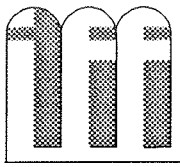


SCHRIFTENREIHE
SOZIALE ÖKOLOGIE

BAND 26

STOFFSTROMBILANZ ÖSTERREICH 1988

ANTON STEURER

WIEN, 1992

FORSCHUNGSBERICHT DES IFF

Impressum
Medieninhaber, Verleger, Herausgeber:
Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF),
Abteilung Soziale Ökologie, A - 1070 Wien, Seidengasse 13
Tel.: 0222-526 75 01-0, FAX: 0222-523 58 43

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1
2. Wasser 1
    2.1 Industrie 1
    2.2 Elektrizitätsversorgung 2
    2.3 Großgewerbe 4
    2.4 Haushalte, Klein- und Dienstleistungsgewerbe 4
    2.5 Landwirtschaft 6
    2.6 Zusammenfassung 6
3. Luft 7
4. Materialien 7
    4.1 Landwirtschaft 8
    4.2 Forstwirtschaft 9
    4.3 Bergbau 8
    4.4 Steine und Erden 9
    4.5 Bauwirtschaft 10
    4.6 Außenhandel 12
    4.7 Zusammenfassung 14
5. Umweltverbleib 15
    5.1 Analyse des Bundes-Abfallwirtschaftsplans 15
    5.2 Ausgewählte Teilbilanzen 18
6. Verweildauer und Verwendung 20
    6.1 Langfristige Verwendung (Gebrauchsgüter) 20
    6.2 kurzfristige Verwendung (Verbrauchsgüter) 21
    6.3 Bestände 21
7. Zusammenfassung und Ergebnis 22
8. Empfehlungen 25

Dieser Bericht enthält grobe Schätzungen, es wird großzügig gerundet. Zur Warnung: die letzte (noch viel gröbere Schätzung) des Autors* ergab deutlich niedrigere Werte.

* Anton Steurer: Emissionsfaktoren und Umweltindikatoren, Projektbericht, IFF-Soziale Ökologie, Wien 1991, S. 51 f.

1. EINLEITUNG

In der vorliegenden Arbeit werden auf einer relativ hoch aggregierten Ebene die tonnenmäßig wesentlichsten Materialströme durch die österreichische Volkswirtschaft dokumentiert. Ziel der Arbeit ist es, einen Überblick über die quantitativen Größenordnungen zu geben. Um den Aufwand gering zu halten, werden lediglich die "Brutto-Aufkommens-Seite" (inländische Produktion plus Importe) und der Umweltverbleib (inkl. Exporte) detaillierter untersucht. D.h. es wird lediglich der erstmalige Eintritt von Materie in die österreichische Volkswirtschaft erfaßt sowie deren Austritt bzw. der Verbleib bei langlebigen Gütern (z.B. Baumaterialien in Form von Gebäuden oder Straßen) geschätzt. Entsprechend dem Erhaltungssatz der Thermodynamik wird postuliert, daß in den Wirtschaftskreislauf eingetretene Materie diesen auch wieder verläßt (oder akkumuliert wird). Dabei wird den Primärinputs oder "Entnahmen aus der Natur" entsprechend ihrer quantitativen Dominanz breiterer Raum eingeräumt. Primärinputs sind v.a. Wasser, Luft, land- und forstwirtschaftliche Produkte (inkl. Heu) sowie Naturressourcen (Erdöl, Kies, Sand, Ton usw.). Importe und Exporte werden entsprechend berücksichtigt. Das Jahr 1988 wurde gewählt, weil es sich um ein Bereichszählungsjahr des ÖSTAT handelt. Die Datenlage ist in Bereichszählungsjahren günstiger.

2. WASSER

Wasser ist der mengenmäßig bedeutendste Massenstrom durch das Wirtschaftssystem. Der überwiegende Teil des Wassers wird von den wirtschaftlichen Akteuren selbst gefördert, der geringere Teil wird hauptsächlich von den öffentlichen Wasserwerken bezogen. Import und Export sind vernachlässigbar.

Mengenangaben allein sind aus umweltpolitischer Sicht an sich weniger aussagekräftig. Ökologisch wohl wichtiger wären zusätzliche Informationen:
a) Auf der Verwendungsseite über die Intensität der Wassernutzung (Kühlwasser, Rohstoff, Waschwasser, Prozeßwasser (Lösungsmittel...)). Diese Informationen sind derzeit nicht verfügbar, allerdings wären Schätzungen möglich. Der Recyclinggrad, also wieviel Wasser in Kreisläufen geführt wird, ist ebenfalls unbekannt.
b) Auf der Entnahmeseite über die ökologischen Folgen der Entnahme. Hier geht es einmal um Restwassermengen (Quell- und Oberflächengewässer) und zum anderen um die Erhaltung der natürlichen Bestände (Grundwasser).

2.1. Industrie

Durch die Industriestatistik wurden 1988 erfaßt: 8.327 Industriebetriebe mit 541.071 unselbständig Beschäftigen und einem BPW von 795 Mrd. öS (NPW: 287 Mrd. öS) sowie 347 "Betriebe mit industrieähnlicher Tätigkeit" mit 6.391 unselbständig Beschäftigten und einem BPW von 17 Mrd. öS (NPW: 4 Mrd. öS).

Laut Industriestatistik[1] betrug der Wasserverbrauch der Industrie im Jahr 1988:

1.510 Mio. m³, davon waren
983 Mio. m³ Oberflächenwasser und
527 Mio. m³ Grund- u. Quellwasser (davon 46 Mio. m³ v. öffentl. Wasserwerken).

---

[1] ÖSTAT: Industriestatistik 1988, Teil 2, S. 185, Wien 1991

Die größten Verbraucher zeigt die folgende Tabelle. Die Stahl- und Nichteisenindustrie sowie die Chemieindustrie decken zusammen 70% des gesamten Wasserverbrauchs der Industrie ab. Dementsprechend zeigt die regionale Gliederung, daß 1988 der Wasserverbrauch der Industrie **allein im politischen Bezirk Linz 747 Mio. m³** (davon 685,6 Mio. m³ Oberflächenwasser) betrug, das sind ca. 50 % des gesamten Verbrauchs.

Wasserverbrauch in 1.000 m³	Öffentl Vers.	Grund- und Quell-wasser		Oberflächenwasser		SUMME	Deckungsgrad in % v. Gesamt	
BRANCHE		Fremdbe-zug v. B.	Eigenför-derung	Fremdbe-zug v. B.	Eigen-förderung		einzeln	kumu-liert
Stahl&NE-Metall	4.776	1.453	113.468	0	523.708	643.405	42,6	42,6
Chemie	4.348	1.569	118.322	48.969	246.485	419.693	27,8	70,4
Papier	1.172	1	102.683	0	118.318	222.174	14,7	85,1
Nahrungsmittel	7.763	1.321	23.574	6	8.659	41.323	2,7	87,8
Getränke&Tabak	3.633	663	13.749	0	566	18.611	1,2	89,1
Textil	2.379	169	8.735	1.160	2.895	15.338	1,0	90,1
Erdölverarbeitung	297	0	13.569	0	30	13.896	0,9	91,0
Wärmeversorgung	720	0	2.484	0	10.622	13.826	0,9	91,9
Erz. Elektr. Einr.	6.479	38	6.578	0	720	13.814	0,9	92,8
Sonstige	14.219	1.823	61.191	2.191	10.803	90.228	7,2	100,0
GESAMT	45.786	7.037	474.178	52.326	930.899	1.510.226	100,0	100,0

2.2. Elektrizitätsversorgung

Für die Elektrizitätsversorgung gibt es keine eigene Statistik über den Wasserverbrauch. Es besteht jedoch die Möglichkeit, aus den technischen Daten der Wärmekraftwerke[2] den Kühl- und Speisewasserverbrauch zu schätzen (Auskunft Bundeslastverteiler).
Das Speisewasser ist quantitativ nicht sehr bedeutend. So verfügt etwa das Kraftwerk Riedersbach (I und II) mit insgesamt 220 MW Engpaßleistung über eine Vollentsalzungsanlage mit einer Leistung von 40 m³/h, während die Förderleistung der Kühlwasserpumpen 2x5.400 m³/h beträgt. Der Großteil des Speisewassers wird vermutlich über die Kondensatoren im Kreis geführt.
Daten sind verfügbar für Wärmekraftwerke mit einer Engpaßleistung von 3.916 MW. Der hochgerechnete Kühlwasserverbrauch beträgt 456.670 m³/h bei Vollast, das sind **116,62 m³/MWh oder 117 Liter je thermisch erzeugter kWh.**
Die Engpaßleistung der Wärmekraftwerke der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU´s) betrug 1988 und 1989 4.987 MW, jene der Industrie-Eigenanlagen (IEA´s) 1989 982 MW.

Eine Hochrechnung auf die geleistete Jahresarbeit[3] ergibt folgende Kühlwassermengen:

	EVU´s	IEA´s	EVU´s	IEA´s	GESAMT
	MWh	MWh	Mio. m³	Mio. m³	Mio. m³
1988	8.474.000	4.009.500	**988,21**	**467,57**	**1.455,781**
1989	9.776.000	4.318.400	**1.140,04**	**503,60**	**1.643,639**

Es fällt insbesondere auf, daß die IEA´s bei weniger als 20 % der installierten Leistung **ca. 1/3** der (nur elektrischen!) Jahresarbeit erbringen. Das gibt nicht nur Hinweise auf die Emissionen, sondern auch darauf, daß die öffentliche Elektrizitätsversorgung durch den Versorgungsauftrag eine weit schlechtere Auslastung ihrer Wärmekraftwerke erzielt.

---

2 Daten aus: BMWA: Beschreibung und Wärmeschaltbilder der Wärmekraftwerke, Wien 1989

3 Daten aus: BMWA: Betriebsstatistik 1988, Wien 1989; ÖSTAT: Wirtschaftsstatistik 1989 der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, Wien 1991

Die angegebenen Kühlwassermengen stellen Obergrenzen dar, wie für die IEA´s in der Folge noch gezeigt wird. Einmal weil z.T. nur die (höhere) Förderleistung der Kühlwasserpumpen und nicht die durchschnittlich erforderliche Kühlwassermenge angegeben war. Zweitens verfügen einige Wärmekraftwerke über Kühltürme und benötigen entsprechend weniger Kühlwasser. Drittens wird bei Kraft-Wärmekopplung (Fernwärmeauskopplung, Prozeßwärme i. d. Industrie) der Kühlwasserbedarf geringer, da weniger Abwärme anfällt.

Fraglich ist, ob der Kühlwasserbedarf der IEA´s bereits in der Industriestatistik erfaßt ist. Diese Frage war nicht abschließend zu klären, es ist jedoch anzunehmen, daß dies weitgehend der Fall ist (Auskünfte Bundeslastverteiler, ÖSTAT). Die Erhebung des ÖSTAT zur Elektrizitätsversorgung umfaßte 1989 279 EVU´s und IEA´s mit 30.193 unselbständig Beschäftigten und einem BPW von 81,4 Mrd. öS (NPW: 39,7 Mrd. öS). Es darf als sicher gelten, daß darin zwar zahlreiche kleine EVU´s, jedoch keine großen kalorischen Kraftwerke der Industrie enthalten sind.

