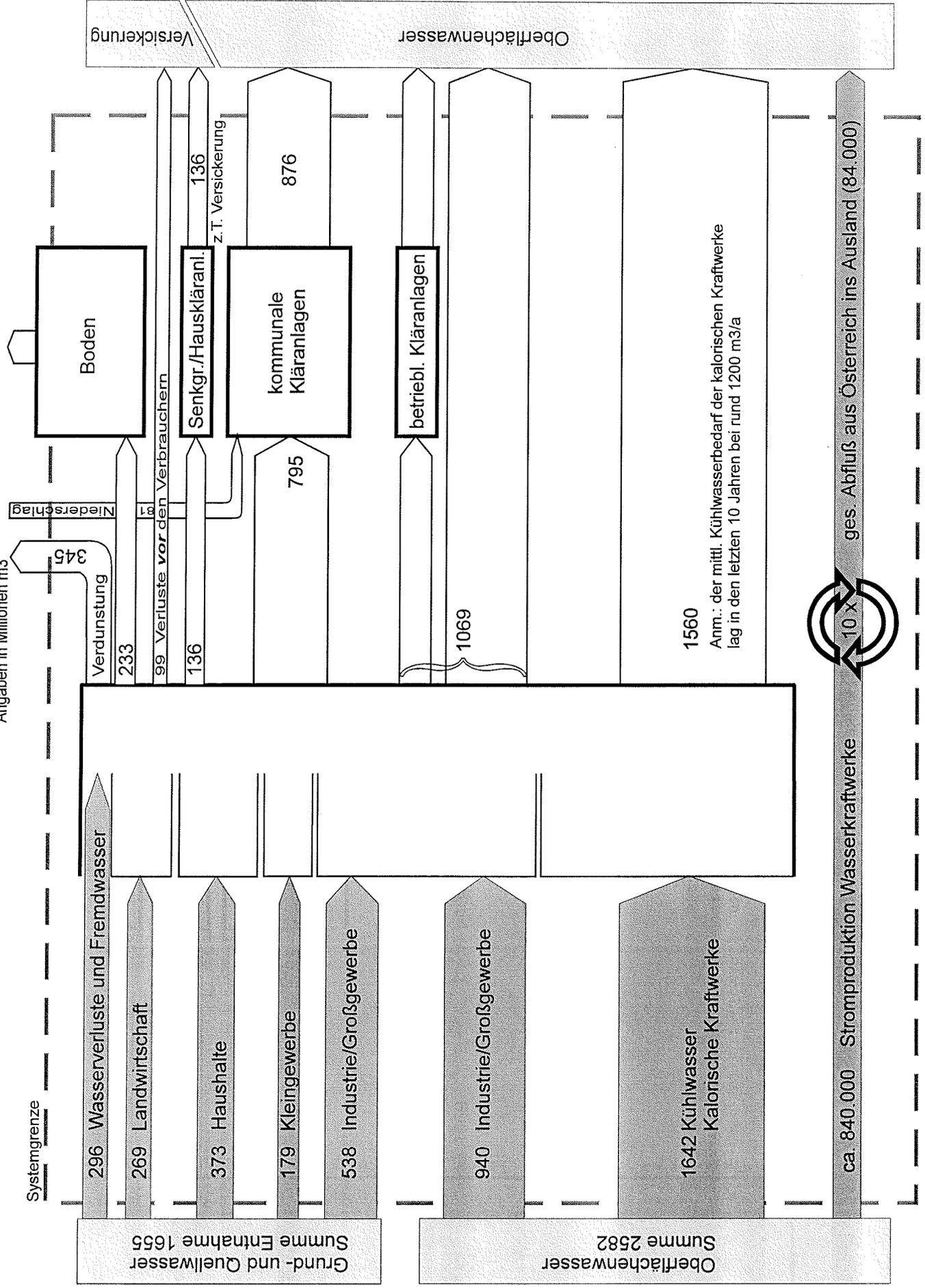
Der gesamte Wasserdurchsatz in der Stromproduktion aus Wasserkraft betrug 1991 rund 840 Mrd m³ und damit ziemlich genau das 10-fache des jährlichen Abflusses aus Österreich ins Ausland. Das bedeutet, daß theoretisch jeder Liter Wasser, der Österreich verläßt, 10 mal durch eine Turbine „abgearbeitet“ wurde. Eine kWh Strom aus Laufkraftwerken erfordert im Durchschnitt knapp 40 m³ Wasser, aus Speicherkraftwerken wegen der größeren Fallhöhen dagegen nur 0,6 m³. Bezogen auf die gesamte Stromerzeugung aus Wasserkraft ergibt sich eine durchschnittlich erforderliche Wassermenge von etwa 27 m³/kWh.

Der gesamte Zulauf zu kommunalen Kläranlagen entstammt zu rd. einem Drittel Industrie und Großgewerbe und zu 12 % dem Kleingewerbe. Nur ein Viertel der Wassermengen in der kommunalen Abwasserreinigung kommt aus den Haushalten, das ist weniger als der Anteil aus Fremd- und Regenwasser, der ein Drittel ausmacht, was jedoch als untere Grenze anzusehen ist. (vgl. Henseler et al. 1992, Katzmann 1993).

¹⁴ Die Nutzungsraten bezogen auf die gesamten erneuerbaren Wasservorräte (Niederschlag minus Verdunstung plus Oberflächenzufluß) in Industriestaaten betragen z.T. mehr als 30 % (Deutschland, Italien, Spanien). Die USA, Japan und die Niederlande nutzen ihre Wasserressourcen zu weniger als 20 % (OECD Environmental Data 1993).

Wasserbilanz Österreich 1991

Angaben in Millionen m³



7. Gesamtergebnis

7.1. Materialfluß Österreich 1990

Die nachfolgende Tabelle gibt einen zusammenfassenden Überblick über die absoluten und relativen Größen der Materialströme durch das österreichische sozio-ökonomische System.

Betrachtet man den Gesamtinput nach den drei Hauptgruppen Wasser, Luft und sonstige Materialien, so zeigt sich, daß der Wasserdurchsatz den mengenmäßig bedeutendsten Anteil am gesellschaftlichen Materialbedarf ausmacht: 87% des gesamten Materialaufkommens entfällt auf Wasser, 8% auf Luft und 5% auf sonstige Materialien.¹⁵ Tabelle 2 enthält eine weitere Aufschlüsselung der sonstigen Materialien nach fossilen Energieträgern (inkl. petrochemischer Verwendung), mineralischen Rohstoffen (inkl. Kalk, exkl. Bodenaushub) und Biomasse. Es handelt sich dabei um eine Aufschlüsselung des Materialinputs ohne Berücksichtigung der Verwendungsseite.

