

Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien

Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien

Projekt PILOT

erstellt vom

Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft
der Technischen Universität Wien

Im Auftrag der
COMPRESS Verlagsgesellschaft m.b.H. & Co KG
und der Wiener Internationalen Zukunftskonferenz

Wien, Januar 1996

Ausgearbeitet von:

Dipl.-Ing. Christoph LAMPERT
Dipl.-Ing. Leo MORF
Dipl.-Ing. Richard OBERNOSTERER
Dipl.-Ing. Helmut RECHBERGER
Mag. Iris REINER
o.Univ.Prof. Dr. Paul H. BRUNNER

Projektleitung:

Mag. Hans DAXBECK

Grafische Gestaltung:

Ing. Ingeborg HENGL

Impressum:

Technische Universität Wien
Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft
Abteilung Abfallwirtschaft
A-1040 Wien, Karlsplatz 13/226.4
Tel.: +43/1/58801-3196
Fax: +43/1/504 22 34

Kurzfassung

Nachdem in einer ersten Studie die Bedeutung des Instrumentes "Stoffflußanalyse" für eine nachhaltige urbane Entwicklung gezeigt werden konnte, bestand das Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes in der erstmaligen Untersuchung des anthropogenen Metabolismus der Stadt Wien anhand der drei Stoffe Kohlenstoff, Stickstoff und Blei. Da parallel dazu mit derselben Methodik durch das Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien der natürliche Stoffwechsel von Kohlenstoff, Stickstoff und Blei in Wien untersucht wurde, besteht jetzt eine wertvolle Basis um in Zukunft 1. die Wechselwirkungen menschlicher Aktivitäten mit der natürlichen Umwelt zu vergleichen sowie um 2. die Stadt Wien bezüglich der drei untersuchten Stoffe in Richtung Nachhaltigkeit zu gestalten.

Im Vordergrund des Projektes standen *methodische Fragestellungen*: Ist es überhaupt möglich, für die ausgewählten Elemente Stoffbilanzen für die Stadt Wien zu erstellen? Wie kann man den Aufwand zur Bestimmung der unzähligen Stoffflüsse und -lager minimieren? Welche Daten müssen gemessen werden, welche können hergeleitet respektive bilanziert werden? Die wichtigsten *Fragen aus inhaltlicher Sicht* waren: Welches sind die dominierenden Flüsse und Lager für Kohlenstoff, Stickstoff und Blei in Wien? Welches sind effiziente Maßnahmen, um den Stoffhaushalt der Stadt Wien bezüglich langfristiger Umweltverträglichkeit und optimaler Rohstoffnutzung zu steuern? Welche praktische Bedeutung haben die Untersuchungen für die Stadt Wien?.

Das Vorgehen zur Beantwortung dieser Fragen bestand darin, anhand von verfügbaren Daten der statistischen Ämter von Bund, Land und Stadt, anhand von Literatur und von früheren Arbeiten des Institutes für Wassergüte und Abfallwirtschaft den Stoffwechsel der Stadt Wien zu analysieren und quantitativ zu beschreiben. Im ersten Schritt wurde dazu eine Güteranalyse durchgeführt. Im zweiten Schritt wurden die Konzentrationen an Kohlenstoff, Stickstoff und Blei in diesen Gütern gesucht. Anschließend wurden die Stoffflüsse und -lager berechnet respektive abgeschätzt.

Folgende Resultate wurden erhalten: Es ist prinzipiell möglich, den Stoffhaushalt einzelner Stoffe einer Stadt zu analysieren und zu bestimmen. Für diejenigen Elemente, für die, beispielsweise aus Gründen der Energieversorgung, bereits viele Daten vorhanden sind, ist eine Stoffbilanz relativ einfach zu erstellen (Kohlenstoff). Schwierigkeiten ergeben sich für diese Stoffe höchstens für die Zuordnung zu definierten Prozessen innerhalb oder außerhalb der Systemgrenzen (z.B. Pendler, Touristen etc.). Für Stoffe, die bisher nur punktuell betrachtet wurden (z.B. Blei als Treibstoffzusatz), ist eine genaue Bilanzierung deshalb noch nicht möglich, weil bisher eine systematische Auseinandersetzung mit der Methodik der Erfassung aller wichtigen Flüsse und Lager noch nicht stattgefunden hat. Trotzdem können auch für solche, erst mangelhaft erfaßbare Stoffe bereits wichtige Aussagen getroffen werden.

Aus inhaltlicher Sicht überrascht zuerst der große jährliche Stoffimport in die Stadt Wien von 300 Mio. Tonnen, entsprechend rund 200 Tonnen pro Einwohner. Rund die Hälfte dieser Menge fließt durch die privaten Haushaltungen, der Rest durch Industrie, Gewerbe und Dienstleistung inkl. Infrastruktur. Ungefähr 75 % des Güterflusses besteht aus Wasser, 18 %

aus Luft und “nur” 2-5 % aus Baumaterialien und 1 % aus den restlichen Produktions- und Konsumgütern. Der Stoffinput ist größer als der Output, die Stadt Wien wächst somit. Der Output besteht als Spiegel des Inputs wiederum vorwiegend aus (Ab-)Wasser und (Ab-)Luft. Die große Bedeutung der Maßnahmen zur Versorgung und Entsorgung des Wassers und der Abwässer wie auch der Abluft für die Lebensqualität und die Qualität der Umwelt in Wien wird aus diesen Zahlen ersichtlich.

Das vom Menschen geschaffene Lager in Haushaltungen, Infrastruktur, Industrie, Gewerbe und Dienstleistung der Stadt Wien beträgt knapp über 500 Mio. Tonnen, entsprechend einer pro Kopf Menge von 350 Tonnen. Dieses Lager wächst jährlich 1 - 3 %. Rund 10 % des “Lagers” befinden sich in Deponien der Stadt Wien, die um 1 % pro Jahr wachsen. Absolut gesehen ist der Input in die Deponien eine Größenordnung kleiner als derjenige in die restliche Stadt; das größte, sich immer noch im raschen Aufbau befindliche Rohstofflager befindet sich in der Stadt selbst und nicht in seinen Deponien. Will man dieses Lager in Zukunft entsorgen, ergibt sich gegenüber heute ein um ein Vielfaches größerer Deponiebedarf; deshalb und aus Gründen der besseren Rohstoffnutzung sollte das Lager “Stadt” zukünftig stofflich genutzt und wiederverwertet werden.

Für die einzelnen Stoffe ergeben sich folgende Erkenntnisse:

Wien ist sowohl für Kohlenstoff als auch für Stickstoff in erster Linie ein Durchflußreaktor. Beide Elemente spielen bei der Energieumwandlung eine große Rolle; der Fluß von Kohlenstoff verläuft vorwiegend über Brenn- und Treibstoffe in die Atmosphäre, derjenige von Stickstoff ebenfalls. Ihr Fluß durch Wien kann durch entsprechende energie-, verkehrs- und raumplanerische Maßnahmen stark verändert werden. Stickstoff spielt eine hervorragende Rolle in der menschlichen und tierischen Ernährung. Sein Fluß via Industrie und Gewerbe über die Versorgung in die privaten Haushalte belastet schlußendlich die Donau. Diese Belastung kann durch die Denitrifizierung in der Kläranlage, den haushälterischen Umgang mit Stickstoff in der Versorgung und in der Ernährung, wie auch mit alternativen Sammelsystemen für Urin und/oder Fäkalien stark reduziert werden.