Ein Vergleich zwischen den **errechneten** Kühlwasserwerten (auf Basis Energiestatistik) und dem Verbrauch an Oberflächenwasser lt. Industriestatistik (Kühlung mit Grund- und Quellwasser kommt kaum vor) ergibt folgendes Bild:

BRANCHE	Wärmekraft lt. En. Stat.	Kühl-Wasser	Oberfl. Wasser	Deckung KW/OW	Gesichert	Anmerkung
	GWh	Mio. m^3	Mio. m^3		Mio. m^3	
Eisen&Stahl	977,7	113,4	523,7	0,22	113,41	
Chemie	280,8	32,6	295,5	0,11	32,58	
Papier	1.789,0	207,5	118,3	1,75	118,31	Prozeßwärme
Nahrungsmittel Getränke, Tabak	114,1	13,2	9,2	1,40	9,20	Prozeßwärme
Textil	66,0	7,7	4,1	1,89	4,05	Prozeßwärme
Erdölverarb.	620,9	72,0	0,03	2400,81	0,00	Kühltürme ÖMV
Gesamt	3.848,5	446,4	950,8	0,47	**277,60**	

Die geschätze Kühlwassermenge überschreitet bei einigen Branchen die Gesamtmenge an Oberflächenwasser, was sich u.a. durch Prozeßwärmeauskopplung erklären läßt. Andererseits ist der Anteil des Kühlwassers gerade bei der Eisen- und Stahlindustrie und bei der Chemieindustrie überraschend gering. Es ist wohl anzunehmen, daß Oberflächenwasser (mengenmäßig dominiert Donauwasser) aufgrund seiner Qualität hauptsächlich für Kühlzwecke verwendet wird. Die Bereiche Eisen- und Stahlindustrie sowie Chemieindustrie wären auf andere Prozesse (außer IEA´s) hin zu untersuchen, die ebenfalls Kühlwasser benötigen.
Insgesamt bleibt festzuhalten, daß der Kühlwasserbedarf der IEA´s vermutlich bei ca. 300 Mio. m^3/a liegt und in den Daten der Industriestatistik bereits enthalten sein dürfte.

2.3. Großgewerbe

Im Rahmen der Erhebungen zur Gewerbestatistik wird nur das Großgewerbe (über 20 Beschäftigte) nach dem Wasserverbrauch gefragt. Das Großgewerbe umfaßt 3.049 Betriebe mit 141.200 unselbständig Beschäftigten und einem Produktionswert (o. USt) von 133 Mrd. öS.

Die Wasserdaten für das Großgewerbe:

Wasserverbrauch in 1.000 m³	Öffentl Vers.	Grund- und Quell-wasser		Oberflächenwasser		SUMME	Deckungsgrad in % v. Gesamt	
BRANCHE		Fremdbe-zug v B.	Eigenför-derung	Fremdbe-zug v B.	Eigenför-derung		einzeln	kumu-liert
Nahrungsmittel	3.135	5	2.551	7	132	5.830	34,71	34,71
EvWa.Stein&Erden	328	6	3.228	0	249	3.811	22,69	57,40
Gew.Steine&Erden	18	0	1.260	0	0	1.278	7,61	65,01
Druck&Vervielf.	788	16	215	0	0	1.019	6,07	71,08
Chemie	200	6	655	0	0	861	5,13	76,21
E.v.W.a.Gummi	269	0	572	0	0	841	5,01	81,21
E.Transportmittel	476	3	17	0	0	496	2,95	84,17
Sonstige	2.150	20	443	3	43	2.659	15,83	100,00
Summe	7.364	56	8.941	10	424	16.795	100,00	100,00

Wie die Tabelle zeigt, sind die Verbrauchsmengen des Großgewerbes im Vergleich zu denen der Industrie gering (bezogen auf Beschäftigte oder auf Bruttoproduktion ca. 30-40 mal geringer, jedoch siehe oben Eisen- und Stahlind. sowie Chemieind.). Zudem ist der Anteil des selbst geförderten Wassers deutlich geringer (Eigenförderung: Industrie 93%, Großgewerbe 56%). Beide Trends dürften sich beim Klein- und Dienstleistungsgewerbe fortsetzen. Angesichts der vermutlich geringen Eigenförderung ist der Bereich des Klein- und Dienstleistungsgewerbes weitgehend durch die Statistik der öffentlichen Wasserwerke abgedeckt.

2.4. Haushalte, Klein- und Dienstleistungsgewerbe

Für den Haushalts- und Kleingewerbebereich ist die Datengrundlage die Publikation der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach[4], die 175 Wasserwerke erfaßt. Demnach betrug die gesamte Förderung 1988 435,92 Mio. m³ und die gesamte Abgabe 423,15 Mio. m³. Die Differenz von 12,77 Mio. m³ zwischen Förderung und Abgabe ist als Eigenverbrauch definiert (Industriestatistik: 10,24 Mio. m³ bei 188 Wasserwerken). Die Verluste sind in der Abgabemenge enthalten und betrugen 1988 59 Mio. m³. Oberflächenwasser spielt bei den Wasserwerken keine Rolle (1988: 0,7 % der Gesamtmenge).

Ein Teil der Wasserwerke macht keine Angaben über die Verteilung der Abgabemengen auf Abnehmerkategorien (u.a. Wien, wegen der Abrechnung nach Häusern schwierig). Daher wurden diese Angaben nach den vorhandenen Daten aufgeschlüsselt:

Abgabe in 1.000 m³								
HH&KG&GG&IND (nicht getrennt)	HH&KG (n. getrennt)	Haushalte (HH)	Kleinge-werbe (KG)	Großgew. &Industrie (GG&IND)	pauschaliert	an andere Wasserwerke	Eigen-ver-brauch	Verluste
212.191	16.482	65.998	19.619	23.124	10.336	19.410	12.766	59.050
GESAMT (geschätzt):		**212.066**	**63.040**	**62.308**	**10.336**	**19.410**	**12.766**	**59.050**
lt. Ind&GewStatistik				**53.150**				

4 ÖVGW: Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs 1988, Wien 1990

Da in der Statistik des ÖVGW die einzelnen Summen nur teilweise ausgewiesen werden, war eine eigene Rechnung erforderlich, um die Aufschlüsselung der nicht getrennt ausgewiesenen Abgabemengen vornehmen zu können. Dabei ergab sich:
a) Die errechnete Gesamtabgabemenge betrug 426,21 Mio. m^3, während die Statistik des ÖVGW 423,15 Mio. m^3 ausweist (Differenz: 3,06 Mio. m^3).
b) Bei der Bestimmung dieser Abgabemenge findet eine Doppelzählung statt: es wird sowohl die "Abgabe an fremde Versorgungsgebiete" (19,41 Mio. m^3) als auch der "Fremdbezug" (15,06 Mio. m^3) mitgezählt. Da zahlreiche kleine Wasserversorgungsunternehmen (meist unter 5.000 EW, Auskunft Wasserwerke Wien) nicht in der Statistik erfaßt sind, kann in Unkenntnis der Lieferverflechtungen das Ausmaß der Doppelzählung nicht exakt angegeben werden.

Ein Teil der Haushalte ist nicht an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen.
Art der Wasserversorgung der Haushalte 1988[5]:

Anschluß an öffentl. Wasserversorgung	84,3
Eigene Brunnen	11,8
sonstige Versorgung	0,8
Unbekannt	3,1

Die ÖVGW-Statistik deckt die Belieferung von 58 % (4.408.207) der Einwohner ab. Damit werden 26 % der Einwohner von Wasserwerken beliefert, die nicht in der ÖVGW-Statistik enthalten sind. In der ÖVGW-Statistik finden sich Durchschnittswerte je Einwohner: 147,1 l/Tag für Haushaltsverbrauch, 258,8 l/Tag für die gesamte Abgabe und 266,6 l/Tag für die Fördermenge. Mit diesen Werten ist eine Hochrechnung auf alle Haushalte Österreichs möglich.

Ergebnisse der Hochrechnung:

Kategorie	Zahl der Einwohner	Verbrauch	Gesamt	dav. in Ind.- u. Gew.-Stat
	EW	l/Tag	Mio. m^3/a	Mio. m^3/a
	ÖVGW			
Haushalte:	4.408.207	147,1	236,8	
Abgabe gesamt	4.408.207	258,8	416,7	ca. 60
Förderung gesamt	4.408.207	266,6	429,3	
	Hochrechnung			
Haushalte:	7.596.000	147,1	**408,1**	
Abgabe gesamt	7.596.000	258,8	**718,0**	**Korr.: ca. 100**
Förderung gesamt	7.596.000	266,6	**739,7**	

In der Hochrechnung sind damit alle Wasserwerke (auch die kleinen) sowie die Förderung aus eigenen Brunnen abgedeckt. Der Anteil von Industrie und Großgewerbe in der Hochrechnung ist unbekannt. Entsprechend den Daten der Industrie- und Gewerbestatistik ist anzunehmen, daß Industrie und Großgewerbe von kleinen Wasserwerken kaum versorgt werden. Deren Verbrauch darf daher nicht hochgerechnet werden. Ohne Industrie und Großgewerbe ergibt sich für Haushalte und Klein- und Dienstleistungsgewerbe ein Wasserverbrauch von **ca. 620 Mio. m^3**. Über die Entwicklung des Eigenverbrauchs und der Verluste der Wasserwerke können keine Aussagen getroffen werden.

5 ÖSTAT/UBA: Umwelt in Österreich - Daten und Trends 1991, Wien 1991

2.5. Landwirtschaft

Soweit die Landwirtschaft Wasser aus dem öffentlichen Netz bezieht, ist sie in der Statisik des ÖVGW erfaßt, wenn auch die Zuordnung (Kleingewerbe?) unklar ist. Nach Auskunft der Wiener Wasserwerke bezieht die Landwirtschaft jedoch kaum Wasser von der öffentlichen Wasserversorgung. Unbekannt ist, wieviel Wasser aus eigenen Brunnen und auch aus Oberflächengewässern (v.a. March, Thaya) entnommen wird. 1988 standen der Landwirtschaft 6.365 "Beregnungsanlagen im Freiland" und 1.499 "Beregnungsmaschinen" zur Verfügung[6].

Künstlich bewässert wird v.a. im Feld-, Obst- und Gartenbau, in geringem Maß auch bei Wein und Getreide. Geografisch sind die Schwerpunkte der Bewässerung im Osten Österreichs zu finden, insbesondere im Marchfeld und Tullnerfeld. Die Intensität der Beregnung hängt nicht nur von der Klimazone, vom Boden und von den aktuellen Niederschlägen, sondern auch von der angebauten Frucht ab. Der Fruchtwechsel führt dazu, daß nur ca. ein Drittel bis die Hälfte der (klimatisch in Frage kommenden) Fläche beregnet wird. Für die Beregnung kann angenommen werden: eine Beregnung bringt ca. 30-40 mm Niederschlag aus, das sind 30-40 Liter je Quadratmeter; pro Jahr sind im Mittel ca. 2 bis 3 Beregnungen nötig. Geht man von 120-150 l/a für ein Drittel der Ackerflächen der politischen Bezirke rund um Marchfeld und Tullnerfeld aus, ergibt sich als grobe Schätzung für den **Wasserverbrauch für Bewässerungszwecke eine Größenordnung von 100 Mio. m³/a.** Für das Marchfeld ermitteln Supersperg/Cepuder[7] aufgrund einer detaillierten Schätzung einen Beregnungswasserbedarf von ca. 25 bis 40 Mio. m³. Hier wird geschätzt, daß der Wert für ganz Österreich ca. **150 Mio. m³** beträgt. Jedenfalls ist die Größenordnung (mengenmäßig!) im Vergleich zu anderen Wasserverbrauchern nicht sehr hoch. Der Anteil des Oberflächenwassers ist unbekannt, dürfte aber gering sein.