Tab. 1: Gesellschaftlicher Materialdurchsatz in Österreich 1990 - Gesamtergebnis

	inländische Entnahme	Import	gesamter Material- input	Anteil am Gesamtauf- kommen	Aufkommen pro Ein- wohner
	[in Mio t]	[in Mio t]	[in Mio t]	[in %]	[in t/EW]
Wasser ¹⁶	3888		3888	87%	504
Luft	330		330	8%	43
Sonstige Materialien	182	44	226	5%	29
Summe			4444		576

¹⁵ Wie bereits erwähnt, basieren die Zahlen für Wasser auf einer Wasserbilanz für das Jahr 1991 und enthalten bezüglich des Kühlwasserbedarfs der kalorischen Kraftwerke einen gemittelten Wert für die letzten 10 Jahre.

¹⁶ Die Ergebnisse für den Wasserdurchsatz basieren auf einer detaillierten Wasserbilanz für das Jahr 1991 (Hüttler, Payer 1994) und enthalten bezüglich des Kühlwasserbedarfs der kalorischen Elektrizitätserzeugung einen gemittelten Wert für die letzten 10 Jahre.

Tab. 2: Gesellschaftlicher Materialdurchsatz in Österreich 1990 -
Sonstige Materialien (exkl. Wasser und Luft)

	inländ. Entnahme			Import			Gesamtinput		
	Mio t	%	t/EW	Mio t	%	t/EW	Mio t	t/EW	
Kohle, Erdöl, Erdgas	4,4	2	0,6	20,7	48	2,4	25,1	1	3,3
Mineralische Rohstoffe, Kalk (exkl. Bodenaushub)	124	69	16,1	13,2	34	1,7	137	6	17,8
Biomasse	53	29	6,9	9,7	18	0,9	63	2	8,2
Summe, gerundet	182		23,6	43,7		5,0	226		29,2
Anteile in %	81			19			100		

Der Input an Materialien wurde 1990 zu rund 81 % im Inland entnommen, 19 % wurden importiert. Zum weitaus überwiegenden Teil wird der gesamte Materialbedarf über die Entnahme inländischer Ressourcen gedeckt. Materialimporte setzen sich vor allem aus fossilen Energieträgern, mineralischen Rohstoffen (Erzen, Halb- und Fertigwaren) und Holz zusammen. Die inländische Entnahme hingegen verteilt sich zu rund drei Viertel auf abiotische Rohstoffe, biotische Rohstoffe machen rund ein Viertel der inländischen Entnahmen aus. Bezogen auf die Gesamtinputs - d.h. Import plus inländische Entnahme ergibt sich folgendes Bild: knapp zwei Drittel des eingesetzten Materials entfallen auf abiotische Rohstoffe, mehr als ein Viertel auf biotische und 11 % auf fossile Ressourcen.

7.2. Zur Entwicklung der Materialströme 1970 - 1990

1992 wurde von der Abteilung Soziale Ökologie des IFF erstmals eine gesamtösterreichische Stoffbilanz - für das Jahr 1988 - vorgelegt (Steurer 1992). Darauf aufbauend konnten für die Jahre 1970 bis 1990 detailliertere inputseitige Jahresreihen erstellt werden (Steurer 1994). Im Zuge der daran anschließenden Analysen des gesellschaftlichen Materialdurchsatzes für das Jahr 1990 ergaben sich allerdings aus verschiedenen Gründen Abweichungen zu den früheren Arbeiten des IFF.

Die Teilanalysen der Materialströme für die Bereiche Wasser und feste Stoffe konnten im Vergleich zu den Arbeiten von Steurer (1992 und 1994) auf Basis detaillierterer Erhebungen und zum Teil aktuellerem Datenmaterial erstellt werden. Dadurch ergeben sich hinsichtlich der erfaßten Zeiträume für die folgenden Teilbilanzen geringfügige Abweichungen gegenüber den vorliegenden Zeitreihen von Steurer (1994). Hinter diesen Differenzen der beiden empirischen Arbeiten stehen jedoch einige metho-

dische Grundsatzentscheidungen, die diese unterschiedlichen Ergebnisse bedingen. Steurer (1994) orientierte seine Datenrecherche an jährlich verfügbaren Datenquellen, die in ihrer Güte nicht allzustark variieren und stützte sich dabei hauptsächlich auf die Jahrerhebungen des ÖSTAT. Detailuntersuchungen wurden von Steurer bewußt aus der jährlichen Rechnung ausgespart. Im Hinblick auf langfristige Aussagen über das Materialaufkommen einer Volkswirtschaft als Indikator für die Nachhaltigkeit der Wirtschaftsweise sollten Kriterien wie Politikrelevanz und Aufwand der Bilanzerstellung einen zentralen Stellenwert einnehmen.

Was für die Darstellung der zeitlichen Entwicklung des Materialverbrauches Sinn macht, gilt nicht in gleichem Maße für eine Querschnittsdarstellung des Materialverbrauches. Die Querschnittsanalyse sollte in methodischer Hinsicht sehr wohl Detailergebnisse in die Datenerhebung miteinbeziehen, auch wenn zu erwarten ist, daß diese Daten nicht jährlich zur Verfügung stehen werden. Dies erscheint in zweifacher Weise sinnvoll: Erstens dokumentiert diese detailliertere Vorgangsweise eher die tatsächliche Größenordnung des gesellschaftlichen Metabolismus (und nicht nur den von der amtlichen Statistik erfaßten) und stellt damit eine wichtige Hintergrundinformation zur Längsschnittanalyse dar. Zweitens gibt diese Vorgangsweise wichtige Hinweise darauf, welche Materialströme in der amtlichen Statistik nicht genügend oder gar nicht erfaßt werden.

Das Aufzeigen der „Schwachstellen“ der amtlichen Statistik ist eine wichtige Grundlage für die Entscheidung, welche Materialströme in Zukunft von der amtlichen Statistik erfaßt werden müssen, wenn eine hochaggregierte MFA als Hilfsmittel für umweltpolitische Entscheidungsprozesse zur Verfügung stehen soll.

Im folgenden werden die Abweichungen der beiden Materialbilanzen (Steurer 1994, Hüttler, Payer, Schandl 1994), welche auf die besprochenen methodischen Unterschiede zurückzuführen sind, im Detail diskutiert (siehe Tabelle 3).