Sowohl für Kohlenstoff als auch für Stickstoff stellen die Gebäude und die Infrastruktur der Stadt Wien ein beträchtliches Lager dar. Dieses Lager an Holz und Kunststoffen wächst etwa 2 % pro Jahr und es wird sich in den nächsten 50 Jahren verdoppeln. Dieses Lager ist einerseits eine zukünftige Energiequelle, die bis zu 10 % des derzeitigen Kohlenstoffanteils der Energieträger ersetzen könnte; andererseits kann es möglicherweise auch stofflich genutzt werden. Es ist notwendig, die stoffliche Zusammensetzung der Güter dieses Lagers besser kennen zu lernen. Ohne genügende Informationen können beispielsweise bei der thermischen Nutzung durch hohe Stickstoffgehalte im Brennstoff Probleme bei der Einhaltung der Emissionsvorschriften für Stickoxide auftreten. Aber auch die beträchtlichen Mengen an Stickstoff in Bauschutt müssen verifiziert und ihre möglichen langfristigen Auswirkungen auf die Deponieumgebung abgeklärt werden.

Die bereits bekannten Forderungen nach Maßnahmen zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes zur Erreichung des Toronto Zieles lassen sich anhand der vorliegenden Kohlenstoffbilanzen bestätigen.

Der Stoffhaushalt für Blei in Wien weist viele Lücken auf; in erster Linie ist die Analyse der Lager und der Stoffflüsse zu vervollständigen. Grob lassen sich ein Import von 20.000 Tonnen und ein Lager von 340.000 Blei abschätzen. Im Bilanzjahr 1991 war infolge des verbreiteten Treibstoffes der Kfz-Verkehr mit rund 17 Tonnen eine der Hauptquellen von Blei in der Atmosphäre; diese Quelle hat seit 1993 stark abgenommen. Wegen der hohen Toxizität von Blei müssen in Zukunft Bleimport, -gebrauch und -lager bewußt und sorgfältig bewirtschaftet werden. Würde nur 0.008 % des im Lager der Stadt Wien vorhandenen Bleis in die Umwelt emittiert, entspricht dies bereits den gesamten Emissionen des Jahres 1991. Produktions-, Konsum- und Recyclingprozesse müssen demzufolge einen sehr hohen Wirkungsgrad aufweisen, um die Dissipation von Blei zu verhindern. Optimal kann Blei erst bewirtschaftet werden, wenn alle seine wichtigen Flüsse und Lager bekannt sind. Dies würde es erlauben, gezielt Bleilager aufzubauen und zu nutzen. Viele der heutigen punktförmigen Steuerungseingriffe in den Bleihaushalt der Stadt Wien, beispielsweise über die Problemstoffsammlung, sind wenig effizient.

Die Arbeiten im Rahmen dieses Forschungsprojektes haben an den Beispielen der ausgewählten Stoffe gezeigt, daß Stoffflußanalyse und die Stoffbuchhaltung für eine nachhaltige Entwicklung der Stadt Wien sinnvoll und notwendig sind. In Zusammenarbeit mit der Wissenschaft und Forschung sollten diese Instrumente von der Stadt weiterentwickelt und in der Praxis erprobt und angewendet werden. Dies würde den schrittweisen Übergang zu einer eigentlichen Stoffbewirtschaftung in Wien ermöglichen. Insbesondere für neue große Projekte und verkehrs-, energie- oder raumplanerische Entscheidungen sollte dieses Instrument eingesetzt werden. Die Kosten einer Bilanzierung von Stoffen können zwar zu Beginn hoch sein, lassen sich aber durch eine spätere Fortschreibung stark reduzieren und sind langfristig vernachlässigbar im Vergleich zum Nutzen der besseren Rohstoffbewirtschaftung, der Früherkennung von potentiellen Altlasten und der Prävention von Umweltschäden.

Die Initiative und Unterstützung der WIZK ermöglichte, daß sich in Wien verschiedene Arbeitsgruppen gemeinsam der Stoffhaushaltsthematik annehmen. Eine neue interdisziplinäre Zusammenarbeit entstand, und zahlreiche methodische und inhaltliche Diskussionen auf der Ebene der Forschung und der Anwendung wurden ausgelöst. Das Thema "Steuerung des urbanen Stoffhaushaltes" ist eine Herausforderung, die nur gemeinsam von verschiedenen Fachdisziplinen und im Gespräch mit den Betroffenen, d.h. der Bevölkerung, der Wirtschaft, der Politik, der Stadtverwaltung und den Institutionen der Länder und des Bundes erfolgversprechend angepackt werden kann. Es ist zu hoffen, daß die ersten Ansätze und Resultate genügend Motivation bieten, um den begonnen Weg weiterzugehen, und den Metabolismus der Stadt Wien gemeinsam Richtung Nachhaltigkeit weiter zu entwickeln.

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	1
2 Ziele und Fragestellungen	3
3 Methodisches Vorgehen.....	5
3.1 Systembeschreibung.....	5
3.1.1 Allgemeines.....	5
3.1.2 Systemidentifikation.....	6
3.1.2.1 Systemgrenzen.....	6
3.1.2.2 Stoffauswahl.....	7
3.1.2.3 Gesamtsystem - Stadt Wien.....	10
3.1.2.4 Teilsystem - Energieträgerbilanz.....	12
3.1.2.5 Teilsystem - Baumaterialienbilanz.....	16
3.1.2.6 Teilsystem - Wasserbilanz.....	21
3.1.2.7 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz.....	24
3.2 Datenerfassung.....	29
3.2.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz.....	29
3.2.1.1 Definitionen.....	29
3.2.1.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen.....	32
3.2.1.3 Berechnungen der Güterflüsse.....	36
3.2.1.4 Berechnungen der Stoffflüsse.....	45
3.2.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz.....	56
3.2.2.1 Definitionen.....	56
3.2.2.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen.....	58
3.2.2.3 Berechnungen der Güterflüsse.....	65
3.2.2.4 Berechnungen der Stoffflüsse.....	72
3.2.3 Teilsystem - Wasserbilanz.....	82
3.2.3.1 Definitionen.....	82
3.2.3.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen.....	82
3.2.3.3 Berechnungen der Güterflüsse.....	85
3.2.3.4 Berechnungen der Stoffflüsse.....	91
3.2.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz.....	99
3.2.4.1 Definitionen.....	99
3.2.4.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen.....	101
3.2.4.3 Berechnungen der Güterflüsse.....	104
3.2.4.4 Berechnungen der Stoffflüsse.....	117
4 Ergebnisse	129
4.1 Güterbilanz	129
4.1.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz.....	129
4.1.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz.....	131
4.1.2.1 Teilsystem - Wasserbilanz.....	133
4.1.2.2 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz.....	136
4.1.2.3 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien.....	139