Die Datenlage in diesem Bereich wird sich in wenigen Jahren deutlich verbessern. In Niederösterreich werden bereits **Wasserzähler** für Beregnungsanlagen vorgeschrieben. Alle Feldberegnungen sind bewilligungspflichtig. Die Bewilligungen werden in das Wasserbuch eingetragen. Das Wasserbuch befindet sich in Umstellung auf EDV. Das Wasserbuch gibt jedoch nur Auskunft über die "Konsens-Wassermenge" (max. Wassermenge, die nur bei Notwendigkeit (Trockenjahr) erreicht werden darf).

2.6. Zusammenfassung

Faßt man alle in diesem Kapitel gewonnenen Werte zusammen, ergibt sich folgendes Bild für den Wasserverbrauch der österreichischen Volkswirtschaft:

in Mio. m³	Wasserverbrauch gesamt	davon Grund- u. Quellwasser
Industrie&Großgewerbe	1.527	539
Elektrizitäsversorgung	1.000	gering
Haushalte&Kleingewerbe	620	620
Landwirtschaft	150	150
GESAMT	**3.297**	**1.309**

Insgesamt werden ca. 3.300 Mio. m³ Wasser verwendet, davon vermutlich über die Hälfte als Kühlwasser. Pro Einwohner sind das 415 m³ Wasser jährlich (1.136 Liter täglich) bzw. 153 m³/Jahr (447 Liter/Tag) Grund- und Quellwasser.

---

[6] ÖSTAT: Landwirtschaftliche Maschinenzählung 1988, Wien 1989

[7] Supersperg H./Cepuder P.: Beregnungswasserbedarf im Marchfeld, in: Österreichische Wasserwirtschaft, Heft 7/8, 1990, S. 181-187

3. LUFT

Die Luftmenge für Verbrennungszwecke läßt sich über einfache physikalische Beziehungen aus den eingesetzten Brennstoffen errechnen. Hier wird in einem abgekürzten Verfahren aus den Emissionsschätzungen nach BMWA[8] der Sauerstoffbedarf für die "Herstellung" der Emissionen (v.a. CO_2) ermittelt. Der bei der Verbrennung anfallende Wasserdampf muß geschätzt werden.

Insgesamt ergibt sich eine Sauerstoffmenge von ca. 66 Mio. Tonnen und daher eine Luftmenge von **ca. 300 Mio. Tonnen (224 Mrd. Normkubikmeter)**. Pro Kopf der Bevölkerung sind das 40 Tonnen oder 30.000 Kubikmeter Luft jährlich bzw. 110 kg oder 80 Kubikmeter täglich.

Die großtechnische Herstellung von Stickstoff und Sauerstoff aus Luft (Linde-Fraenkel-Verfahren; Alternative: Elektrolyse von Wasser) hat nur eine geringe Bedeutung. Ein großer Teil des technischen Sauerstoffs wird bei der Eisenerzeugung[9] eingesetzt. Zwar wird der Verbrauch in der Industrie- und Gewerbestatistik aus Gründen des Datenschutzes nicht ausgewiesen. Pro Tonne LD-Stahl kann jedoch ein Sauerstoffverbrauch von 50 m^3 angenehmen werden[10]. In Österreich wurden 1988 4,2 Mio. Tonnen LD- Stahl erzeugt. Es ergibt sich eine Sauerstoffmenge von ca. 0,30 Mio. Tonnen. Laut Industriestatistik erzeugt die Chemische Industrie 111.407 m^3 "Technische Gase", das wären ca. 0,15 Mio. Tonnen Sauerstoff. Importiert werden vernachläßigbare 4,4 Mio. m^3 oder 0,00629 Mio. Tonnen (aus Ungarn, CSFR), exportiert etwa genausoviel (4 Mio. m^3, nach BRD).
Nicht erfaßt wurde der Einsatz von Luft für Kühlzwecke und als Druckluft.

Schließlich ist anzumerken, daß speziell die Forstwirtschaft ein Netto-Sauerstoffproduzent ist, der ca. 20 % des vom Wirtschaftssystem verbrauchten Sauerstoffs wieder freisetzt. Ob dies beachtet werden soll, ist jedoch eine Frage der Definition von Grenzen zwischen Wirtschaftssystem und Natur. Derzeit besteht der Hauptzweck der Forstwirtschaft nicht in der Wiederaufbereitung von Verbrennungsluft.

4. MATERIALIEN

Für den Bereich der Materialien wurden zunächst jene Branchen identifiziert, bei denen Primärinputs in größerem Ausmaß zum Einsatz kommen. Dieser Primärbereich ist daran zu erkennen, daß der (gütermäßige) Rohstoffeinsatz im Verhältnis zum Output gering ist (Nettoproduzent; die Materialbilanz ist positiv), was Kontrollen und Vergleiche erschwert.
Dabei konnte aus Gründen der Datenlage nicht immer konsistent vorgegangen werden. Insbesondere ist es im Bereich des Primärsektors nur mühsam möglich, Daten über Brutto-Primärentnahmen zu erhalten. Es muß also die Produktion (der Ausstoß) der Branchen des Primärsektors herangezogen werden. Ein Beispiel: die Entnahme von Gestein ist im Bergbau schwerer zu erfassen als der Ausstoß an Erzen. Damit fällt der Abraum (taubes Gestein) aus der Rechnung. In der Landwirtschaft besteht ein Problem darin, daß z.T. Grünfutter direkt verwendet (oder silagiert) wird, z.T. Heu - der unterschiedliche Wassergehalt bedingt Unterschiede in der Masse. Eine Möglichkeit zur Kontrolle dieses Ansatzes ist, den Rohstoffverbrauch der nächsten Verarbeitungsstufe als Vergleich heranzuziehen (dieser muß nach Bereinigung um Import/Export etwa gleich groß sein).

---

8 BMWA: Energiebericht 1990, Wien 1990
9 Winnacker/Küchler: Chemische Technologie, 4. A., Bd. 4, S. 137
10 Winnacker/Küchler: Chemische Technologie, 4. A., Bd. 4, S. 140

Insgesamt ist zu sagen, daß Materialbilanzen in vielen Bereichen den theoretischen Anspruch auf identische Werte von Input und Output nicht erreichen können. Fehler unter 10-20% sind oft nur mit großem Aufwand zu erreichen.

Die als Nettoproduzenten identifizierten Branchen sind:
- Landwirtschaft (Verbrauch und Ausstoß an Nahrungs- und Futtermitteln),
- Forstwirtschaft (Ausstoß an Holz),
- Bergbau (Ausstoß an Erzen, Energieträgern, sonstigen Mineralien),
- Steine und Erden (Verbrauch und Ausstoß an Zement, Ziegeln, Schotter...),
- Rohstoffverbrauch der Bauwirtschaft (Verbrauch von Schotter, Sand),
- Außenhandel (Import/Export).

4.1. Landwirtschaft

Bei der Landwirtschaft gibt es einige besondere methodische Probleme. Die Produkte haben in der Regel einen hohen Wassergehalt. Die beste Lösung wäre wohl eine Bilanz in Trockenmasse. Der Output der Viehwirtschaft (v.a. Fleisch und Milch) wird nicht gezählt. Die Viehwirtschaft verwendet z.T. bereits gezählte Inputs (Futtermittel, Futtermais, Heu), z.T. auch direkt entnommenes Grünfutter. Methodisch einwandfrei ist nur die Zählung der **Inputs**. Die Viehwirtschaft ist bereits eine Verarbeitungsstufe, wo pflanzliches Futter "veredelt" wird. Fleisch ist nur im Fall der Jagd eine primäre Entnahme (mengenmäßig vernachlässigbar).

In Summe ergeben sich folgende Massen[11]:

	Fläche (ha)	Tonnen
Summe	2.342.418	23.366.770
davon Tierfutter (mind.)	1.211.983	13.638.746

Ca. 10 Mio. Tonnen an landwirtschaftlichen Produkten werden außerhalb der Landwirtschaft (Brauereien, Mühlen usw.) weiterverarbeitet oder gleich konsumiert. Ca. 14 Mio. Tonnen sind Futtermittel. Die Menge an direkt verfüttertem oder von den Nutztieren selbst aufgenommenem Grünfutter wäre mit Sicherheit schätzbar (aus der Milch- und Fleischleistung sowie aus dem Futterbedarf nach Tierart). Hier wird freihändig angenommen, daß es sich dabei um eine Größenordnung von 10 Mio. Tonnen handelt.

4.2. Forstwirtschaft

Auf Basis der Holzbilanz für Österreich[12] ergibt sich folgendes Zahlenmaterial:

	1.000 fm
Einschlag	12.776
Sonst. Holz vom Waldboden	3.719
Sonst. Aufkommen	3.634
Inlandsproduktion *	20.129
Import	5.002
Summe	25.131
*....davon wiederverwertet	1.115

11 BMLF: Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1988, Wien 1989
12 Gerhold S.: Stoffstromrechnung: Holzbilanz 1955 - 1991, Statist. Nachrichten 1992/8

Aus Österreichs Wäldern wurden 1988 **19,014 Mio. Festmeter** (fm) Holz entnommen. 1,1 Mio. fm wurden wiederverwertet und 5 Mio.fm importiert. Ein Festmeter entspricht ca. 880 kg. Damit entspricht die Inlandsentnahme von 19,014 Mio.fm **16,732 Mio. Tonnen**. Importiert wurden ca. **4,4 Mio. Tonnen** und exportiert ca. 3,6 Mio. Tonnen Holz.

4.3. Bergbau

Die Produkte des Bergbaus stellen Roh- u. Hilfsstoffe für Eisen- und Stahlindustrie, Chemieindustrie, Erdölverarbeitung, Glasindustrie, Stein- u. Keramikindustrie, Papierindustrie und Nichteisenindustrie dar. Insgesamt betrug der Output des Bergbaus im Jahr 1988 **11,3 Mio. Tonnen,** davon 2,1 Mio. Tonnen Braunkohle und 2,7 Mio.Tonnen Erze. Darin nicht enthalten ist der Output des Erdöl- und Erdgasbergbaus.
Nach Energiebilanz 1988[13] betrug die Inlandsförderung bei:
Erdöl (roh): **1,217 Mio. Tonnen,**
Naturgas (Erdgas): 1,265 Mrd Kubikmeter (ca. **1 Mio. Tonnen**).
Eine Doppelzählung im Ausmaß von 0,4-0,7 Mio. Tonnen ist möglich (Sintermagnesit).

4.4. Steine und Erden

Da die Stein- und Keramikindustie nicht nur Rohprodukte (Zement, Schotter), sondern auch Halbfertigprodukte (Transportbeton, Betonfertigteile) erzeugt, würde sich bei einer einfachen Addition des Outputs eine Doppelzählung ergeben. Ein Blick auf den Roh- und Hilfsstoffverbrauch zeigt die Rohprodukte (Output) der Stein- und Keramikindustrie auch als deren Input.