Die Wasserentnahmen der Zeitreihen von Steurer enthalten die Mengen für Haushalte, Gewerbe und Industrie sowie das Kühlwasser für die kalorischen Kraftwerke. Im Zuge einer detaillierten Analyse des Wasserdurchsatzes durch das sozio-ökonomische System (Hüttler, Payer 1994) wurde auch der Bereich Landwirtschaft miteinbezogen sowie jene Wassermengen abgeschätzt, die als „unproduktive Entnahmen“ aus dem Untergrund in die Kanäle eindringen bzw. als Regenwasser den Kläranlagen zugeführt werden. In Summe ergibt das eine zusätzlich der Natur entnommene Wassermenge von jährlich rund 550 Mio m³. Bei den Kühlwassermengen für kalorische Kraftwerke besteht eine starke Abhängigkeit von den jährlichen klimatischen Bedin-

gungen.¹⁷ Daher wurde in der vorliegenden Gesamtbilanz ein niedrigerer Wert auf Basis des gemittelten Kühlwasserbedarfs der letzten 10 Jahre angesetzt. Somit ergibt sich trotz des erweiterten Bilanzraums eine ähnliche Größenordnung wie in Steurer 1994, jedoch eine beachtliche Abweichung zu der Stoffbilanz 1988 mit in diesem Jahr extrem niedrigem Kühlwassereinsatz.

Tab. 3: Inländische Materialentnahme 1990 - Vergleich der Ergebnisse Steurer (1994) und Hüttler, Payer, Schandl (1994)

	Steurer (1994)	Hüttler/Payer/ Schandl(1994)	Differenz
SUMME WASSER [in Mio m ³]	3721	3888 ¹⁸	167
SUMME LUFT [in Mio m ³]	327	330	3
Biomasse (exkl. Holz)	42,3	36,7	-5,6
Holz	19,1	16,7	-2,4
Energieträger inkl. Öl, Gas	4,6	4,4	-0,2
Erze	2,9	2,9	0,0
Tone	3,9	4,1	0,1
Quarz,-Quarzsand	1,1	6,4	5,3
Magnesit	1,2	1,2	0,0
Dolomit	2,0	5,9	3,9
Basaltische Gesteine		4,1	4,1
Kalkstein und Marmor	5,7	19,3	13,6
Mergel		2,6	2,6
Sonstige	1,1	0,9	-0,2
Salz	0,4	0,4	0,0
Natursteine f. Brecherprodukte		21,3	21,3
Sand, Kies mind.	61,5	55,0	-6,5
SUMME SONST. MATERIAL [in Mio t]	145,7	181,9	36,2

Vergleiche mit der den Stoffbilanzen des IFF (1992, 1994) im Hinblick auf die landwirtschaftliche Produktion sind nur eingeschränkt möglich, da im Rahmen des lau-

¹⁷ Zwischen 1981 und 1991 wurden von den kalorischen Kraftwerken jährliche Kühlwassermengen zwischen 988 (1988) und 1642 (1991) Mio m³ eingesetzt.

¹⁸ Der Wert für die Wasserentnahme ist der Wasserbilanz 1991 entnommen und stützt sich, wie bereits berichtet, auf einen gemittelten Kühlwasserbedarf der kalorischen Kraftwerke für die letzten 10 Jahre.

fenden Projekts bisher die Biomasse in „Frischgewichten“ - d.h. inkl. dem jeweiligen Wassergehalt - erfaßt wurde. Im Gegensatz dazu erfolgte für die Berechnung des materiellen Gesamtdurchsatzes für das Jahr 1988 eine Standardisierung der landwirtschaftlichen Produktion auf 15 % Wassergehalt.

Die Differenz bei der Holzernte (Steurer: 19,1 Mio t vs. Hüttler, Payer, Schandl: 16,7 Mio t) ergibt sich durch Verwendung unterschiedlicher Umrechnungsschlüssel von Festmeter auf Tonnen. Steurer verwendet ohne Angaben von Quellen einen Umrechnungsschlüssel von 0,86 t/fm. Hüttler, Payer, Schandl verwenden den Umrechnungsschlüssel von 0,75 t/fm aus Winkler-Rieder (1993, 30).

Die Differenz bei der agrarischen Primärentnahme (Steurer: 42,3 Mio t vs. Payer, Hüttler, Schandl: 36,7 Mio t) ist auf unterschiedliche Datenquellen bzgl. der Erfassung von Ernterückständen und Futtermittel zurückzuführen. Hüttler, Payer, Schandl beziehen sich hier im wesentlichen auf zwei Schätzungen des Abfallaufkommens in der Landwirtschaft (BMUJF 1993 und Wytrzens, Zehetner 1990).

Mengenmäßig bedeutendere Differenzen zu Steurer (1994) ergeben sich im Bereich der abiotischen Rohstoffe und hier wiederum hinsichtlich der mineralischen Massenrohstoffe (Sand, Kies, Schotter¹⁹, Natursteine und Brecherprodukte). Die statistische Erfassung dieser Massenströme ist aus mehreren Gründen sehr lückenhaft:

Die Roh- und Hilfsstoffstatistik gibt keine Auskunft über Rohstoffentnahmen aus der Natur, die innerhalb des jeweiligen Unternehmens erfolgen (Entnahme qua Eigentumsrecht).

Darüberhinaus erfolgt ein beträchtlicher Anteil von Rohstoffentnahmen im Bereich des Kleingewerbes, das von der Produktionsstatistik nicht erfaßt wird.

Die Zuordnung von Unternehmen zu bestimmten Wirtschaftsbereichen erfolgt nach der überwiegenden Tätigkeit des jeweiligen Betriebs. Das führt dazu, daß z.B. Rohstoffentnahmen von Fuhrgewerbeunternehmen, die nur nebenbei auch den Abbau von Sand und Kies betreiben, von der Statistik nicht erfaßt werden.

Dem gegenüber stehen gravierende Untererfassungen auch auf der Verbrauchsseite (Erfassung des Roh- und Hilfsstoffeinsatzes im Bauwesen) sodaß ein verwendungsseitiger Abgleich der eingesetzten Massenrohstoffe nur bedingt möglich ist.

¹⁹ Bei Schotter handelt es sich um gebrochenes Korn (> 32 mm), daher sind diese Mengen den Brecherprodukten zuzuordnen (ebenso wie Brechsand und Splitt). Im Gegensatz stellen Sand und Kies ungebrochenes Rundkorn dar.