4.2 Stoffbilanzen	141
4.2.1 Kohlenstoff	141
4.2.1.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz	141
4.2.1.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz	143
4.2.1.3 Teilsystem - Wasserbilanz	145
4.2.1.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz	147
4.2.1.5 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien	149
4.2.2 Stickstoff	152
4.2.2.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz	152
4.2.2.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz	154
4.2.2.3 Teilsystem - Wasserbilanz	155
4.2.2.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz	157
4.2.2.5 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien	159
4.2.3 Blei	163
4.2.3.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz	163
4.2.3.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz	165
4.2.3.3 Teilsystem - Wasserbilanz	167
4.2.3.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz	169
4.2.3.5 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien	170
5 Schlußfolgerungen.....	173
6 Zusammenfassung.....	181
7 Danksagung.....	195
8 Literaturverzeichnis.....	197

1 Einleitung

Die Menschheit wird in Zukunft vor allem in Städten leben. Das Verstehen des Stoffwechsels einer Stadt ist notwendig, um die gewaltigen Ver- und Entsorgungsprobleme, die sich bei großen Ballungsräumen ergeben, frühzeitig erkennen und lösen zu können. Die zukünftigen Städte werden vorwiegend Dienstleistungsstädte sein. Die Hauptprozesse in den urbanen Regionen gilt es in Zukunft besser zu verstehen. Welches sind die von ihnen gebrauchten Güter und Stoffe, welche Lager entstehen, wie können Sie als Ressourcen bewirtschaftet werden, welche letzten Senken sind notwendig?

Die Verschiebung von der Industriegesellschaft zur Dienstleistungsgesellschaft bedeutet, daß punktförmige Emissionsquellen weniger wichtig, flächenhafte wichtiger werden [Lohm, 1993]. Die in den vergangenen Jahrzehnten beobachtete Abnahme der Belastung von Wasser, Luft und Boden könnte infolge der vielen kleinen Quellen in Zukunft wieder zunehmen (z.B. durch verzinkte Oberflächen, organische Verbindungen in Konsumgütern und Verbrennungsprodukten und durch Baustoffe).

Die Problematik der Lagerbewirtschaftung stellt sich für jede Stadt schon in naher Zukunft: Durch Recycling, insbesondere von Baustoffen, kann die urbane Infrastruktur dauernd erneuert werden; die Stadt kann jedoch bei nicht sachgerechter Wiederverwertung langfristig mit problematischen Stoffen angereichert werden. Die zukünftige Entsorgung resp. Wiederverwertung wird neue Probleme zu lösen haben, die nur dann vermieden werden können, wenn durch Untersuchung des Stoffhaushaltes der Verbleib der Stoffe bekannt ist.

Städte sollen zukünftig ihren Metabolismus kennen lernen und nach den Zielen "langfristige Umweltverträglichkeit" und "optimale Rohstoffnutzung" ausrichten, wobei unter Rohstoffe Energie, Materie, Raum und Information zu verstehen sind.

Da heute noch keine Patentrezepte existieren, braucht es Pionierstädte. Wien könnte dank seiner Besonderheiten (gute Datenlage, bereits vorliegende erste Untersuchungen, interessierte öffentliche Verwaltung) und dank dem Interesse der WIZK beispielhaft vorangehen und eine Methodik erarbeiten, anhand derer der Stoffhaushalt von Städten optimiert werden kann. Dies soll zuerst an ausgewählten Stoffen, und später in seiner Gesamtheit einschließlich der Steuerungsmöglichkeiten für Stoffflüsse untersucht werden.

In der vorliegenden Pilotstudie soll ein erster Schritt zur Erreichung des Ziels der Quantifizierung und Steuerung des Stoffhaushaltes der Stadt Wien gesetzt werden, wobei anhand von drei Stoffen die Anwendbarkeit und Aussagemöglichkeiten der Methodik der Stoffflußanalyse für die Stadt Wien gezeigt wird.

2 Ziele und Fragestellungen

Das Ziel dieser Pilotstudie ist die Bestimmung des Stoffhaushaltes der Stadt Wien, wobei ausgehend vom Güterfluß drei ausgewählte Stoffe (**Blei, Kohlenstoff und Stickstoff**) bilanziert werden.

Es sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Ist es möglich für die ausgewählten Elemente Stoffbilanzen für die Stadt Wien zu erstellen?
- Welches sind die wichtigsten Güter, Prozesse und Lager für die Stoffflüsse Blei, Kohlenstoff und Stickstoff durch die Stadt Wien?
- Welche Daten müssen tatsächlich gemessen werden, wie kann mit minimalem Aufwand ein Maximum an Informationen erhalten werden?
- Welches sind die effizientesten Maßnahmen, um den Stoffhaushalt der Stadt einem Fließgleichgewicht umweltverträglich und ressourcenschonend anzunähern? (Der Maßnahmenkatalog soll sowohl kurz- als auch langfristige Perspektiven beinhalten.)
- Welche praktische Bedeutung haben die Ergebnisse der Stoffbilanzen für die Stadt Wien?

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenphysiologie, die den natürlichen Stoffhaushalt der Stadt Wien quantifiziert, soll folgende Frage beantwortet werden:

- Welche Bedeutung hat der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien im Vergleich zum biogenen Stoffhaushalt?

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Systembeschreibung

3.1.1 Allgemeines

Als Methodik zur Systembeschreibung der Stadt wurde die *Stoffflußanalyse* [Baccini & Brunner, 1991], [Daxbeck & Brunner, 1993] verwendet. Eine detaillierte Beschreibung dieser Methode findet sich in der Vorstudie zu dieser Arbeit, mit dem Titel „Die Stoffflußanalyse als Instrument für eine nachhaltige urbane Entwicklung“, die 1994 für die Wiener Internationale Zukunftskonferenz erstellt wurde [Brunner et al., 1994].

Mit Hilfe dieser Methodik wurden die wichtigsten Prozesse und Güterflüsse identifiziert und definiert, die zur Beantwortung der in Kapitel 2 formulierten Fragestellungen notwendig waren. Weiters wurden in dieser Systemidentifikation die Grenzen des Systems „Stadt Wien“ sowohl räumlich als auch zeitlich exakt bestimmt. Nach vorliegen der Güterbilanzen und Bestimmung der Stoffkonzentrationen für die drei ausgewählten Stoffe (Kohlenstoff, Stickstoff und Blei) konnten die Stoffbilanzen erstellt werden, um darauf aufbauend, Schlußfolgerungen für die Stadt Wien zu entwickeln.

Kriterien für die Auswahl der Stadt Wien als Untersuchungsobjekt waren:

- **Örtliche Nähe:** Bei einem Projekt welches zum Großteil auf fremde Daten angewiesen ist und daher einen regen Daten- und Informationsfluß bedingt, ist eine örtliche Nähe zum Datenursprung von Vorteil.
- **Eigene Vorarbeiten:** Am Institut bereits durchgeführte Studien [Brunner et al., 1994], [Schachermayer et al., 1995] können als Grundlage für die Beschreibung des Stoffhaushaltes der Stadt Wien herangezogen werden.
- **Datenlage:** Allgemein kann davon ausgegangen werden, daß, bedingt durch die Größe und Organisationsstruktur der Stadt, die Daten einerseits vorhanden sind und andererseits in einem geeigneten Aggregationsniveau aufbereitet sind.
- **Politische Rahmenbedingungen:** Von Seiten der Stadtverwaltung (Magistrat) besteht sowohl Interesse, wie auch Kooperationsbereitschaft an der Erstellung dieser Stoffflußanalysen.