Die Zahlen im Überblick:

Stein- u. Keramik-Ind. (1.000 t)	Output	Input
Zement	4.763	1.634
Sand, Kies, Schotter	25.612	9.752
Summe		**11.386**
Beton&Betonprodukte	12.596	
davon Transportbeton	7.860	
Beton&Betonprod. ohne Wasser	**ca. 11.800**	

Da der Sekundär-Output zu zwei Dritteln aus Transportbeton besteht (< 10% Wasseranteil, <10% Zementanteil), ergibt sich ein guter Bilanzausgleich. Die Doppelzählung kann mit dem Ausstoß an Beton und Betonprodukten gleichgesetzt werden.
Eine weitere **Doppelzählung** ergibt sich aus dem Faktum, daß die Stein- und Keramikindustrie einen Teil der Rohstoffe vom Bergbau bezieht (ca. 2-3 Mio. Tonnen). Ein weiterer Teil stammt von der eisenschaffenden Industrie (ca. 1,3 Mio.Tonnen Hochofenschlacke - siehe Exkurs: Hochofenprozeß auf Seite 10). Zement enthält ca. 20% Hochofenschlacke oder Kohleflugasche[14] als Zumahlstoff sowie ca. 5-8% Gips oder Anhydrid als Verzögerer.
Die Zuordnung der Bergbauprodukte auf einzelne Verwendungen ist ohne Studium der Technologien und der Verflechtungen nicht genau möglich. Die Stein- und Keramikindustrie bezieht ca. 1,8 Mio. Tonnen an Kalk- und Gipssteinen (vermutlich vom Bergbau) und ca. 1 Mio. Tonnen "Zuschlagstoffe". Die Korrektur (ca. 3,5-4 Mio. Tonnen) erfolgt im Rahmen der Erstellung der Gesamtbilanz.

---

13 Alder R.: Revidierte Fassung der Endgültigen Energiebilanz 1988, in: Statist. Nachrichten 6/1992

14 BMUJF: Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Band 1, SN 31300: ca. 160.000 Tonnen an Aschen und Schlacken aus Feuerungsanlagen werden als Baustoffe verwendet.

Damit ergibt sich folgender Output:

Ausstoß der Stein- u. Keramikind.	1.000 t (brutto)	1.000 t (netto)
Sand, Kies, Schotter inkl. Hüttenpr.	25.613	15.860
Zement	4.763	3.129
Ziegel u.ä.	2.400	2.400
Rest (Gips, Natursteine...)	2.069	2.069
Beton&Betonprodukte	-	11.386
Summe	**~ 35.000**	**~ 35.000**

Exkurs: Hochofenprozeß, geschätzte Mengenbilanz
Pro Tonne Roheisen ist etwa mit folgenden Einsätzen[15] zu rechnen: 1500 kg Erz, 300 kg Zuschlagstoffe (Kalkstein, Dolomit, Quarzsand), 450 kg Koks, 1600 kg Luft.
Der Output beträgt 1 Tonne Roheisen, ca. 300-500 kg Schlacke und ca. 2500 kg Gichtgas (1600 m^3/t).
In Österreich wurden 1988 3,665 Mio. Tonnen Roheisen[16] produziert. Der Schlackenanfall betrug damit 1,1-1,8 Mio. Tonnen, die Menge an Zuschlagstoffen ca. 1,1 Mio. Tonnen, die Erzmenge ca. 5,5 Mio. Tonnen, die Koksmenge ca. 1,7 Mio. Tonnen und die Gichtgasmenge ca. 5,85 Mrd. m^3. Koks- und Gichtgasmenge werden durch die Energiestatistik bestätigt, die Erzmenge durch die Außenhandels- und Industriestatistik[17]. Laut Abfallerhebung Industrie[18] fallen 1,717 Mio. Tonnen Hochofenschlacke an, wovon 0,346 Mio. Tonnen "verkauft", 0,96 Mio. Tonnen "für den Verkauf aufbereitet" und 0,264 Mio. Tonnen "recycliert" wurden. Damit ist mit ca. 1,3 Mio.Tonnen an Baumaterialien aus diesem Bereich zu rechnen.

4.5. Bauwirtschaft

Zur Kontrolle wird der Roh- und Hilfsstoff-Verbrauch der Bauwirtschaft untersucht. Für Bauhilfsgewerbe und Bauindustrie liegen die Daten sowohl in öS als auch in Tonnen vor. Für das Baugewerbe muß aus den Wertangaben die Menge geschätzt werden. Als Schlüssel dienen die Angaben der Bauindustrie.

Die Ergebnisse der Hochrechnung:

	Bauhilfsgewerbe		Bauindustrie		Baugewerbe		GESAMT
Produkt	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge
	t	Mio	t	Mio.	t geschätzt	Mio.	Mio. t
Sand,Kies u.Schotter	7.043.219	388	12.690.618	875	23.075.169	1.591	**42,81**
Zement	770.526	766	287.571	273	1.346.211	1.278	2,40
Betonsteinerz.	96.254	77	433.312	637	1.050.288	1.544	1,58
Transportbeton	-	-	6.362.647	1.823	8.481.203	2.430	**14,84**
Gesamt	8.265.913	1.849	20.476.657	4.870	35.245.729	8.645	**63,99**

15 Winnacker/Küchler: Chemische Technologie, 4. A., Bd. 4, S. 111 ff.
Römpps Chemie-Lexikon, 8. A., S. 1719 ff.

16 Roheisen enthält ca. 3,5 Massenprozent Kohlenstoff, Stahl noch max. 1,7 % (Differenz verbrennt im Konverter).

17 Alder R.: Revidierte Fassung der Endgültigen Energiebilanz 1988, in: Statist. Nachrichten 6/1992,
ÖSTAT: Außenhandelsstatistik 1988, Serie 1 A, Wien 1989; Industriestatistik 1988, Wien 1989

18 Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft: Abfallerhebung Industrie, Wien 1992; Laut BMUJF: Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Band 1, SN 31219 ff., betrug die Menge an Hochofenschlacke rd. 1,4 Mio. Tonnen.

Der Vergleich mit den verfügbaren Produktionsdaten zeigt Abweichungen:

in 1.000 Tonnen	PRODUKTION		(EIGEN-)VERBRAUCH		DIFFERENZ
PRODUKT	Bauhilfsgewerbe	Stein&Keram.-Ind.	Bauindustrie, Baugewerbe	Bauhilfsgew. Stein&Keram.	Prod. minus Verbrauch.
Sand, Kies u.Schotter	**9.543**	**25.613**	**35.766**	**16.795**	**-17.405**
Zement	--	4.763	1.629	2.405	729
Transportbeton	**5.216**	**7.860**	**14.843**	--	**-1.769**

Während die Zementmengen und die Mengen für Transportbeton[19] akzeptabel bilanziert sind, sind die Verbräuche für Sand, Kies und Schotter viel zu hoch. Der Außenhandel mit Schotter, Kies und Sand ist quantitativ unbedeutend (importiert werden 0,37 und exportiert werden 0,51 Mio. Tonnen). Es ergibt sich ein **Fehlbetrag von ca. 17,5 Mio. Tonnen!**

Als Erklärungen bieten sich an:
1. Daß die von der Bauindustrie übernommenen Relationen für das Baugewerbe zu hoch sind. Die Umsatzstruktur der Bauwirtschaft[20] bestätigt diese These nur teilweise:

	Gesamt Mrd. öS	**Industrie Mrd. öS**	**Gewerbe Mrd. öS**	**Gewerbe in %**
HOCHBAU	43,79	15,18	28,61	65
TIEFBAU	36,65	20,02	16,63	45
Adaptierungen	8,09	0,88	7,21	89

Das Baugewerbe ist im Hochbau, insbesondere im Wohnhaus- und Siedlungsbau stärker vertreten, während die Bauindustrie im Straßenbau dominiert. Die Unterschiede scheinen nicht überwältigend zu sein. Eventuell führen Mengeneffekte und unterschiedliche Qualitätsanforderungen zu einer Überschätzung des Gewerbes um ca. 10-20%. Der Fehlbetrag liegt damit in einem Bereich von 13 bis 15 Mio. Tonnen.

2. Die entscheidende Erklärung dürfte sein, daß in der Bauwirtschaft Betriebe mit eigenen Schottergruben, Betonmischanlagen etc. existieren. Anfragen bei diversen Interessenvertretungen ergaben starke Hinweise darauf, daß die Bauwirtschaft selbst massiv als Produzent von Schotter und Kies sowie von Transportbeton auftritt:

* Auf großen Baustellen werden eigene "Ortsbetonwerke" errichtet, die auch andere Baustellen der Umgebung beliefern; große Bauunternehmen haben eigene Transportbetonwerke. Damit ist die Differenz beim Transportbeton erklärbar.
* Auf Großbaustellen (soweit es der Untergrund zuläßt) werden häufig Schottergruben errichtet bzw. wird der Aushub gleich als Baumaterial verwendet. Klassisches Beispiel ist der Bau von Wasserkraftwerken.
* Speziell im Bereich des Gewerbes verfügen viele Firmen (Baumeister) über eigene Schottergruben, ohne dem entsprechenden Fachverband zugeordnet zu sein.

---

19 Insgesamt wird weit mehr Beton hergestellt. Laut BMUJF, BMLF (Hg.): Fachgrundlage zur Beurteilung der Deponiefähigkeit von Bauschutt, Wien 1991, S. 58: u.a. ca. 15,6 Mio. Tonnen Transportbeton, ca. 13 Mio. Tonnen Ortsbeton und ca. 6,7 Mio. Tonnen Fertigteilbeton; insgesamt ca. 43 Mio. Tonnen.

20 VIBÖ: Wichtige Wirtschaftszahlen, Wien 1990

Ergebnis: Von Stein- und Keramikindustrie und Bauwirtschaft werden produziert:

Schotter, Kies, Sand:	**ca. 50 Mio. Tonnen**
Zement:	**ca. 4,8 Mio. Tonnen**
Ziegel u.ä.:	**ca. 2,3 Mio. Tonnen**
Sonstiges:	**ca. 2 Mio. Tonnen**
Doppelzählung Bergbau:	ca. - 4 Mio. Tonnen

Anzumerken ist, daß auch Branchen außerhalb der Bauwirtschaft Baumaterialien verbrauchen. Soweit Daten verfügbar sind (Roh- und Hilfsstoffverbräuche laut Industrie- und Gewerbestatistik), sind sie als Sammelpositionen und ohne Mengenangaben ausgewiesen (4900 "Baustoffe (Sand, Zement etc.)", 9920 "feuerfeste Materialien" und 9930 "keramische Produkte"). Insgesamt ergeben sich für "Baustoffe" 636,6 Mio. öS (v.a Holzverarbeitung, Metallbe- und -verarbeitung, Chemieindustrie und Gas- und Wärmeversorgung) , für "feuerfeste Materialien" 732,4 Mio. öS (v.a. Eisenerzeugung) und für "keramische Produkte" 580,9 Mio. öS (v.a. Metallbe- und -verarbeitung und Elektroindustrie). Folgende Bereiche sind damit noch nicht erfaßt: Land- und Forstwirtschaft, Elektrizitätswirtschaft, Kleingewerbe, Handel, Fremdenverkehr, private und öffentliche Dienste und der Haushaltsbereich (Heimwerker).
Da die mittleren Wert/Mengenrelationen in der Bauindustrie bei Schotter, Kies, Sand ca. 0,1 öS/kg, bei Transportbeton ca. 0,3 öS/kg sowie bei Gips. Kalk, Zement, Betonsteinerzeugnissen und Ziegeln ca 1 bis 1,5 öS/kg betragen und die Endverkaufspreise deutlich höher liegen dürften (Fertigmischungen, kleine Liefermengen), repräsentieren die oben genannten Werte vermutlich Mengen im Bereich von ca. 1,5 Mio. Tonnen. Für die nicht erfaßten Bereiche ist mit einer ähnlichen Größenordnung zu rechnen. Mit diesen Mengen dürfte der Fehlbetrag beim Zement erklärbar sein.