Aufgrund der Berggesetznovelle 1990 ergeben sich Differenzen in der statistischen Erfassung hinsichtlich folgender Rohstoffe:

- Quarz- und Quarzsand (soweit sie sich zur Herstellung von Glas oder feuerfesten Erzeugnissen oder als Einsatzstoff für die Herstellung von Zementen eignen)
- Dolomit (soweit er sich zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen eignet)
- Basaltische Gesteine (soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder von Gesteinswolle eignen)
- Kalkstein (soweit er sich zur Herstellung von Branntkalk oder als Einsatzstoff bei der Zementherstellung oder als Zuschlagstoff bei metallurgischen Prozessen eignet)

Auch im Bereich der Tone sind lt. Montanhandbuch erhebliche Änderungen bei den erfaßten Mengen zu verzeichnen.²⁰ Allerdings konnten die bis zur Novelle des Berggesetzes bestehenden Erfassungsdefizite schon von Steuerer sehr genau abgeschätzt werden (und zwar über eine Hochrechnung aus der Ziegel- und Zementproduktion), sodaß bei den Tonen keine nennenswerten Differenzen vorliegen.

Die größten Unsicherheiten bei der Erfassung der inländischen Rohstoffentnahmen bestehen im Bereich der Kiessande und der Natursteine für Brecherprodukte. Im Rahmen des Projekts „Bundesweite Übersicht zum Forschungsstand der Massenrohstoffe Kies, Kiessand, Brecherprodukte und Bruchsteine für das Bauwesen“ wurden von der Geologischen Bundesanstalt sehr detaillierte Untersuchungen bezüglich Vorkommen, Abbau, Produkton und Verwendung durchgeführt (Heinrich 1995). Als durchschnittliche Jahresförderung für Kiessande (Kies, Sand, Gesteinsschutt) und Natursteine (Brecherprodukte, Bruchsteine, Kalk- und Zementrohstoffe) wurden folgende Werte ermittelt:²¹

²⁰ Erfasst werden lt. Montanhandbuch 1993 (Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten 1994) nunmehr Tone, soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten oder säurefesten Erzeugnissen, von Zementen, Ziegeleierzeugnissen oder von anderen keramischen Erzeugnissen eignen.

²¹ Die zugrundeliegenden Daten wurden für die einzelnen Bundesländer für unterschiedliche Jahre Anfang der 90er ermittelt und können für 1992 als repräsentativ gelten.

Tab. 4: Förderung von Sand, Kies und Natursteinen in Österreich
(Heinrich 1995)

	erhobene Förderung	geschätzte Förderung ²²
Kiessande	60,5 Mio t	75 Mio t
Natursteine	38,6 Mio t	44 Mio t
Gesamt	99, 1 Mio t	119 Mio t

Die Zahlen für die erhobene Förderung lt. Heinrich (1995) wurden um etwaige Überschneidungen mit den Daten im Montan-Handbuch bereinigt und den Materialflußdarstellungen im 1. Zwischenbericht (NUP-Beitrag) zugrundegelegt.

Aus dem Vergleich der Produktionsstatistik des ÖSTAT mit der von Heinrich (1995) erhobenen Förderung von mineralischen Massenrohstoffen ergibt sich eine Untererfassung durch die "offizielle" Statistik im Ausmaß von rund 50 % der gesamten Entnahmen von Sand, Kies und Natursteinen. Nach Hochrechnung der Förderung des Kleingewerbes auf Basis der Wertschöpfungsanteile reduziert sich dieser nicht erfaßte Anteil auf rund ein Viertel.

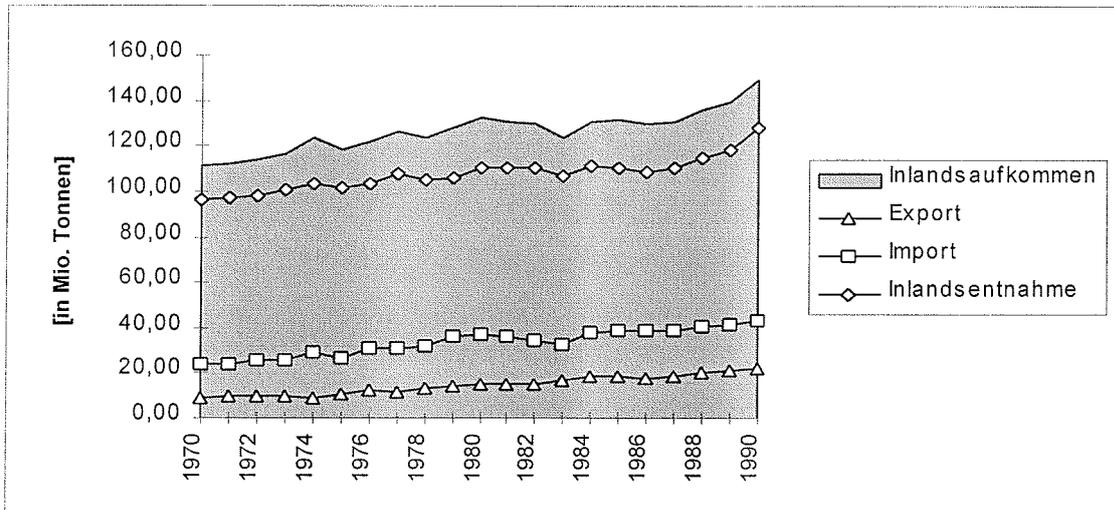
Materialinput Österreich: Zeitreihe 1970-1990

Betrachtet man den materiellen Input Österreichs im Zeitraum 1970-1990 (nach den Ergebnissen aus Steuerer 1994), so zeigt sich, daß die österreichische Volkswirtschaft im Zeittrend zunehmend mehr Material durchsetzt, der absolute Verbrauch an Wasser, Luft und festen Materialien steigt an. Wie bereits im Rahmen der Querschnittsdarstellung gezeigt wurde, bildet die Erfassung des eingesetzten Wassers und der eingesetzten Luft bereits 95% des Gesamtinputs ab (siehe Tab. 1, S. 22). Auch in der Analyse der zeitlichen Entwicklung des Materialinputs zeigt sich ein identes Bild. Nur 5% der jährlich eingesetzten Mengen entfallen auf jene Materialien, die das gesellschaftliche Erscheinungsbild in Form von Gebäuden, Straßen, Infrastruktur, Gütern und schließlich Abfällen prägen.

²² Im Gegensatz zur erhobenen Förderung, die die Daten von insgesamt 2147 Gewinnungsstellen beinhaltet, bezieht sich die geschätzte Förderung auf eine geschätzte tatsächliche Anzahl von rund 2500 Gewinnungsstellen. Die Differenz ergibt sich, "da insbesondere die Bedarfsabbau, die Entnahmen im Zuge von Großbauvorhaben und die Baggerungen der Kraftwerksgesellschaften nicht vollständig erfaßbar sind" (Heinrich 1995, S. 13).