In Tabelle 3-1 werden einige Kennzahlen über die Stadt Wien angeführt. Mit einer Wohnbevölkerung von 1,5 Millionen leben in Wien knapp 20 % der Bevölkerung Österreichs. Betrachtet man die Anzahl der Haushalte, so befinden sich ca. 25 % der Österreichischen Haushalte in Wien. Obwohl über 40 % der Haushalte Einpersonen-Haushalte sind, ist die Anzahl der Einwohner pro Haushalt mit 2,03 nur um 20 % unter dem Österreichischen Durchschnitt.

Ein Vergleich der Anzahl Beschäftigter und Arbeitsstätten mit Österreich zeigt, daß der Anteil der Stadt Wien bei knapp über 20 % liegt, d.h. aufgrund der dargelegten Kennzahlen kann

gefolgert werden, daß der Beitrag von Wien zu Gesamtösterreich bei ungefähr einem Viertel liegt.

Tabelle 3-1: Vergleich von Kennzahlen der Stadt Wien mit Österreich, 1991 [ÖSTAT, 1995; ÖSTAT, 1989]

	Wien	Anteil in %	Österreich
Bevölkerung	1.539.848	20,1	7.660.464
Haushalte Anzahl	746.760	24,8	3.013.006
Wohnungen	853.000	25,1	3.393.000
Personen/Wohnung	2,04		2,58
Durchschn. Nutzfläche in m ²	68		99
Einwohner/Haushalt	2,03		2,54
Arbeitsstätten	71.000	22,6	314.486
Beschäftigte	744.516	25,4	2.933.662
Beschäftigte/Arbeitsstätte	10,5		10,7
Fläche in ha	41.495		8.385.813
Dichte (Ew/km ²)	3.711		93

Die Gesamtfläche Wiens beträgt seit dem Jahre 1954 41.495 ha. Diese Fläche kann nach Nutzungsarten wie folgt aufgeteilt werden [MA 66, 1994]:

Von den rund 20.000 ha Grünflächen sind etwa ein Drittel landwirtschaftlich genutzte Flächen, ein Drittel sind Wald, der Rest sind Parkanlagen, Kleingärten und Wiesen. Die Bauflächen setzen sich zu 70 % aus Wohnbaugebieten, zu 20 % aus Betriebsbaugebieten und zu 10 % aus kulturellen, religiösen und öffentlichen Einrichtungen zusammen. Die Verkehrsflächen subsumieren die Verkehrsflächen, Verkehrsrestflächen, Straßenbahn, Bundesbahn sowie Parkplätze.

3.1.2 Systemidentifikation

Die Systemidentifikation dient dazu, die räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen zu definieren, die zu untersuchenden Stoffe auszuwählen und daraus abgeleitet die wichtigsten Prozesse und Güter zu bestimmen.

3.1.2.1 Systemgrenzen

Als zeitliche Systemgrenze wurde ein Jahr gewählt. Als Erhebungsjahr wurde das Jahr 1991 bestimmt. Der Grund für diese Wahl lag darin, daß für dieses Jahr Daten aus der letzten Volkszählung zur Verfügung standen. Waren keine Daten aus dem Jahr 1991 verfügbar, so wurde der nächstmögliche Datensatz gewählt. Es ist den Autoren bewußt, daß sich für bestimmte Flüsse der Massenfluß oder die stoffliche Zusammensetzung in den darauffolgenden

Jahren relevant verändert hat (z.B. Verbot von verbleitem Benzin, Verpackungsverordnung, separate Sammlung biogener Abfälle).

Da in diesem Projekt jedoch eine Verknüpfung mit dem natürlichen Stoffhaushalt der Stadt Wien durchgeführt werden sollte, war es notwendig ein gemeinsames Basisjahr zu definieren.

Als örtliche Systemgrenze wurde die politische Grenze des Stadtgebietes gewählt. Es wurden ausschließlich die anthropogenen Prozesse bilanziert und die wichtigsten Flüsse in die natürlichen Prozesse (Hydrosphäre, Pedosphäre, Atmosphäre) bestimmt. Die Bilanzierung der natürlichen Prozesse erfolgt im Bericht des Institutes für Pflanzenphysiologie der Universität Wien [Maier et al., 1996].

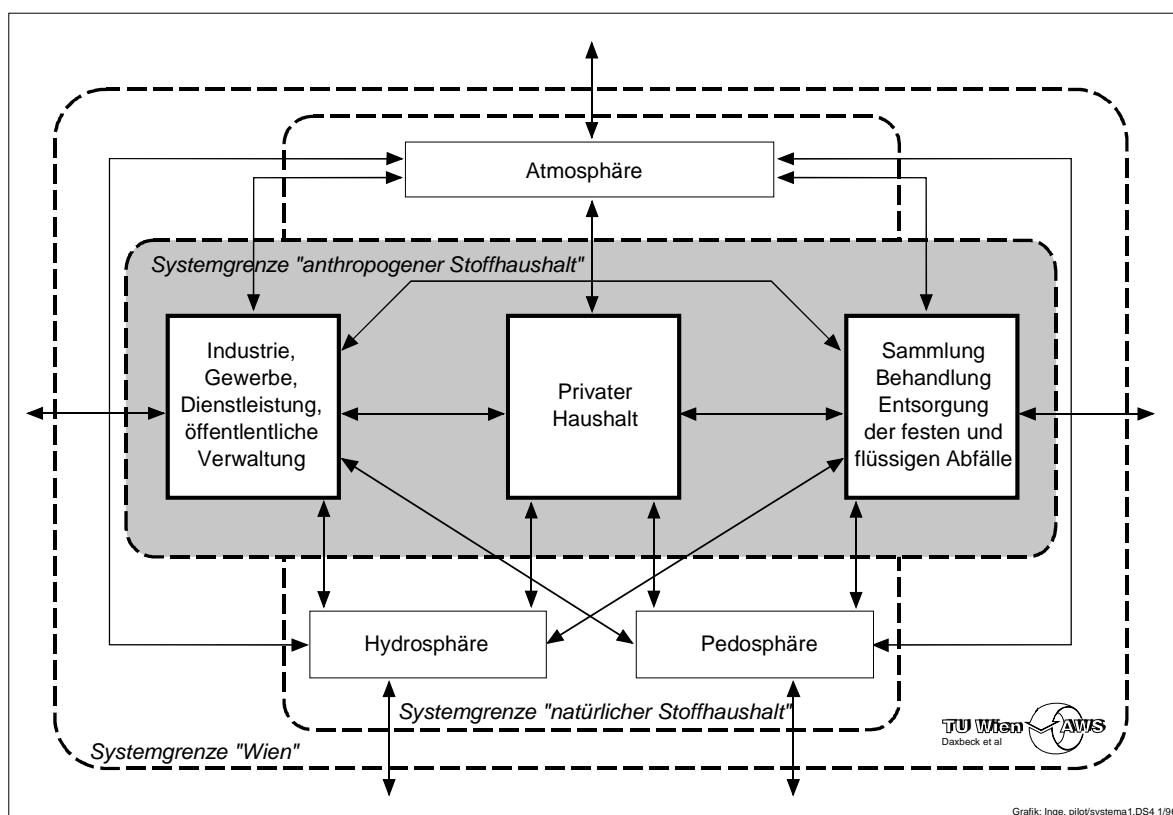


Abbildung 3-1: Abgrenzung des anthropogenen vom natürlichen Stoffhaushalt der Stadt Wien

3.1.2.2 Stoffauswahl

In Absprache mit dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien wurden die drei Stoffe Kohlenstoff, Stickstoff und Blei ausgewählt.