4.6. Außenhandel

Beim Außenhandel besteht das Problem darin, daß sowohl Rohstoffe als auch Halbfertig- und Fertigprodukte importiert werden. Eine Rechnung, die nur auf Primärinputs abzustellen versucht, hat v.a. mit Fertigprodukten Probleme. Es dominieren (v.a. beim Import) vorteilhafterweise Rohstoffe und rohstoffnahe Waren (v.a. Energieträger, Erze, Holz).

Zur Frage des Vormerkverkehrs:
1. Der Vormerkverkehr hat insgesamt keine überragende Bedeutung (ca. 7% der Importe).
2. Mit Blick auf die Ergebnisse des IFF zu einem physischen gesamtwirtschaftlichen Berichtssystem[21] ist auch der Vormerkverkehr bezüglich Transportaufkommen, Materialeffizienz und Emissionen (inkl. Abfallaufkommen) von Bedeutung.
3. Untersucht man einzelne Stoffe oder Produkte mit dem Ziel, Verwendung und Verbleib im Inland zu schätzen, so ist der Vormerkverkehr unbedingt im Detail zu beachten. Ziel der Untersuchung ist jedoch lediglich, Größenordnungen abzuschätzen.
4. Ist eine detaillierte Beherrschung des Vormerkverkehrs nicht möglich. Zwar ließe sich aktiver (Export/Import) und passiver (Reexport/Reimport) Vormerkverkehr entsprechend berücksichtigen. Jedoch wechselt ein Stoff im Zuge der Veredelung häufig die Warenkategorie (Code-Nr.) und die Ergebnisse sind nicht periodenrein.

---

21 IFF/ÖI: Verursacherbezogene Umweltindikatoren - Kurzfassung, Wien 1991

Die mengenmäßig bedeutendsten Daten des Außenhandels[22]:

Kapitel der Außenhandelsstatisik (inkl. Vormerkverkehr)	**Einfuhr**		**Anteil**	**Ausfuhr**		**Anteil**
	1.000 t		**in %**	**1.000 t**		**in %**
Waren tier. Ursprungs	111		(0,27)	250		(1,25)
Waren pflanzl. Ursprungs	1.072		(2,62)	1.418		(7,08)
tier. u. pflanz. Fette u. Öle	169		(0,41)	47		(0,23)
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	1.039		(2,54)	470		(2,35)
Waren des Agrarsektors gesamt:		2.391	**5,84**		2185	**10,90**
Schwefel,Steine,Erden,Gips,Zement	1.717		(4,19)	1.403		(7,00)
Erze, Schlacken	4.500		(10,98)	192		(0,96)
Kohle, Erdöl, Erdgas, Öle u. Wachse	17.335		(42,31)	414		(2,07)
Mineralische Stoffe gesamt:		23.552	**57,48**		2.009	**10,03**
Chemische Produkte		2.978	**7,27**		2.613	**13,04**
Kunststoffe		878	2,14		984	4,91
Holz		4.544	**11,09**		3.601	**17,97**
Papier		1.537	3,75		2.543	**12,69**
Textilien		270	0,66		328	1,64
Waren a. Steinen, Zement, Glas		874	2,13		750	3,74
Metalle&Metallwaren		2.394	**5,84**		3.901	**19,47**
Maschinen und Geräte		681	1,66		741	3,70
Transportmittel		546	1,33		209	1,04
Möbel usw.		243	0,59		113	0,56
Sonstige		86	0,21		61	0,30
GESAMT		40.974	100,00		20.038	100,00

Wie sich zeigt, werden die Importe von den Energieträgern mit 42,3 % dominiert. Weitere wichtige Positionen sind Erze und Schlacken sowie Holz mit je über 10 %. Bei den Exporten dominieren Papier und Holz.

22 ÖSTAT: Der Außenhandel Österreichs, Serie 1A, Wien 1989

4.7. Zusammenfassung

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ergibt folgende Gesamtbilanz an Primärinputs oder (hilfsweise) Produkten der ersten Verarbeitungsstufe:

Produktion	**Mio. Tonnen**
Landwirtschaft	ca. 33
Forstwirtschaft	ca. 17
Bergbau	ca. 14
Steine&Keramik	ca. 31
Bauwirtschaft	ca. 24
Produktion gesamt	ca. 119
Import	ca. 41
GESAMT	ca. 160

Nach Rohstoff- bzw. Produktgruppen gegliedert verteilt sich die Summe von ca. 160 Mio. Tonnen Material wie folgt (Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen):

	Produktion u. Import	Export u. Vormerkverkehr	Inlandsverbleib
	Mio. Tonnen	Mio. Tonnen	Mio. Tonnen
pflanzliche Rohstoffe und Produkte	60	8	52
Fossile Energieträger	22	0,4	22
Schotter, Sand, Kies	50	0,2	50
sonst. Baustoffe	11	2	9
Metallerze	7	0,2	7
Metalle,Metallwaren,Fahrz.,Masch.	4	2,9	1
Chemikalien, Kunststoffe	4	2,9	1
GESAMT	158	16	142

Für die Bestimmung des Inlandsverbleibs wird der Export (ohne Vormerkverkehr!) sowie beim Import nur der Vormerkverkehr in Abzug gebracht. Durch dieses Verfahren werden die Importe etwas überschätzt, die Exporte (Saldierung) vermutlich etwas unterschätzt.
Die Zuordnung bzw. Aufteilung mancher Positionen der Außenhandelsstatistik erfolgte gefühlsmäßig (Textilien, Möbel, Papier v.a. zu "pflanzliche Produkte"). Die Grundstruktur der Tabelle würde sich auch bei differenzierter Zuordnung wenig ändern, da die Massen relativ zu den Gesamtmengen gering sind.

5. UMWELTVERBLEIB

Um eine Gesamtbilanz der Stoffströme aufstellen zu können, ist es notwendig, die bisher untersuchte Aufkommens-Seite um eine Verwendungs- und Umweltverbleibs-Analyse zu ergänzen.

Wenig Ermittlungsprobleme beim Verbleib machen die Energieträger. Diese gehen weitgehend über die Abluft (v.a. in Form von CO_2) in die Umwelt über. Es muß lediglich der Aschenanfall ermittelt werden. Bestandsveränderungen spielen eine geringe Rolle. Der Bereich der Bauwirtschaft muß detaillierter untersucht werden (Bestandszuwachs!), ebenso der Abfall- und Abwasseranfall aus Produktion und Konsum. Schließlich verbleibt eine Restgröße, die sich zusammensetzt aus direkt in die Umwelt eingebrachten Stoffen (Düngemittel, Pestizide, Lösungsmittel, Abrieb von Autoreifen usw.), einem Bestandsaufbau bei Anlagen, Maschinen und langlebigen Konsumgütern und einer statistischen Differenz.

5.1. Analyse des Bundes-Abfallwirtschaftsplans

Den ersten Schritt stellt eine Analyse der Abfallströme dar, wobei v.a. auf den Bundes-Abfallwirtschaftsplan und die zugehörigen Materialienbände sowie auf die Abfallerhebung Industrie der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft abgestellt wird.

In den Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan[23] findet sich eine Aufstellung der gefährlichen und der nicht gefährlichen Abfälle nach Masse. Im folgenden wird eine kurze Analyse dieser Daten durchgeführt mit dem Ziel einer Einbindung in die Stoffstrombilanz.

Der BAWP (Bundes-Abfallwirtschaftsplan) geht von einer gesamten Abfallmenge von rund 44 Mio. Tonnen aus. Davon sind 43,5 Mio. Tonnen nicht gefährlicher und 0,62 Mio. Tonnen gefährlicher Abfall. Die Datenbasis ist speziell im Bereich der Bauwirtschaft noch eher schwach, die entsprechenden Fehlertoleranzen sind hoch. Eine Studie zur Verbesserung der Datenlage in diesem Bereich ist geplant. In den anderen Bereichen sind die Daten besser (Auswertung der Begleitscheine, Abfallerhebung Industrie der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft usw.). Es wird jedoch **nicht** die Gesamtmenge von rd. 44 Mio. Tonnen Abfall umweltrelevant, wie in der Folge gezeigt wird.

Das UBA geht von einem Abfallbegriff aus, dessen Kern die "Entledigungsabsicht" ist.
Daher sind in der Gesamtmenge etwa enthalten: das im Inland gesammte Altpapier, Altglas und Altmetall, die getrennt gesammelten biogenen Abfälle, ca. 400.000 Tonnen Rinde und etwa ebensoviel Sägemehl und -späne, der gesamte Klärschlamm und die gesamte Hochofenschlacke. Die aufgezählten und einige weitere Abfallkategorien werden zumindest teilweise recycliert oder weiterverwendet (etwa als Wertstoff verkauft oder energetisch genutzt). Dies zeigt deutlich die Abfallerhebung Industrie der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft: von 9,5 Mio. Tonnen Abfall im Sinn des BAWP werden 5,48 Mio. Tonnen innerbetrieblich verwertet (z.B. zum Verkauf aufbereitet) und 2,1 Mio. Tonnen sofort als Wertstoffe verkauft. Auf Deponien gelangen lediglich 2,1 Mio. Tonnen, 1 Mio. Tonnen wird thermisch verwertet bzw. entsorgt.

---

[23] BMUJF: Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Band 5 Abfallwirtschaftliche Erhebungen, Meldungen und Schätzungen von 1984 - 1991, S. 41 ff. und 48 ff., Wien 1992

Ein Teil der in der Bauwirtschaft anfallenden Abfälle i.S. des BAWP wird ebenfalls wiederverwertet (z.T. Bitumen/Asphalt, z.T. Mutterboden (in der Kategorie "Bodenaushub" enthalten), z.T. mineralischer Bodenaushub (u.a. als Schotter usw., vgl. Kap. 4.5)).

Dem "Entledigungsansatz" entsprechend enthält die Gesamtsumme von 44 Mio. Tonnen auch "Doppelzählungen", etwa das gesamte Altpapier **und** die bei der Altpapieraufbereitung anfallenden Abfälle oder die bei der Abfallverbrennung anfallende Asche. Dieser Effekt ist vermutlich auch in der Erhebung der Bundeskammer anzutreffen. Zwar ist im Fragebogen eine entsprechende Kategorie "Menge **nach** innerbetrieblicher Behandlung" vorgesehen, aus der Publikation ist jedoch eine detaillierte Darstellung der Stoffströme (brutto vs. netto) nicht ableitbar.

Der BAWP geht also von einem "Bruttokonzept"[24] bei den Abfällen aus, es handelt sich um eine **Abfall- UND Altstoffabschätzung**. In den Materialienbänden finden sich auch entsprechende Hinweise über die derzeitige Verwertung. In der Begrifflichkeit der hier angestellten Betrachtungen verläßt ein Teil der Abfälle im Sinn des BAWP das Wirtschaftssystem **nicht**.

Eine detaillierte Analye der Abfalldaten ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Daher werden nur die größeren Ströme abgeschätzt, um eine Gesamtbilanzierung einschließlich des Umweltverbleibs vornehmen zu können. Die wesentlichen Daten zeigt die Tabelle auf S. 17.