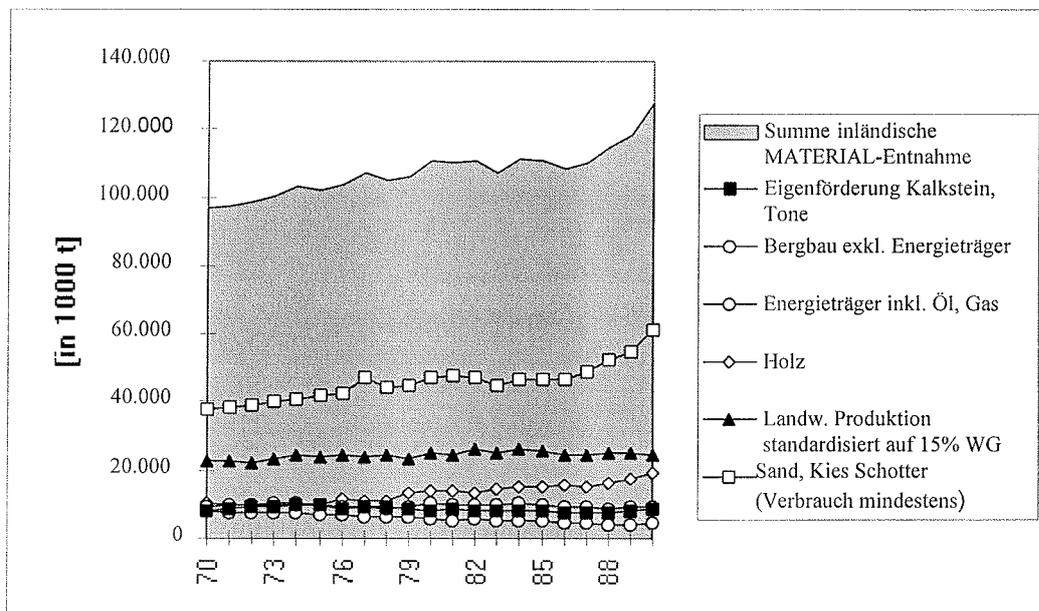
Diese Materialien (fossile organische Biomasse), Biomasse und mineralische Rohstoffe) sind von zentraler strategischer Bedeutung: Sie verursachen Knappheitsprobleme auf der Inputseite und erzeugen zusätzlich, in Form von Abfällen und Emissionen, Probleme auf der Outputseite.

Abb. 2: Inländisches Aufkommen an sonstigen Materialien (fossile organische Biomasse, Biomasse und mineralische Rohstoffe) in Österreich 1970-1990



Quelle: Steurer (1994) und ÖSTAT Außenhandelsstatistik

Abb. 3: Inländische Entnahme sonstiger Materialien nach Materialgruppen [in 1000 t]



Quelle: Steurer (1994)

Der Input an festen Materialien wurde im Zeitraum 1970-1990 zu ca. drei Viertel im Inland entnommen, rund ein Viertel der Materialien wird importiert. Bei den importierten Materialien handelt es sich zum überwiegenden Teil um fossile Brennstoffe. Das Gesamtaufkommen an Materialien (inländische Entnahme und Import minus Export) wuchs in den Jahren 1970-1990 um 42,6%, wobei der Anteil der Importe im beobachteten Zeitraum höhere Wachstumsraten als die inländische Entnahme aufweist.

Die detaillierte Analyse der einzelnen Rohstoffinputs (incl. Entnahme) zeigt beachtliche Zuwächse bei Sand, Kies und Schotter sowie bei den Holzentnahmen aus der Natur während die übrigen Rohstoffe stagnieren (landwirtschaftliche Produktion, Bergbau exkl. Energieträger, Kalkstein und Tone) bzw. abnehmen (incl. Förderung von Energieträgern). Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß rund ein Drittel des Holzaufkommens für Bauzwecke eingesetzt wird, kann die Zunahme der jährlichen Materialströme im wesentlichen dem Bausektor zugeordnet werden.

8. Tabellenanhang

Teilbilanz I: Kohle, Erdöl, Erdgas (Fossile organische Biomasse) 1990

<i>Import</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
		Erdöl roh	6,8
		Erdölprodukte	5,1
		Kohlen	4,8
		Gase	4,0
<i>Summe</i>			20,7

<i>Bergbau, Erdöl- und Erdgasförderung</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
produktive Entnahme	4,4	Erdöl roh	1,1
		Kohlen	2,4
		Gase	0,9
<i>Summe</i>	4,4		4,4

<i>Raffinerie</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Erdöl roh	7,9	Erdölprodukte	7,3
Erdölprodukte	0,9	Gase	0,4
		Wasserstoff in Abluft	1,1
		Kohlenstoff in Abluft	
<i>Summe</i>	8,8		8,8

<i>Kokerei</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Kohlen	2,3	Koks	1,9
		Gase	0,4
		Wasserstoff in Abluft	0,1
		Kohlenstoff in Abluft	0,0
<i>Summe</i>	2,3		2,3

<i>Hochofen</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Kohlen	0,6	Gase	0,5
		Abfälle	0,1
		S, Staub	
<i>Summe</i>	<i>0,6</i>		<i>0,6</i>

<i>Elektrizitäts- und Wärmeversorgung</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Kohlen	3,5	Wasserstoff in Abluft	0,7
Erdölprodukte	0,7	Kohlenstoff in Abluft	4,3
Gase	1,8	Abfälle	0,9
		Schwefel und Staub	0,1
<i>Summe</i>	<i>6,0</i>		<i>6,0</i>

<i>Endverbrauch</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Erdölprodukte	10,8	Wasserstoff in Abluft	2,0
Kohlen	2,7	Kohlenstoff in Abluft	12,9
Gase	4,4	Abfälle	0,4
		Schwefel und Staub	0,1
		Export (Rohstoffe u. Produkte)	2,3
		Lagerdifferenz	0,2
<i>Summe</i>	<i>17,9</i>		<i>17,9</i>

<i>Export</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Mineralische Brennstoffe, Mineralöle, Wachse	0,5		
Organ. chem. Erzeugnisse	0,4		
Kunststoffe und Kunststoffprodukte	1,4		
<i>Summe</i>	<i>2,3</i>		