Tabelle 3-2: Beschreibung der Stoffe

Stoff	Symbol	Eigenschaften
Kohlenstoff	C	als organischer Kohlenstoff Träger der chemischen Energie; Hauptbestandteil in den biogenen Gütern und in Kunststoffen
Stickstoff	N	ein essentieller Nährstoff, führt bei zu hoher Konzentration zur Eutrophierung; ist bei erhöhter Konzentration für den Menschen toxisch; ist als NO _x ein potentieller Luftschadstoff und kann zur Entstehung von saurem Regen, Smog oder zur Zerstörung der Ozonschicht beitragen, als NO ₃ Grundwasserverschmutzer
Blei	Pb	ist ein blaugraues, weiches Schwermetall, seine Verbindungen werden in der Natur nur im geringem Umfang biologisch umgewandelt; Pb ist ein lithophiles Element, durch die globale Verbreitung des Bleies besteht die Gefahr einer chronischen Exposition weiter Bevölkerungskreise.

Die Gründe für die Auswahl der Stoffe waren:

Kohlenstoff: Der gegenwärtige Stoffwechsel der Anthroposphäre ist im hohen Ausmaß durch die Umwandlung chemisch gebundener Energie (Oxidation hauptsächlich fossiler Energieträger) in thermische Energie und andere Zwischenformen der Energieumwandlungskette bestimmt. Diese Umwandlungen dienen vor allem der Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme und Energie zur Ermöglichung von Mobilität. Die enge Verknüpfung des organischen Kohlenstoffs mit Energieflüssen der Anthroposphäre bedeutet eine vergleichsweise gute Datenlage, da im Gegensatz zum Stoffhaushalt der Energiehaushalt wesentlich besser dokumentiert ist.

Österreich hat sich in den Energieberichten seiner Bundesregierung 1990 und 1993 im Sinne des Vorsorgeprinzips zum Toronto-Ziel¹ bekannt. Weiters ist die Stadt Wien dem Klimabündnis² beigetreten, daher sind gute Kenntnisse über den Kohlenstoffhaushalt bereits vorhanden.

Zusätzlich besteht ein wichtiger Teil der Infrastruktur aus Kohlenstoff (Holz, Asphalt, karbonathaltiges Gestein) und der Großteil des anthropogenen Informationsflusses ist an Kohlenstoff (Zellulose im Papier) gebunden.

Stickstoff: Neben dem Kohlenstoff ist Stickstoff ein weiteres wichtiges Element der Biosphäre. In dichtbesiedelten Gebieten mit einem großen ernährungsbedingten flächenspezifischen Stickstoffumsatz kann der Stickstoffeintrag in die Hydrosphäre die Wasserqualität entscheidend verschlechtern. In landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten kann durch den Einsatz von Wirtschafts- und Handelsdüngern die Qualität des Grundwassers stark beeinträchtigt werden [Kaas et al., 1994]. Stickstoff wird bei Verbrennungsprozessen oxidiert, diese Stickoxide tragen zur Entstehung von bodennahem Ozon bei.

¹ Reduktion der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005, bezogen auf das Jahr 1988, um 20 % (gilt für Österreich).

² Gemeinderatsbeschluss der Stadt Wien 1987: Reduktion der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2010 um 50 %.

Die beiden Elemente Stickstoff und Kohlenstoff sind sowohl für den natürlichen als auch für den anthropogenen Stoffhaushalt der Stadt Wien von Bedeutung. Beide Elemente sind zu den Matrixelementen, d.h. den Hauptbestandteilen sowohl der Anthroposphäre als auch der Biosphäre zu zählen.

Blei: Mit dem Element Blei wurde ein Vertreter aus der Gruppe der Schwermetalle gewählt. Blei kommt in der Anthroposphäre sowohl hochkonzentriert in Gütern wie Batterien, als auch als Spurenelement in Farbanstrichen oder als Additiv in Kunststoffen vor. Blei war (in Österreich) und ist (in diversen anderen Staaten) ein Additiv im Benzin. Blei ist neurotoxisch und gehört zu jenen Elementen, die eine dissipativ verteilte Umweltbelastung darstellen. Forschungsergebnisse zeigen, daß die Bleibelastung der Erdoberfläche auf das tausendfache gestiegen ist [Moll, 1987]. Die klassische Bleikrankheit der Bleiarbeiter, Klempner, Maler u. a. konnte zwar durch arbeitshygienische Maßnahmen unter Kontrolle gebracht werden. Trotzdem besteht durch die globale Verbreitung des Blei die Gefahr einer chronischen Exposition weiter Bevölkerungskreise.

Eine Stadt besteht aus unzähligen Prozessen und den damit verbundenen Güter- und Stoffflüssen. Für die Bestimmung des Stoffhaushaltes der Stadt Wien ist es wichtig in einer ersten Abschätzung die wichtigsten Prozesse und Güter im Hinblick auf den Güterfluß und die stoffliche Zusammensetzung zur Berechnung der Stoffbilanzen zu identifizieren. Die Abbildung 3-2 enthält jene Prozesse und Güterflüsse, die zur Beschreibung des anthropogenen Stoffhaushaltes der Stadt Wien notwendig sind.

Zur Beschreibung des anthropogenen Stoffhaushaltes der Stadt Wien werden folgende Prozesse definiert:

Prozeß „Verteilung von Gütern“

Der Prozeß „Verteilung von Gütern“ ist ein fiktiver Prozeß und dient im wesentlichen dazu, den Großteil der in die Stadt Wien gelangenden Güter zu erfassen und zwischen den Prozessen „IGD“ und „Privater Haushalt“ zu verteilen. Dieser Prozeß dient zur übersichtlicheren Darstellung der Güter- und Stoffflüsse. Da es sich um einen reinen Verteilungsprozeß handelt sind die In- und Outputgüter gleich. Die eingesetzten Güter sind Wasser, Energieträger, Baumaterialien, Produktions- und Konsumgüter und die exportierten Produktions- und Konsumgüter. Eine Ausnahme bilden die Luft, das bewegte Bodenmaterial des Bauwesens und die mit der Landwirtschaft verbundenen Güterflüsse. Sie werden direkt den jeweiligen Prozessen zugeordnet. Das Lager ist über ein Bilanzjahr gesehen null.