Es zeigt sich, daß **mindestens 5 Mio. Tonnen** das System nicht oder nicht als Abfall (energetische Nutzung) verlassen. Auch einige nicht angeführte Abfallarten werden recycliert oder weiterverwendet. Beispiele sind etwa verschiedene Rückstände der Nahrungsmittelindustrie (insgesamt ca. 0,5 Mio. Tonnen - Verwendung als Futtermittel), ebenso geringe Mengen an Kunststoffabfällen. Darüberhinaus ergeben sich Definitionsprobleme. Ist die Ausbringung von Klärschlämmen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen Düngung oder eine Form der Deponierung? Ist die Verfüllung von Bodenaushub oder Aschen Landschaftsgestaltung oder Deponierung? Die Entledigungsabsicht jedenfalls dürfte i. d. Regel gegeben sein.

Die verbleibenden maximal 39 Mio. Tonnen setzen sich in etwa zusammen aus:

Bodenaushub:	ca. 15 Mio. Tonnen
Rückst. u. Schlämme a. Abwasserbeh. u.ä.:	ca. 6,7 Mio. Tonnen
Bestandsabgänge Bauten (Deponie):	ca. 6,5 Mio. Tonnen
Abfälle aus Produktion:	ca. 8 Mio. Tonnen
Abfälle aus Konsum:	ca. 3 Mio. Tonnen

Diese Daten sind allerdings zu ergänzen. Der BAWP stützt sich über weite Bereiche auf die Abfallerhebung Industrie[25] der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft. Diese Erhebung erfaßt nur die Industrie mit einem Repräsentationsgrad (bezogen auf Beschäftigte) von 82,7 %. Damit wären die Abfälle aus Produktion hochzurechnen auf die gesamte gewerbliche Wirtschaft (insbes. Großgewerbe). Hier wird angenommen, daß eine Untererfassung im Ausmaß von etwa 3 bis 4 Mio. Tonnen vorliegt. Das Kleingewerbe dürfte im Systemmüll enthalten sein. Die **Abfälle aus Produktion und Konsum** werden (ohne Bestandsabgänge aus Bautätigkeit) auf **ca. 15 Mio. Tonnen** zu schätzen sein. Darin sind u.a. enthalten 1,5 Mio. Tonnen Baustellenabfälle und 1,2 Mio. Tonnen Aschen, Schlacken und Filterstäube aus Verbrennung.

---

24 Leider ist auch dieses Prinzip nicht vollständig durchgehalten worden. Etwa wurde bei den Aschen und Stäuben aus Verbrennung das Nettoprinzip angewendet und die als Zementzuschlag u.ä. verwertete Asche kommt in der Gesamtsumme des BAWP nicht vor.

25 Zum Teil sind allerdings für den BAWP (nicht dokumentierte) Umrechnungsschritte vorgenommen worden.

Die wesentlichsten Abfallmengen und deren geschätzter Umweltverbleib:

S-Nr.	Bezeichnung	Menge (t)	Netto (t)	Anmerkung
31411	Bodenaushub	15.000.000	< 15.000.000	Nutzung unbekannt
945	stab. Schlämme Abwasser 5%	5.500.000	5.500.000	55% Deponie (?)
31409	Bauschutt	2.500.000	2.500.000	geringe Mengen rec.
31410	Straßenaufbruch	2.250.000	2.000.000	>70% Deponie
91101	Systemmüll	2.060.000	< 2.060.000	kaum Recycling
91206	Baustellenabfälle	1.500.000	< 1.500.000	kaum Recycling
31219	Hochofenschlacke	1.383.100	15.000	15.000 Deponie
18720	Papier, Pappe	1.140.000	600.000	>400.000 Altpapier
54912	Bitumen, Asphalt	1.000.000	< 1.000.000	(?)
94303	Fäkalschlamm Hauskläranl. usw.	1.000.000	1.000.000	(?)
31301	Flugasche,Stäube a.Feuerungsanl.	900.000	900.000	vermutl. Nettowert
31427	Betonabbruch	700.000	< 700.000	
31221	sonst. Schlacke Stahlerzeugung	558.500	< 558.500	(?)
17101	Rinde	433.800	200.000	energet., Streumat.
31418	Gesteins&Polierstäube	400.000	400.000	(?)
917	Grünabfälle	400.000	--	überw. kompostiert
351	Eisen- und Stahlabfälle	399.250	20.000	20.000 Deponie[26]
137	Tierische Fäkalien	370.000	370.000	(?)
17103	Sägemehl- späne/sauber	365.500	--	großteils energet.
31220	Konverterschlacke	302.400	35.000	35.000 Deponie
91501	Straßenkehricht	300.000	300.000	(?)
17202	Bau- und Abbruchholz	250.000	--	energetisch (?)
31111	Hütten- und Gießereischutt	238.400	238.400	(?)
131	Schlachtabfälle	220.000	--	Futtermittel
91101	Rückstde biolog. Abfallbehandlg	200.000	200.000	(?)
91401	Sperrmüll	200.000	200.000	(?)
17201	Holzeballagen-abfälle/sauber	184.200	--	energet(?)
31625	Erdschlamm, Sandschlamm	160.000	160.000	Deponie
11112	Rübenschnitzel	150.000	--	verwertet
31401	Gießerei-Altsand	150.000	150.000	Nettowert
31613	Gipsschlamm	132.900	132.900	(?)
31408	Glas/Altglas	130.000	70.000	70.000 Deponie
31306	Holzasche/Strohasche	110.000	< 110.000	teilw. Düngung
31421	Kohlenstaub	100.400	4.000	97.000 recycliert
13402	Konfiskate (Schlachtabfall!)	100.000	--	Futtermittel
	GESAMT	**40.788.450**	**< 35.923.800**	**Saldo: > 4.864.650**

26 nach Daten laut Abfallerhebung Industrie: ca. 500.000 Tonnen. Schrotteinsatz in Österreich ca. 800.000 Tonnen

5.2. Ausgewählte Teilbilanzen

Für einige wesentliche Bereiche, in denen zusätzliche Informationen nötig sind, werden in der Folge Bilanzen aufgestellt.

Bauwirtschaft (Bautätigkeit)

Für die Bauwirtschaft läßt sich folgende Bilanz schätzen:

INPUT (Baustoffe)	Mio. t	Mio. t	OUTPUT (Verbleib)
Import	2,0	2,0	Export
Sand, Kies, Schotter	49,5	1,5	Baustellenabfälle
Ziegel, Natursteine	2,5	59,1	**Bestandszugang**
Zement	4,8		
Metalle	0,5		
Kunststoffe	0,3		
Holz (Annahme)	3,0		
Gesamt	62,6	62,6	

Für die Bauwirtschaft wird im BAWP[27] ein Abfallaufkommen aus Baurestmassen von ca. 22 Mio. Tonnen geschätzt, wobei der größte Teil Bodenaushub ist. Bauschutt, Straßenaufbruch, Bitumen/Asphalt und Betonabbruch[28] zusammen ergeben lediglich 6,5 Mio. Tonnen. Hinzu kommen noch 1,5 Mio. Tonnen Baustellenabfälle.

Weder die Input-Daten noch die Daten aus dem BAWP weisen eine hohe Genauigkeit auf. Dennoch läßt sich insgesamt sagen, daß die Bauwirtschaft Material in der Größenordnung von ca. 63 Mio.Tonnen verbraucht. Der **Bestandszugang an Bauten beträgt ca. 59 Mio. Tonnen**, der **Bestandsabgang ca. 7 Mio. Tonnen**. Damit beträgt der **Nettozuwachs an Bauten ca. 52 Mio. Tonnen.**

27 BMUJF: Bundesabfallwirtschaftsplan, S. 10, Wien 1992
28 BMUJF: Materialien zum Bundesabfallwirtschaftsplan Band 5, S. 49, Wien 1992
29 ÖSTAT: Statistisches Handbuch 1991, S. 181

Tierfutter/Anfall von Wirtschaftsdünger

Schätzung für Tierfutterverbrauch und tierische Produktion:

INPUT (Tierfutter)	Mio. t	Mio. t	OUTPUT
Import	1	0,8	Fleisch, Fett
Inland (geschätzt)	24	0,3	Schlachtabfälle
Milch	0,7	0,7	Futtermilch
Futtermittel Inland (Minimum)	0,7	1,0	Milch&Milchprodukte
	--	0,1	Eier usw.
Gesamt	26,4	2,0	Gesamt

Der Verbrauch an Tierfutter beträgt in Österreich ca. 26 Mio. Tonnen. Diese werden umgesetzt in ca. 1,1 Mio. Tonnen Lebendfleisch und ca. 3,3 Mio. Tonnen Milch. Die Milch wird überwiegend zu Milchprodukten verarbeitet. Ca. 1 Mio. Tonnen Milch und Milchprodukte kommen in den Endverbrauch.
Durch die tierische Atmung werden jährlich geschätzte 8 bis 12 Mio. Tonnen CO_2 (!!) freigesetzt, das entspricht 2,2 bis 3,3 Mio. Tonnen Kohlenstoff. Die von den Nutztieren ausgeschiedenen Fäkalien- und Harnmengen sind schätzbar.

Ergebnis der Schätzung[30] der Fäkalien- und Harnmengen:

Tierart	Anzahl	Fäkalien[31]	Harn
	(Dez. 1987)	Mio. Tonnen	
Rinder	2.589.509	33,08	13,89
Schweine	3.946.997	0,30	0,19
Hühner	14.503.801	0,93	--
Gesamt	--	**34,31**	**14,08**

Der Fehlbetrag zwischen Düngeranfall und Saldo Tierfutter/Output der Tierhaltung beträgt ca. 10 Mio. Tonnen und dürfte sich aus unterschiedlichen Wassergehalten[32] erklären. Für die Gesamtbilanz wird der Düngeranfall dem Saldo Tierfutter/Output der Tierhaltung gleichgesetzt.

Austrittsweg Abwasser/Klärschlamm

Da die Klärschlamm-Menge laut BAWP einen Wassergehalt von 95-97% aufweist, stellt sich hier dasselbe Problem.
Eine Hochrechnung[33] des Nahrungsmittelverbrauchs im Endkonsum (ohne Bier und Wein) ergibt eine Menge von ca. 4 Mio. Tonnen. Davon wird maximal eine Mio. Tonnen als Abfall entsorgt. Die von der Nahrungsmittelindustrie (inkl. Zuckerfabriken) über das Abwasser entsorgte Menge ist unbekannt, ähnliches gilt für andere Industriezweige. Zudem werden die Abwässer weder zur Gänze erfaßt noch in den Kläranlagen zur Gänze gereinigt Für die Gesamtbilanz wird angenommen, daß mindestens 7 Mio. Tonnen Material (gerechnet mit Wassergehalt)über das Abwasser entsorgt werden.

---

30 Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltprobleme der Landwirtschaft, Stuttgart 1987; eigene Berechnungen

31 laut Materialien zum BAWP, Band 1, SN 13700: 37 Mio. Tonnen

32 Nach Sachverständigenrat für Umweltfragen (op. cit.) ist pro GVE und Jahr mit einem Anfall von 1 Tonne organischer Trockenmasse zu rechnen. Für Österreich wären das ca. 2 Mio. Tonnen jährlich.

33 Auf Basis der Angaben zum "durchschnittlichen Lebensmittelverbrauch" laut BMLF: Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1988, Wien 1989, S. 171

6. VERWEILDAUER UND VERWENDUNG

Von knapp 160 Mio. Tonnen Materialien stehen ca. 140 Mio. Tonnen im Inland für verschiedene Verwendungszwecke zur Verfügung, davon sind ca. 60 Mio. Tonnen Bestandszugang bei Bauwerken.