Teilbilanz II: Mineralische Materialien 1990

<i>Inländische Primärentnahme</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
unproduktive Entnahme	n.b.	Abraum	n.b.
Bodenaushub	15,0	Bodenaushub	15,0
produktive Entnahme	124,1	Erze	2,9
		Tone	4,1
		Quarz, Quarzsand	6,4
		Magnesit	1,2
		Dolomit	5,9
		Basaltische Gesteine	4,1
		Kalkstein und Marmor	19,3
		Mergel	2,6
		Sonstige	0,9
		Steinsalz	0,4
		Natursteine (sonst.) mind.	21,3
		Sand, Kies (sonst.) mind.	55,0
<i>Summe</i>	<i>124,1</i>		<i>124,1</i>

<i>Import</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
		Rohstoffe, Produkte	13,2
<i>Summe</i>			<i>13,2</i>

<i>Verarbeitung</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Import (Rohstoffe u. Produkte)	13,2	Infrastruktur, inkl. stat. Diff.	103,8
Erze	2,9	Produkte, inkl. Baumaterial	20,0
Tone	4,1	Export (Rohstoffe u. Produkte)	9,9
Quarz, Quarzsand	6,4	Mineral. Dünger, Auftaumittel	1,2
Magnesit	1,2	Abfälle	6,1
Dolomit	5,9	Emissionen	0,01
Basaltische Gesteine	4,1		
Kalkstein und Marmor	19,3		
Mergel	2,6		
Sonstige	0,9		
Steinsalz	0,4		
Brecherprodukte mind.	21,3		
Sand, Kies mind.	55,0		
Recycling Glas	0,15		
Recycl. Baurestmassen	2,5		
Schrott	1,0		
<i>Summe</i>	<i>141,0</i>		<i>141,0</i>

<i>Endnachfrage Haushalte</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Produkte, Bauinfrastruktur	20,0	Bestand	19,4
		Recycling Glas	0,15
		Abfälle	0,5
<i>Summe</i>	<i>20,0</i>		<i>20,0</i>

<i>Bestand</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Investgüter, öff. Infrastruktur	103,8	Baurestmassen	7,9
		davon Recycling	2,5
		davon Abfall	5,4
Wohnbau, priv. Infrastruktur	19,4	Eisenschrott	1,0
<i>Summe</i>	<i>123,2</i>		<i>8,9</i>
		<i>Bestandszuwachs</i>	<i>114,3</i>

<i>Export</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Rohstoffe, Produkte	9,9		
<i>Summe</i>	9,9	<i>Summe</i>	9,9

Teilbilanz III: Biomasse 1990

<i>Import</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
		Holz	6,3
		lebende Tiere, Produkte	3,4
<i>Summe</i>			9,7

<i>Inländische Primärenergieentnahme</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
		Holzeinschlag	16,7
		Ernte Pflanzenproduktion	36,7
		Wild, Fische	0,01
<i>Summe</i>			53,4

<i>Forstliche, pflanzliche und tierische Produktion</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Holzeinschlag	16,7	Holzprodukte	16,1
Ernte	36,7	Pflanzliche Erzeugnisse	8,4
Wild, Fische	0,01	Ernterückstände	9,8
Futtermittel aus ind. Verarb.	1,7	Fleisch, Milch, Eier	4,7
Wasserentnahme	257,0	Wirtschaftsdünger	27,6
Lebende Tiere, Produkte	0,6	Eigenverbrauch inkl. Direktvermarktung	1,0
		Abwasser	240,0
		Abfälle, Emissionen	4,5
		Lagerdifferenz (Holz)	0,6
<i>Summe</i>	312,7		312,7

<i>2. Verarbeitungsstufe</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Holzprodukte	15,4	Holzprodukte	12,7
Holz, wiederverwertete	0,8	Sonstige Produkte	14,0
Altpapier	0,6	Organ. Dünger	1,0
Fleisch, Milch, Eier	4,7	Altpapier	0,4
Pflanzliche Erzeugnisse	8,4	Abfälle, Emissionen	4,6
sonstige Produkte	2,8		
<i>Summe</i>	<i>32,7</i>		<i>32,7</i>

<i>Endverbranch</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Produkte	24,4	Abfälle, Emissionen	24,4
<i>Summe</i>	<i>24,4</i>		<i>24,4</i>

<i>Bestand</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Produkte	1,2	Abfälle, Emissionen	0,7
		Bestandsveränderung	0,5
<i>Summe</i>	<i>1,2</i>		<i>1,2</i>

<i>Export</i>			
INPUT	[Mio t]	OUTPUT	[Mio t]
Holz und Holzwaren	4,8		
Nahrungs- und Genußmittel	2,1		
Futtermittel	0,1		
sonstige Produkte	3,1		
<i>Summe</i>	<i>10,1</i>		

Teilbilanz IV: Wasserinput in das sozio-ökonomische System Österreichs 1991²³

Wasserinput 1991	gesamt			Grund- und Quellwasser		Oberflächenwasser		sonstige	
	Mio m ³	m ³ /E.a	l/E.d	Mio m ³	l/E.d	Mio m ³	l/E.d	Mio m ³	l/E.d
Landwirtschaft	269	34	94	269	94				
Haushalte	373	47	130	369	129	4	1,4		
Kleingewerbe	179	23	62	177	62	2	0,7		
Industrie/Großg	1.444	184	503	510	178	934	326		
Kühlwasser	1.642	209	572			1.642	572		
Verluste	99	13	35	99	35				
Eigenverbr. WVU ²⁴	20	3	7	20	7				
sonstige	14	2	5	14	5				
Fremdwasser	197	25	69	197	69				
Regenwasser	81	10	28					81	28
LW Futter	12	2	4					12	4
Summe 1991	4.330	551	1.509	1.655	577	2.582	900	93	32
Kühlwasser im lang-jährigen Durchschnitt	1.200	153	418						
Summe 1991 (mit Kühlwasser im lang-jährigen Durchschnitt)	3.888	495	1.355						
Triebwasser (Wasserkraft)	840.000	106.870	292.795			840.000	292.795		

²³ Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, daß der Kühlwasserverbrauch der kalorischen Kraftwerke im Jahr 1991 aufgrund eines besonders kalten Winters deutlich über dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre (rund 1200 Mio m³/a) lag, was auf die Gesamtbilanz einen gewichtigen Einfluß hat. Unter Heranziehung des *mittleren* Kühlwasserbedarfs der Wärmekraftwerke ergibt sich ein mittlerer Wasserbedarf für Österreich von rund 3900 Mio m³/a oder 500 m³/E,a bzw. 1350 l/E,d.

²⁴ Wasserversorgungsunternehmen

9. Zitierte Literatur und Quellenangaben

Alder, R. (1993): Energieaufkommen und -verwendung in der österreichischen Volkswirtschaft im Jahr 1990. Endgültige Energiebilanz 1990, in: Statistische Nachrichten 10/1993.