3.1.2.3 Gesamtsystem - Stadt Wien

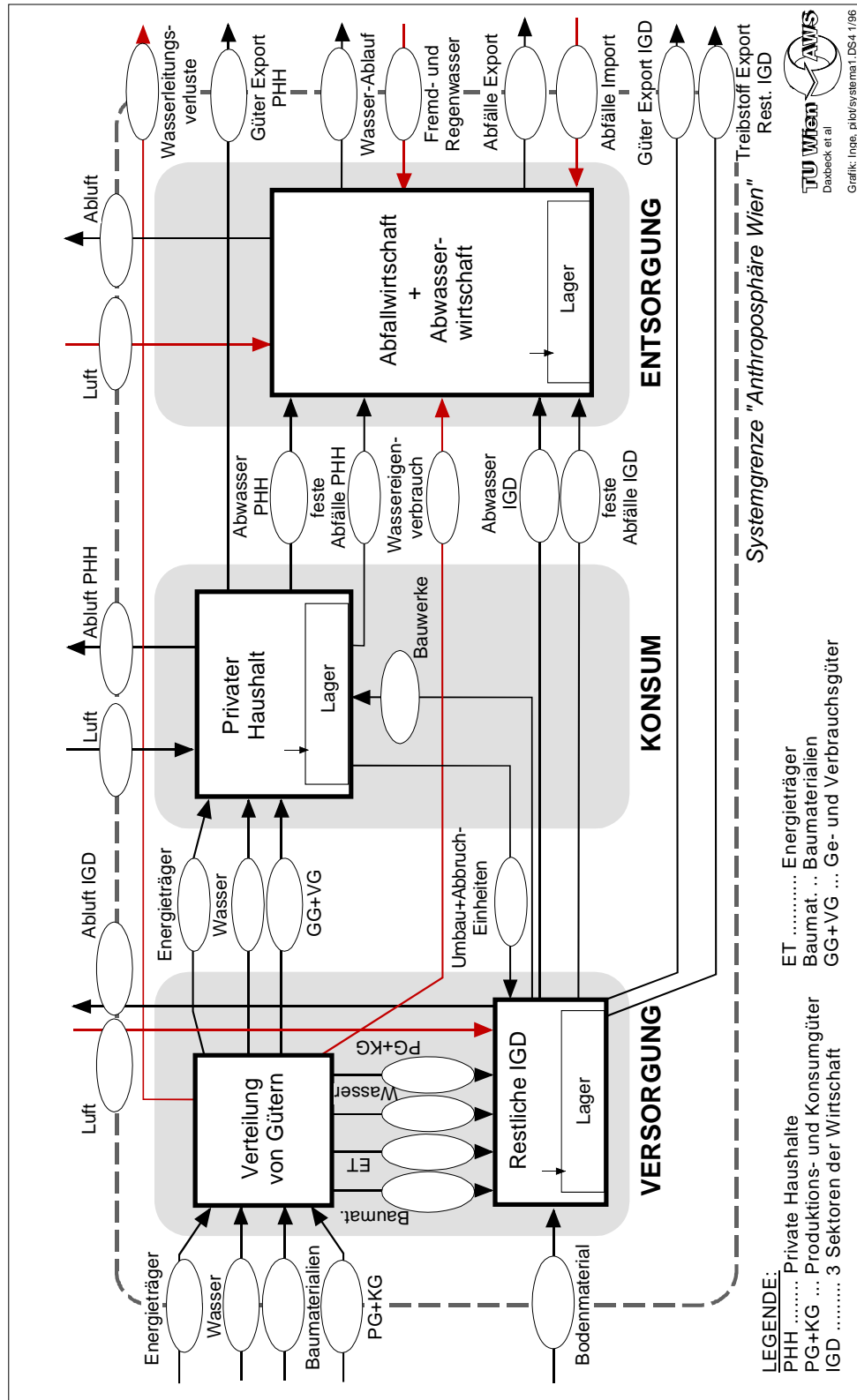


Abbildung 3-2: Systembeschreibung des anthropogenen Stoffhaushaltes der Stadt Wien

Prozeß „IGD“

Der Prozeß „IGD“ umfaßt alle drei Sektoren der Wirtschaft. Es sind dies der primäre Sektor (Land- und Forstwirtschaft), der sekundäre Sektor (Produktionsbetriebe) und der tertiäre Sektor (Dienstleistungsbetriebe und öffentliche Verwaltung). Die Inputgüter entsprechen jenen des Prozesses „Verteilung von Gütern“ und den Umbau- u. Abbrucheinheiten PHH, die Outputgüter sind Abluft IGD, Produktions- und Konsumgüter, Abwasser IGD, getrennt gesammelte Abfälle IGD, der Gewerbe- und Restmüll und die Bauwerke für den PHH.

Prozeß „Restliche IGD“

Dieser Prozeß besteht aus dem Prozeß „IGD“ abzüglich der Verteilungsprozesse. Dieser Verteilungsprozeß ist jeweils unterschiedlich, in der Abbildung 3-2 beispielsweise wird er „Verteilung von Gütern“ genannt.

Prozeß „Privater Haushalt“ (PHH)

Der Prozeß „Privater Haushalt“ besteht aus der Summe aller Privathaushalte innerhalb der Stadtgrenze von Wien. Die betrachteten Inputgüter sind die Luft PHH, die Bauwerke und die Konsumgüter, wobei zwischen den kurz- (Verbrauchsgüter) und langlebigen Konsumgütern (Gebrauchsgüter) unterschieden wird. Die Outputgüter sind Abluft PHH, Abwasser PHH, die Umbau- u. Abbrucheinheiten und der Hausmüll und die separat gesammelten Abfälle PHH (d.s. Altstoffe, Restmüll/Sperrmüll und Problemstoffe).

Prozeß „Abfall- und Abwasserwirtschaft“

Der Prozeß „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ besteht aus den Prozessen „Kanalisation“, „private und öffentliche Abfallsammlung“, „Abwasserreinigungsanlage“ („ARA“), „Therm. Entsorgung“, „Behandlung getrennt gesammelter Güter“ und „Deponie“ und wird in den folgenden Kapiteln 3.1.2.4-3.1.2.7 erläutert.

Überblick Gesamtsystem

Der Input in das Gesamtsystem besteht somit im wesentlichen aus Luft, Wasser, Energieträgern, Baumaterialien und den Produktions- (d.s. Rohstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse, Investitionsgüter) und Konsumgütern. Im Output wurden die festen, flüssigen und gasförmigen Abfälle berücksichtigt, sowie die exportierten Güter. Nicht berücksichtigt wurde die elektrische Energie. Bei der Bestimmung der Größenordnung des Lagergewichtes der Stadt wurden die mengenmäßig relevanten Güter abgeschätzt.

Das Gesamtsystem des Stoffhaushaltes der Stadt Wien wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit und Arbeitsteilung in verschiedene Teilsysteme unterteilt. Dies ermöglichte effizienteres Arbeiten und eine differenzierte Betrachtung von spezifischen Problemstellungen im komplexen Gesamtsystem. Es wurden folgende Teilsysteme definiert und erstellt: Energieträgerbilanz, Baumaterialienbilanz, Wasserbilanz und Produktions- und Konsumgüterbilanz.

3.1.2.4 Teilsystem - Energieträgerbilanz

Für alle menschlichen Aktivitäten spielen Energieträger eine zentrale Rolle im internen Stoffhaushalt einer Stadt. Die Versorgung der Stadt mit Energieträgern und deren Transformationen im System sind mit großen Güter- und Stoffflüssen verbunden. Diese Stoffflüsse, nicht die damit verbundenen Energieflüsse, stellen in der Regel Umweltprobleme dar. Wichtigste Güter sind die Brenn- und Treibstoffe, die Luft und die Abluft.