Wasser und Luft verlassen das System (die "Technosphäre") in der Regel nach kurzer Zeit wieder. Ein Teil der Materialien verbleibt längere Zeit im System.

Eine Abschätzung des Verwendungszwecks der Materialien ergibt:

	Inlandsverbleib	Verwendungszweck (geschätzt)
	Mio. Tonnen	Mio. Tonnen
pflanzliche Rohstoffe und Produkte	52	3 Bauwirtschaft; 1 Gebrauchsgüter (Möbel, Papier); 9 Verbrennung; 13 Verbrauchsgüter (Nahrungsmittel, Papier); 26 Viehfutter
Fossile Energieträger	22	20 Verbrennung; 2 Chemikalien, Kunststoffe
Schotter, Sand, Kies	50	50 Bauwirtschaft
sonst. Baustoffe	9	7 Bauwirtschaft, 2 Erzverhüttung u.a.
Metallerze	7	ca. 2 Bauwirtschaft; ca. 6 andere Zwecke
Metalle, Metallwaren, Fahrzeuge, Maschinen	1	>1/2 Gebrauchsgüter, <1/2 Verbrauchsgüter
Chemikalien, Kunststoffe	1	<1/2 Bauwirtschaft; >1/2 Verbrauchsgüter
GESAMT	142	langlebig ca. 67, kurzlebig ca. 75

Es zeigt sich, daß knapp die Hälfte der insgesamt verwendeten Materialien einer längerfristigen Verwendung (Bestandszufluß) zugeführt wird, während die andere Hälfte rasch (binnen Jahresfrist) wieder aus dem System ausgeschieden wird. Die größten Einzelposten stellen dabei Baustoffe (hohe Verweildauer) sowie Energieträger und Viehfutter dar. Natürlich sagt der Verwendungszweck (im Sinn von Bestimmungsort) nicht viel darüber aus, wieviel Material tatsächlich der Verwendung zugeführt wird (Materialeffizienz) und wieviel auf verschiedenen Verarbeitungsstufen als Emission **vorzeitig** ausscheidet. Dieser Anteil dürfte abgesehen vom Verwendungszweck "Bauwirtschaft" relativ hoch sein.

6.1. Langfristige Verwendung (Gebrauchsgüter)

Der Primärinput für Zwecke der Bauwirtschaft beträgt ca. 63 Mio. Tonnen, wobei ein (unbekannter, eher geringer) Teil dieses Materials die Bauwirtschaft nicht erreicht, sondern bereits in der vorgelagerten Produktionen als Abfall, Staubemission etc. ausscheidet. Die Lebensdauer von Gebäuden und Straßen dürfte hoch sein (im Mittel ca. 30-50 Jahre).

Es verbleibt ein Rest von ca. 2-4 Mio. Tonnen, der sich auf Maschinen, Anlagen, Fahrzeuge und Gebrauchsgüter (Möbel, Textilien, Papier, Kühlschränke usw.) verteilt. Die Lebensdauer dieser zweiten Kategorie dürfte deutlich geringer sein (im Mittel ca. 5-10 Jahre).

6.2. kurzfristige Verwendung (Verbrauchsgüter)

Von ca. 75 Mio. Tonnen Materialien, die einer kurzfristigen Verwendung zugeführt werden, entfallen ca. 26 Mio. Tonnen auf Futter für Fleisch- und Milchproduktion. Diese Materie landet überwiegend als Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen oder wird veratmet. In der gleichen Größenordnung liegen mit ca. 29 Mio. Tonnen die Energieträger (fossil und biogen), die v.a. als CO_2 in der Luft landen. Die dritte Position nehmen die Nahrungsmittel ein.

6.3. Bestände

Über die Materialbestände im System "österreichische Volkswirtschaft" liegen keine Daten vor. Wenn man annimmt, daß der Bestandszuwachs von 52 Mio. Tonnen (netto) über die letzten 40 Jahre konstant war, ergibt sich seit dem letzten Weltkrieg ein Gesamtzugang von ca. 2.000 Mio. Tonnen. Unter Beachtung des Vorbestandes kann der Bestand an Bauwerken auf ca. 3.000 Mio. Tonnen geschätzt werden[34]. Die Bestände an Anlagen, Maschinen und anderen Gebrauchsgütern dürften (siehe 6.1) ca. 20-50 Mio. Tonnen ausmachen.

7. ZUSAMMENFASSUNG UND ERGEBNIS

Das österreichische sozio-ökonomische System weist damit folgende jährliche Zuflüsse auf:

Wasser:	**ca. 3.300 Mio. Tonnen**
Luft:	**ca. 300 Mio. Tonnen**
Materialien:	**ca. 160 Mio. Tonnen**

Von den 160 Mio. Tonnen Materialien werden etwa 60 Mio. Tonnen akkumuliert. Grafik 1 (S. 22) zeigt die Massenströme im Überblick[35].
Anscheinend handelt es sich bei dem betrachteten System um ein Lebewesen: es benötigt sehr viel Wasser, Luft und organisches Material[36]. Vor allem der Wasserverbrauch ist enorm. Auch wenn man den Verwendungszweck "Kühlwasser" außer Ansatz läßt, fließen ca. 1.300 Mio. Tonnen Wasser jährlich durch das System.

Grafik 2 (S. 23) zeigt die in diesem Bericht erarbeiteten Daten[37] für die Materialienströme. Eine Analyse von Grafik 2 zeigt, daß der größte Teil der Materialien menschlichen Grundbedürfnissen dient. Wohnung, Nahrung, Raumwärme und Mobilität erklären praktisch den gesamten Materialdurchfluß. Die drei wesentlichsten Ströme sind Baustoffe, Energieträger und Nahrungsmittel. Dies verdeutlicht die Bedeutung des privaten Konsums bzw. der dahinterstehenden Bedürfnisstruktur als eine der wesentlichen Determinanten des Stoffdurchsatzes.

Auffallend ist auch, daß das System immerhin drei Viertel seines Materialbedarfs im Inland deckt. Dennoch ist der Nettoimport (jedenfalls auf der Güterseite) sehr ausgeprägt.

---

[34] Nach einer Schätzung von Baccini (Vortrag gehalten anläßlich der ÖIKOS-Konferenz "Sustainable Development", 25.-27. Juni 1992, St. Gallen) beträgt der Bestand pro Einwohner (Westeuropa) ca. 200-300 Tonnen. Auf Österreich hochgerechnet ergäbe das ca. 1,5-2,3 Mrd. Tonnen.

[35] In EAWAG: RESUB - Der regionale Stoffhaushalt im unteren Bünztal, Dübendorf 1990 ergeben sich ähnliche Relationen für eine Region der Schweiz.

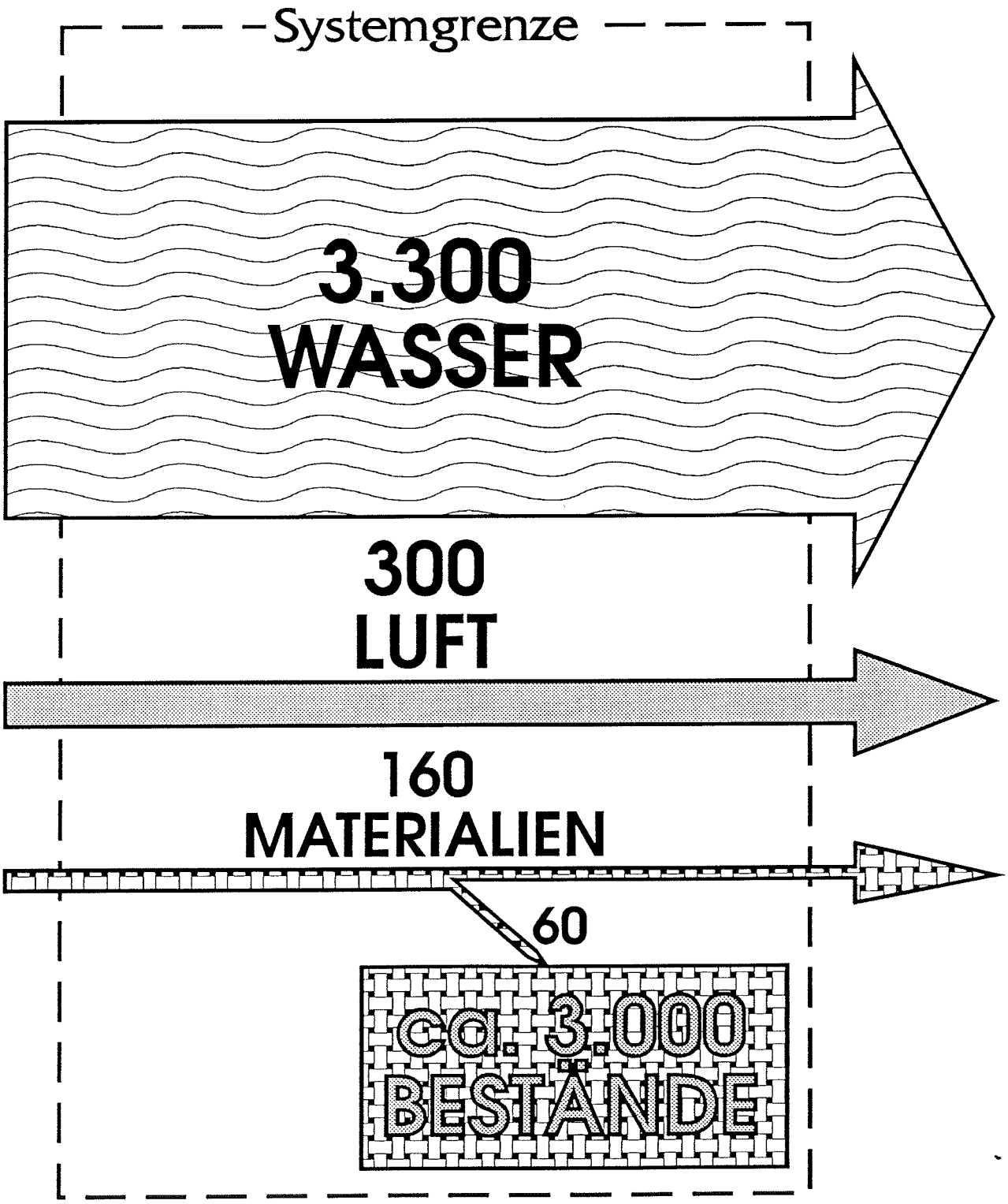
[36] Inwieweit das Verbrauchsmuster demjenigen von in unseren Breiten lebenden Arten entspricht, wäre von einem Biologen, Zoologen oder Tierphysiologen zu klären.

[37] Der Entnahmestrom "Andere" (ca. 9 Mio. Tonnen) beinhaltet v.a. Bergbauprodukte (Kalkstein, Tone, Magnesit, Salz usw.). Der Abgabestrom "statistische Differenz" enthält neben dem Saldo der Schätzfehler bei den anderen Materialströmen auch einige quantifizierbare Mengen:
Absichtlich an die Natur abgegebene Stoffe, etwa Handelsdünger (laut Gerhold S.: Stoffstromrechnung Düngemittel, Stat. Nachr. 1990/4, S. 265 ca. 1,3 Mio. Tonnen), Pestizide (laut Gerhold S.: Stoffstromrechnung Pestizide, Stat. Nachr. 1990/7 ca. 26.000 Tonnen) oder Streusalz (laut ÖSTAT: Umweltdaten 1985, S. 90 mindestens 110.000 Tonnen für 1984).
Die über die Abluft abgegebene Menge enthält nur Verbrennungsprodukte. Nicht enthalten sind Stäube aus anderen Quellen (Prozeßemissionen, Reifen- und Bremsenabrieb usw.) sowie etwa Lösungsmitteldämpfe.
Schließlich ist darin ein eventueller Bestandszuwachs (weil nicht quantifizierbar) bei den Gebrauchsgütern enthalten. Letzterer dürfte gering sein (unter 0,5 Mio. Tonnen).