Ayres, R.U. (1994): Industrial metabolism: Theory and policy, in: Ayres R.U., Simonis U.E. (Ed. 1994): Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development. Tokyo, New York, Paris.

Ayres, R.U., Ayres, L.W. (1994): Consumptive uses and losses of toxic heavy metals in the United States, 1880-1990, in: Ayres R.U., Simonis U.E. (Ed. 1994): Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development. Tokyo, New York, Paris.

Ayres, R.U., Simonis, U.E. (Ed. 1994): Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development. Tokyo, New York, Paris.

Baccini, P., Daxbeck, H., Glenck, E. und Henseler, G. (1993): Metapolis. Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. Bericht 34A des Nationalen Forschungsprogramms des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Zürich.

Bringezu, St. (1993): Where does the cradle really stand? Fresenius Environmental Bulletin 2:419-424, 8/1993.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (BMLF 1992a): Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1991 (33. Grüner Bericht).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (BMLF 1992b): Kommunale Kläranlagen in Österreich. Stand 1991.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (BMLF 1993): Gewässerschutzbericht 1993.

Bundesministerium für Umwelt (1995): Nationaler Umwelt Plan Österreich. Wien.

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF 1992): Bundesabfallwirtschaftsplan. Materialien Band 1.

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF 1994): Abfallwirtschaftliche Aspekte in der Landwirtschaft in Zusammenhang mit dem Bundesabfallwirtschaftsplan. Wien

Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten - Bundeslastverteiler (BMwA 1992): Betriebsstatistik 1991. Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie in Österreich.

Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (Hg. 1994): Energiebericht der 1993 der österreichischen Bundesregierung. Zur Situation der österreichischen Energieversorgung und Energiekonzept 1993. Wien.

Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten - Oberste Bergbehörde (Hg. 1991 -): Österreichisches Montan-Handbuch.

Dyck, S., Peschke, G. (1989): Grundlagen der Hydrologie. Berlin. VEB.

Fachverband der Holzverarbeitenden Industrie Österreichs, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (o.J.): Das Abfallwirtschaftliche Branchenkonzept Holz. Wien.

-
- Fachverband der Nahrungs- und Genußmittelindustrie (o.J.): Jahresbericht 1990. Wien
- Fenz, R. (1985): Die Laufwasserkraft in Österreich. Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft ÖZE 5/1985, S.178.
- Fischer-Kowalski M., Haberl, H. (1993): Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature, in: Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 32. Wien.
- Fischer-Kowalski M., Haberl H., Payer H. (1994): A plethora of paradigms: Outlining an information system on physical exchanges between the economy and nature, in: Ayres R.U., Simonis U.E. (Ed. 1994): Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development. Tokyo, New York, Paris.
- Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H., Steurer, A., Zangerl-Weisz, H. (1991): Verursacherbezogene Umweltindikatoren - Kurzfassung. IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 10.
- Fischer-Kowalski, M. (1994): Ökologie und Sozialpolitik. In: Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 36. Wien.
- Galler, J. (1994): Güllegrubenbau - worauf ist zu achten? Blick ins Land 5/94, S. 26.
- Gerhold, S. (1992): Stoffstromrechnung: Holzbilanz 1955 bis 1991, in: Statistische Nachrichten 8/1992.
- Goldbrunner, J. (1993): Tiefengrundwässer in Österreich. In: Wasserreserven in Österreich. Schutz und Nutzung in Gegenwart und Zukunft. Wiener Mitteilungen Bd. 111 - 1993, S. 157.
- Guggenberger, T. (1994): Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft. Pers. Mitteilung.
- Haberl, H. (1991): Gezielte Eingriffe in Lebensprozesse. Vorschlag für verursacherbezogene Umweltindikatoren. IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 11.
- Haberl, H. (1992). Grobschätzung des technischen Biogaspotentials aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung in Österreich. Diskussionspapier des Österreichischen Ökologie-Instituts. Wien.
- Haberl, H. (1993): Theoretische Überlegungen zur ökologischen Bedeutung der menschlichen Aneignung von Nettoprimärproduktion. Wien.
- Haberl, H. (1994): Methodik für die regional differenzierte Ermittlung der Nettoprimärproduktion sowie der menschlichen NPP-Aneignung in Österreich. Unveröffentlichte Diskussionsgrundlage.
- Haberl, H. (1995): Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluß von Ökosystemen: Menschliche Aneignung von Nettoprimärproduktion in den Bezirken Österreichs. Dissertation an der Universität Wien, Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät. IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 43.
- Harreiter, H. (o.J.): Wassermengenwirtschaft und Hydrologie. In: Errichtungsgesellschaft Marchfeldkanal (Hrsg.): Flutung des Marchfeldkanal-Systems. S. 119.
- Harreiter, H., Neudorfer, W. (1989): Regionale Wasserbilanz für das Marchfeld 1974-1988. Österreichische Wasserwirtschaft 11/12 1989, S. 297.
- Heinrich, M. (1995): Bundesweite Übersicht zum Forschungsstand der Massenrohstoffe Kies, Kiesel, Brecherprodukte und Bruchsteine für das Bauwesen hinsichtlich der Vorkommen, der Abbaubetriebe und der Produktion sowie des Verbrauches. Berichte der Geologischen Bundesanstalt, Heft 31.

Henseler, G., Scheidegger, R., Brunner, P.H. (1992): Die Bestimmung von Stoffflüssen im Wasserhaushalt einer Region. In: Vom Wasser 78. Band, 1992, S. 91.

Hohenecker, J. (1980): Ernährungswirtschaftsplanung für Krisenzeiten in Österreich. Vierter Teilbericht: Futtermittelbilanzen für Österreich - Schema und Berechnungen für die Wirtschaftsjahre 1972/73 bis 1976/77. Wien.

Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H. (1994): Wirtschaftswachstum und Stoffwechsel - Vorstudie für den Aufbau einer Materialbilanz Österreich. Erster Zwischenbericht für den Nationalen Umweltplan (NUP). Wien.

Hüttler, W., Payer, H. (1994): Wasser und Wirtschaftswachstum. Untersuchung von Abhängigkeiten und Entkoppelungen, Erstellung einer Wasserbilanz Österreich, Kriterien für die nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen, in: Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 38. Wien.

Institut für Sozial-Ökologische Forschung (1993): Sustainable Netherlands. Aktionsplan für eine nachhaltige Entwicklung der Niederlande. Frankfurt.