Die Energieträgerbilanz erlaubt Vergleiche im Energiebedarf der einzelnen Prozesse und den damit verknüpften Güter- und Stoffflüssen. Einflüsse auf den Energiehaushalt lassen sich in einer detaillierten Betrachtung besser beurteilen bzw. später vergleichen.

In der Energieträgerbilanz wurde für den Verkehrsbereich ein neuer Ansatz durchgeführt. Dieses Experiment ließe sich grundsätzlich auf die gesamte Bilanzierung der Stadt anwenden, um die Wechselbeziehung Stadt - Umland besser zu erfassen. Im Rahmen dieser Studie wurde dieses Vorgehen aber nur in dieser Teilbilanz für den Verkehrsbereich angewendet. Dabei wurde wie folgt vorgegangen: Treibstoffe die von Wienern außerhalb des Systems und die Menge an Treibstoffen die von auswärtigen Personen in Wien verbraucht wurde, wurden in den Prozessen „EWIP“ (Externe Wirkung Interner Prozesse) bzw. „IWEP“ (Interne Wirkung Externer Prozesse) behandelt.

Wie oben erwähnt, wurde für die restliche Energieträgerversorgung der Stadt dieses Experiment nicht angewandt. Der durch Stromimporte (11 %) gedeckte Energiebedarf der Stadt erscheint somit in keiner Bilanz.

Traditionell werden in Energiestudien die Bereiche Haushalt, Kleinverbraucher, Industrie und Verkehr unterschieden. Dies erlaubt für die Energieträgerbilanz eine mit der Methodik der Stoffflußanalyse übereinstimmende Aufteilung zwischen den Privathaushalten und den 3 Sektoren der Wirtschaft. Problematisch, weil nicht prozeßbezogen aufgeschlüsselt, ist der verkehrsbedingte Energieverbrauch. Zusätzlich ist eine exakte Zuordnung zur Systemgrenze „Stadt Wien“ nur schwer möglich. Um in weiterer Folge Aussagen über Maßnahmen treffen zu können, wurde der verkehrsbedingten Energieverbrauch auf drei weiter unten beschriebenen, fiktiven Prozesse aufgeteilt („IWEP-PHH“, „EWIP-PHH“ und „EWIP-IGD“).

Für die Erstellung der Energieträgerbilanz sind die Prozesse „Energieverteilung“, „Restl. IGD“, „Priv. Haushalt“, „IWEP-PHH“, „EWIP-PHH“ und „EWIP-IGD“, notwendig. Im folgenden werden die einzelnen Prozesse definiert:

Prozeß „Energieverteilung“

Der Prozeß „Energieverteilung“ ist ein Teilprozeß des Prozesses „IGD“. Über diesen Transport- und Verteilungsprozeß werden alle fossilen Energieträger nach Wien importiert und zwischen die Prozesse "Restliche IGD" (Kraftwerke, Fernwärmeerzeuger, Produktions- und Dienstleistungsprozesse) und "Privater Haushalt" aufgeteilt.

Die wichtigsten In- und Outputgüter sind die Treib- und Brennstoffe, Luft und Abluft. Das Lager beinhaltet das ständige Zwischenlager für Treibstoffe und Brennstoffe in Wien, konnte aber aus Gründen der Geheimhaltung nicht näher quantifiziert werden.

Tabelle 3-3: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Energieverteilung“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Import	Treibstoffe	Treibstoffe R. IGD	restliche IGD
Import	Brennstoffe	Brennstoffe R. IGD	restliche IGD
		Brennstoffe PHH	PHH
		Treibstoffe PHH	PHH
		Treibstoffe EWIP-IGD	EWIP-IGD
		Treibstoffe EWIP-PHH	EWIP-PHH

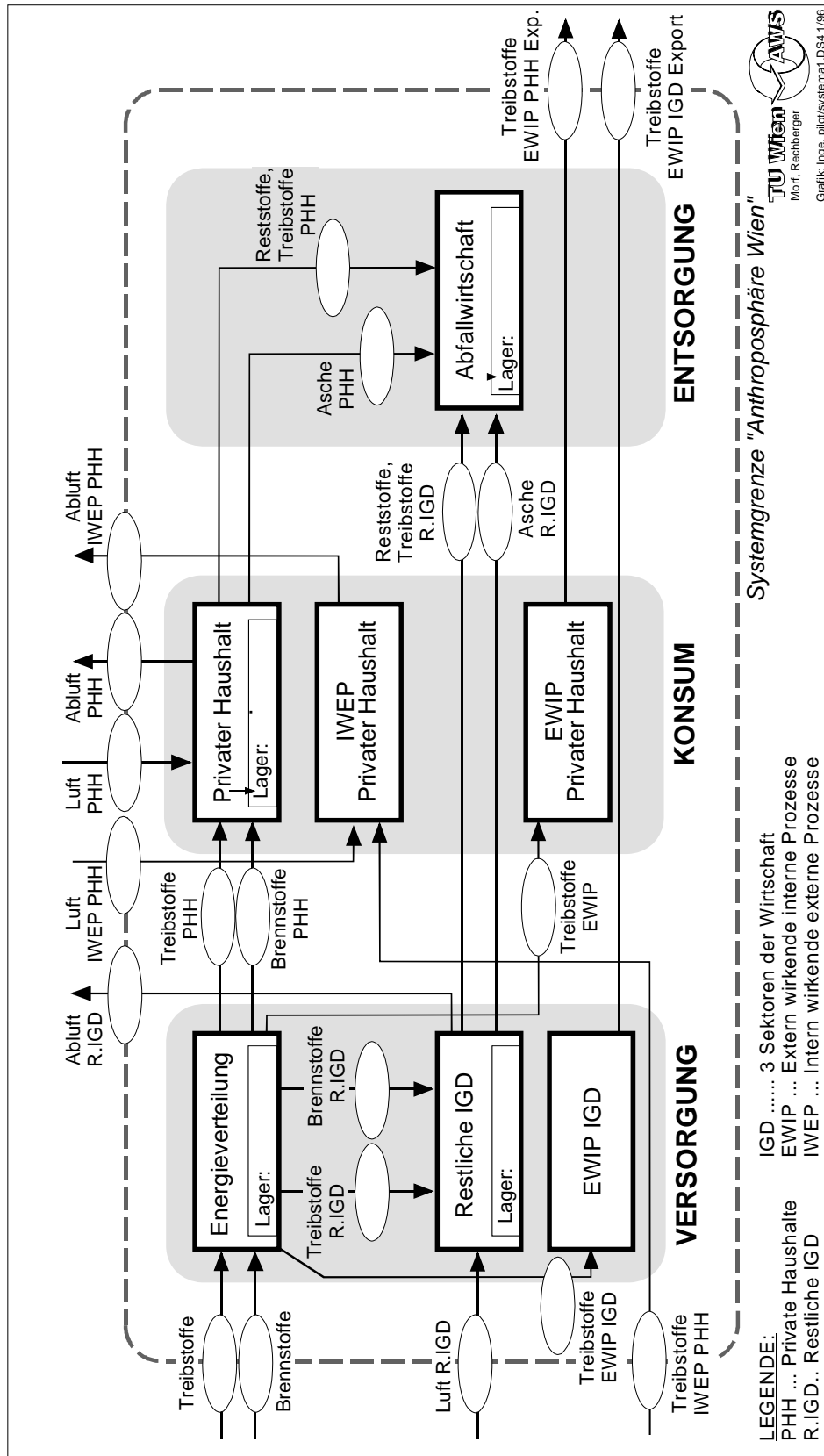
Prozeß „Privater Haushalt“ (PHH)