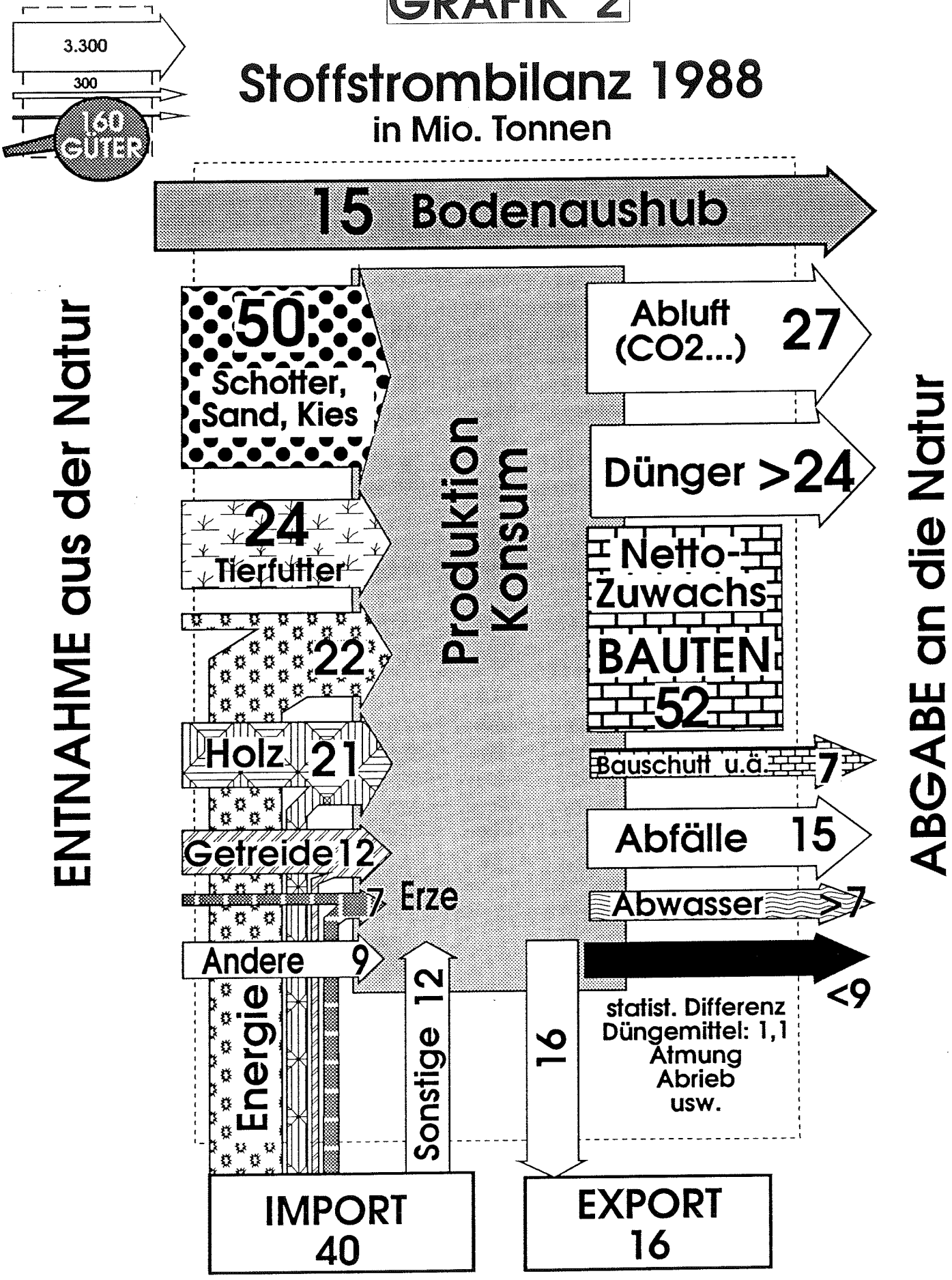
GRAFIK 1

DURCHFLUSS 1988

in Mio. Tonnen pro Jahr



GRAFIK 2


3.300
300
160 GÜTER
Stoffstrombilanz 1988
in Mio. Tonnen
15 Bodenaushub
ENTNAHME aus der Natur
50 Schotter, Sand, Kies
24 Tierfutter
22
Holz 21
Getreide 12
7 Erze
Andere 9
Energie
Sonstige 12
IMPORT 40
Produktion Konsum
16
EXPORT 16
Abluft (CO2...) 27
Dünger >24
Netto-Zuwachs
BAUTEN 52
Bauschutt u.ä. 7
Abfälle 15
Abwasser >7
<9
statist. Differenz
Düngemittel: 1,1
Atmung
Abrieb
usw.
ABGABE an die Natur

8. EMPFEHLUNGEN

Der Bericht muß notgedrungen an der Oberfläche bleiben. Die brisanten ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Fragen werden nur gestreift. Eine wenigstens exemplarische Vertiefung in einigen Bereichen wäre sehr wünschenswert.

kurzfristige Verbesserungen:
Mit relativ geringem Aufwand ließe sich die Datenqualität des vorliegenden Berichts heben. Ansatzpunkte wären:
- fundiertere Schätzung des Wasserverbrauchs der Landwirtschaft,
- fundierte Schätzung der Grünfutterentnahme der Landwirtschaft,
- detailliertere Untersuchung einer Reihe wichtiger Technologien[38] (Sauerstoff- und Stickstoffproduktion, Zementproduktion, Eisenerzverhüttung, chemische Basisverfahren (z.B. Kunststofferzeugung), Aufstellen einer Bitumen/Asphalt-Bilanz, Schätzung der Entnahme von Ton für die Ziegelherstellung),
- grobe Untersuchung der Produktgruppen (Textilien, Kunststoffe, Papier...), um ihre Stoffzusammensetzung genauer schätzen zu können,
- der (mengenmäßig kleine) Teil des Materialstroms mit der toxikologisch größten Relevanz (im Bericht: Metalle und Metallwaren, Chemikalien und Kunststoffe) sollte etwas detaillierter untersucht werden, wobei auf eine Reihe von Vorarbeiten (etwa des ÖSTAT) zurückgegriffen werden könnte,
- Es sollte nach Abschluß der o.g. Schritte versucht werden, den Grad der Kompatibilität mit der Emissionsseite - insbesondere bezüglich Abwasser - abzutesten (wie in dieser Arbeit mit dem BAWP geschehen).

längerfristiges Ziel:
Längerfristig wäre wohl angezeigt (und vermutlich eine lohnende Aufgabe), eine Art **"Stoffluß-bild Österreich"** ins Auge zu fassen. Ähnlich den bereits eingeführten Energieflußbildern wäre zu versuchen, den Weg von Materialien von der Entnahme bis zum Verlassen des Wirtschaftssystems nachzuzeichnen, sodaß sich ein Gesamtbild ergibt, das Naturentnahmen (ev. im Zusammenhang mit Schätzungen der NPP[39]), Importe/Exporte, Abfallaufkommen und -verbleib, Emissionen in Luft und Wasser sowie Bestandszugänge und Bestände wenigstens auf einer aggregierten Ebene zusammenführt.

Derartige Informationen wären sowohl für die Umweltpolitik als auch für andere Politikbereiche (etwa im Rahmen eines physischen Systems zur "ÖKO-VGR") brauchbare Entscheidungsgrundlagen.

Schließlich wären internationale Pro-Kopf-Vergleiche eine interessante Ergänzung.

---

[38] vgl. Payer H.: Indikatoren der Materialintensität der österreichischen Wirtschaft, IFF-Soziale Ökologie, Wien 1991

[39] vgl. Haberl H.: Gezielte Eingriffe in Lebensprozesse, IFF-Soziale Ökologie, Wien 1991

Literaturverzeichnis

Alder R.: Revidierte Fassung der Endgültigen Energiebilanz 1988, in: Statist. Nachrichten 6/1992

BMLF: Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1988, Wien 1989

BMUJF, BMLF (Hg.): Fachgrundlage zur Beurteilung der Deponiefähigkeit von Bauschutt, Wien 1991

BMUJF: Bundesabfallwirtschaftsplan, Wien 1992

BMUJF: Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Band 1, Wien 1992

BMUJF: Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Band 5, Abfallwirtschaftliche Erhebungen, Meldungen und Schätzungen von 1984 - 1991, Wien 1992

BMWA: Beschreibung und Wärmeschaltbilder der Wärmekraftwerke, Wien 1989

BMWA: Betriebsstatistik 1988, Wien 1989

BMWA: Energiebericht 1990, Wien 1990

Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft: Abfallerhebung Industrie, Wien 1992

EAWAG: RESUB - Der regionale Stoffhaushalt im unteren Bünztal, Dübendorf 1990

Gerhold S.: Stoffstromrechnung: Düngemittel, Statist. Nachrichten 1990/4

Gerhold S.: Stoffstromrechnung: Pestizide, Statist. Nachrichten 1990/7

Gerhold S.: Stoffstromrechnung: Holzbilanz 1955 - 1991, Statist. Nachrichten 1992/8

Haberl H.: Gezielte Eingriffe in Lebensprozesse, IFF-Soziale Ökologie, Wien 1991

IFF/ÖI: Verursacherbezogene Umweltindikatoren - Kurzfassung, Wien 1991

ÖSTAT: Umweltdaten - Ausgabe 1985, Wien 1985

ÖSTAT: Industrie- und Gewerbestatistik 1988 - 1. Teil, Wien 1989

ÖSTAT: Landwirtschaftliche Maschinenzählung 1988, Wien 1989

ÖSTAT: Außenhandelsstatistik 1988, Serie 1 A, Wien 1989

ÖSTAT/UBA: Umwelt in Österreich - Daten und Trends 1991, Wien 1991

ÖSTAT: Industriestatistik 1988 - Teil 2, Wien 1991

ÖSTAT: Baustatistik 1988 - 2. Teil, Wien 1990

ÖSTAT: Gewerbestatistik 1988 - 2. Teil A, Wien 1991

ÖSTAT: Wirtschaftsstatistik 1989 der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, Wien 1991

ÖSTAT: Statistisches Handbuch 1991, Wien 1991

ÖVGW: Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs 1988, Wien 1990

Payer H.: Indikatoren der Materialintensität der österreichischen Wirtschaft, IFF-Soziale Ökologie, Wien 1991

Römpps Chemie-Lexikon, 8. A., Stuttgart 1979

Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltprobleme der Landwirtschaft, Stuttgart 1987

Steurer A.: Emissionsfaktoren und Umweltindikatoren, Projektbericht, IFF-Soziale Ökologie, Wien 1991

Supersperg H./Cepuder P.: Beregnungswasserbedarf im Marchfeld, in: Österreichische Wasserwirtschaft, Heft 7/8 1990

VIBÖ: Wichtige Wirtschaftszahlen, Wien 1990

Winnacker/Küchler: Chemische Technologie, 4. A., München 1984