Jänicke, M. (1995): Ökologisch tragfähige Entwicklung: Kriterien und Steuerungsansätze ökologischer Ressourcenpolitik, in: Hamm B. (1995): Globales Überleben. Sozialwissenschaftliche Beiträge zur global nachhaltigen Entwicklung. Beiträge eines Seminars im Rahmen der 54. Hauptversammlung der Deutschen UNESCO-Kommission, Bonn, 28. bis 29. Juni 1994. Trier.

Jilek, W., Schechtner, O., Zelle, K. (1993): Energie und Emissionsbericht 1991 für die Bundesländer und Österreich, hg.v. Landesenergieverein Steiermark und Arbeitsgemeinschaft für Dokumentations-, Informations- und Planungssysteme (ADIP-GRAZ). Graz.

Katzmann, W. (1993): Feuchtgebiete sollen feucht sein. Über die subventionierte Austrocknung von Landstrichen. Umwelterziehung 3/1993, S. 15.

Kettl, St. (1993): Überlegungen zu einer zeitgemäßen Organisationsform der Wasserversorgung im Salzburger Flachgau. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur. Wien.

Kresser, W. (1965): Österreichs Wasserbilanz. Österreichische Wasserwirtschaft 9/10 1965, S. 213.

Kosz, M. (Hg. 1994): Action Plan „Sustainable Austria“. Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung in Österreich. Eine Untersuchung im Auftrag von Friends of the Earth

Kresser, W. (1994): Wasserhaushalt Österreichs 1961-1990. Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich Nr. 72 (1994).

Kroiß, H. (1993): Gewässerschutz und Zellstoffproduktion in Österreich. Österreichische Wasserwirtschaft 3/4 1993, S. 65.

Kuhn, M., Radermacher, W., Stahmer, C. (1994): Umweltökonomische Trends 1960 bis 1990, in: Wirtschaft und Statistik 8/1994, S.658-677

Lauffer, H. (1983): Die Jahresspeicherwerke Österreichs. Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft ÖZE 5/1983, S.127.

Murawski, H. (1983): Geologisches Wörterbuch. dtv-Enke.

Nagl, H. (1992): Verseuchter Überfluß. Umwelterziehung 2/1992, S. 5.

Nagl, H. (1993): Die Wasserreserven Österreichs. Naturraumpotential und Nutzungspotential-Eine kritische Betrachtung. Geographischer Jahresbericht aus Österreich. Band L (1991).

OECD (1993): OECD Environmental Data. Compendium 1993. Paris.

Österreichische Akademie der Wissenschaften - Kommission für die Reinhaltung der Luft (ÖAW 1992): Bestandsaufnahme Anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Wien.

Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW 1993): Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs 1991.

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO 1993): EG-Binnenmarkt als Herausforderung für Österreichs Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft. Wien.

Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT 1991): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1990. Wien.

Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT 1992): Allgemeine Viehzählung vom 3. Dezember 1991. Wien.

Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT 1992a): Industrie- und Gewerbestatistik 1991 1. Teil.

Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT 1992b): Gewerbestatistik 1991 2. Teil A.

Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT 1992c): Industriestatistik 1991 2. Teil.

Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT 1993): Umweltdaten Schnellbericht 1993.

Rohrböck, G. J. (1992): Ernährungsbilanz 1990/91, in: Statistische Nachrichten 2/1992, S. 136.

Rützler, H. (1994): Mahlzeiten, Lebensmittel, Nährstoffe. Ergebnisse einer repräsentativen Verzehrerhebung, in: Institut für Kulturstudien (IKUS 1994): Ernährungsweisen und Eß- und Trinkkulturen in Österreich. Endbericht des multidisziplinären Forschungsprojektes "Ernährungskultur in Österreich" im Auftrag von Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz. Wien.

Schmidt, G., Schröer, U. (1991): Standortbestimmung der österreichischen Stahlindustrie und Zukunftsausblick. In: BHM, 9/1991, S. 313.

Institut für Kulturstudien (IKUS 1994): Ernährungsweisen und Eß- und Trinkkulturen in Österreich. Endbericht des multidisziplinären Forschungsprojektes "Ernährungskultur in Österreich" im Auftrag von Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz. Wien.

Schütz, H., Bringezu, S. (1993): Major Material Flows in Germany. In: Fresenius Environmental Bulletin, 2: 443-448, 8/1993.

Stalzer, W. (1993): Zukunftsperspektiven für die Wasserversorgungswirtschaft in Österreich. Wiener Mitteilungen Bd. 111. S. 241-266.

Statistisches Bundesamt (1995): Fachserie 19 Reihe 5: Umweltökonomische Gesamtrechnungen - Material- und Energieflußrechnungen. Wiesbaden.

-
- Steurer, A. (1992): Stoffstrombilanz Österreich 1988. IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 26.
- Steurer, A. (1994): Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990. IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Bd. 34.
- Supersberg, H., Cepuder, P. (1990): Berechnungswasserbedarf im Marchfeld. Österreichische Wasserwirtschaft 7/8 1990, S. 181.
- Supersberg, H., Cepuder, P. (1993): Entwicklung des Wasserbedarfes einer zukunftsorientierten Landwirtschaft. Wiener Mitteilungen Bd. 111.
- Umweltbundesamt (1989): Belastung von Fließgewässern durch die Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich. Monographien Bd. 17 und 17b.
- Umweltbundesamt (Hg. 1993): Umweltsituation in Österreich. Umweltkontrollbericht - Teil A. Wien.
- Weiss, T. (1990): Analyse der Berechnungsgenossenschaften im Marchfeld. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur. Wien.
- WHO Projekt: "Wien - Gesunde Stadt" (Hg. 1994): 1. Wiener Ernährungsbericht. Wien
- Winkler-Rieder W. (1993): Biomasse und Klima. Studie der ÖAR Regionalberatung Ges.m.b.H. im Auftrag des WWF Österreich mit Unterstützung der ABB Österreich. Wien.
- Wytrzens, H. K., Zehetner, R. (1990): Übersicht über das Abfallaufkommen der landwirtschaftlichen Produktion in Österreich. Die Bodenkultur 1/1990, S. 67.
- Zeisel, J. (1991): Wasserkonzepte im ökologischen Stadtumbau - Am Beispiel Berlin. In: Wasser in der Großstadt. Informationen zur Umweltpolitik Nr. 77. Arbeiterkammer Wien.
- Zetinigg, H. (1993): Nutzung und Schutz der Tiefengrundwässer des steirischen Beckens. In: Wasserreserven in Österreich. Schutz und Nutzung in Gegenwart und Zukunft. Wiener Mitteilungen Bd. 111 - 1993, S. 183.