Für die Betrachtung dieses Teilsystems wird der Prozeß „Priv. Haushalt“ nur im Bezug auf die Aktivitäten Wohnen und Transportieren & Kommunizieren von Bedeutung. Der Energieeinsatz der Aktivität Wohnen kann zur besseren Beurteilung noch in Heizen, Prozeßwärme, Kraft und Licht aufgeschlüsselt werden. Dabei beziehen sich die betrachteten Güter- und Stoffflüsse nur auf jenen Teil der Energieträger, den die Wiener Haushalte innerhalb der Systemgrenze verbrauchen.

Relevante Inputgüter sind die Energieträger „Treibstoffe PHH“ und „Brennstoffe PHH“ und die damit verbundene Verbrennungsluft. Das wichtigste Outputgut ist die aus der Verbrennung entstehende Abluft. Das Lager in diesem Prozeß besteht einerseits zum größten Teil aus einem Brennstoff (zu Heizzwecken)- und andererseits als Treibstofflager (Treibstoffe in Fahrzeugtanks).

Tabelle 3-4: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Privater Haushalt“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Energieverteilung	Treibstoffe PHH	Abluft PHH	Luft
Energieverteilung	Brennstoffe PHH		
Import	Luft PHH		



TU Wien
 Morf, Reehberger
 Grafik: Inge_pilot/systema1_DS4_1/96

Systemgrenze "Anthroposphäre Wien"

Abbildung 3-3: Beschreibung des Teilsystems „Energieträgerbilanz“

Prozeß „IWEP-PHH“

Der Prozeß IWEP-PHH (Intern Wirksame Externe Prozesse der Privathaushalte) wird als fiktiver Prozeß zur Beschreibung des Verkehrs eingeführt. Er faßt jene Güter- und Stoffflüsse zusammen, welche die außerhalb der gewählten Systemgrenze der Stadt Wien liegenden Privaten Haushalte innerhalb der Stadt verursachen. Dazu zählt beispielsweise der von Pendlern oder Touristen verursachte Verkehr in der Stadt. Da die Datenlage äußerst dürftig ist, mußten in diesem Prozeß starke Vereinfachungen getroffen werden.

Inputgüter sind die Energieträger „Treibstoffe PHH“ und die Luft zur Verbrennung. Als wichtigstes Outputgut verläßt die Abluft den Prozeß. Für diesen Prozeß wird kein Lager berücksichtigt.

Tabelle 3-5: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „IWEP-PHH“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Import	Treibstoffe IWEP- PHH	Abluft IWEP- PHH	Luft
Import	Luft IWEP- PHH		

Prozeß „EWIP-PHH“

Der Prozeß „EWIP-PHH“ (Extern Wirksame Interne Prozesse der Privathaushalte) ist ebenfalls ein fiktiver Prozeß des Verkehrs und faßt jene Güter- und Stoffflüsse zusammen, welche die innerhalb der gewählten Systemgrenze der Stadt Wien liegenden Privaten Haushalte außerhalb der Stadt verursachen. Die Einführung eines solchen Prozesses (welche indirekt einer symbolische Erweiterung der Systemgrenzen um Wien gleicht) ist ein erster Schritt zu einer gesamthaften Betrachtung des Metabolismus einer Stadt und wurde im Hinblick auf mögliche Aussagen über die Nachhaltigkeit einer Stadt eingeführt.

In- und Outputgüter sind die Energieträger „Treibstoffe EWIP-PHH“ bzw. „Treibstoffe EWIP-PHH Exp.“. Das Inputgut verläßt diesen Prozess ohne Transformation, da der Verbrennungsvorgang außerhalb der Systemgrenze vor sich geht. Für diesen Prozeß wird kein Lager berücksichtigt.

Tabelle 3-6: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „EWIP-PHH“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Import	Treibstoffe EWIP-PHH	Treibst. EWIP-PHH Exp.	Export

Prozeß „Restliche IGD“

Der Prozeß „Restliche IGD“ umfaßt den Prozeß „IGD“ abzüglich des Prozesses Energieverteilung.

Inputgüter sind die Energieträger „Treibstoffe R. IGD“ und „Brennstoffe R.IGD“ und die Luft zu deren Verbrennung. Als wichtigstes Outputgut verläßt die Abluft den Prozeß. Das Lager

besteht aus den Brenn- und Treibstoffen. Brennstoffe werden für Heizzwecke, zur Erzeugung von Prozeßwärme, Antriebsenergie (Kraft) und Licht eingesetzt.

Tabelle 3-7: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Restliche IGD“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Energieverteilung	Treibstoffe R. IGD	Abluft R. IGD	Luft
Energieverteilung	Brennstoffe R. IGD		
Import	Luft R. IGD		

Prozeß „EWIP-IGD“

Analog zum Prozeß „EWIP-PHH“ wird dieser Prozeß eingeführt. Der Prozeß „EWIP-IGD“ (Externe Wirkung Interner Prozesse) faßt Prozesse zusammen, die sich innerhalb der gewählten Systemgrenzen befinden, aber deren direkt oder indirekt „verursachte“ Güter- und Stoffflüsse nicht innerhalb des Systems wirksam werden.

In- und Outputgüter sind die Energieträger „Treibstoffe EWIP-IGD“ bzw. „Treibstoffe EWIP-IGD Exp.“. Das Inputgut verläßt diesen Prozeß ohne Transformation, da der Verbrennungsvorgang außerhalb des Systems vor sich geht. Für diesen Prozeß wird kein Lager berücksichtigt.

Tabelle 3-8: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „EWIP-IGD“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Energieverteilung	Treibstoffe EWIP-IGD	Treibstoffe EWIP -IGD Exp.	Export

Prozeß "Abfallwirtschaft"

Der Prozeß "Abfallwirtschaft" wurde auch für die Energieträgerbilanz eingeführt, damit auf stofflicher Ebene Reststoffmengen berücksichtigt werden können (Bleibilanz). Da auf der Güterebene die anfallenden Mengen vernachlässigbar sind, wird dort dieser Prozeß nicht erwähnt. Die Inputgüter sind Aschen aus den Prozessen "PHH" (Asche PHH), bzw. "Restliche IGD" (Asche R.IGD), sowie Reststoffe aus Treibstoffen (nicht emittiertes Blei) aus den Prozessen "PHH" (Reststoffe Treibstoffe PHH), bzw. "Restliche IGD" (Reststoffe Treibstoffe R.IGD). Der Prozeß "Abfallwirtschaft" selbst wird aus der Sicht der Energieträger nicht bilanziert.

3.1.2.5 Teilsystem - Baumaterialienbilanz

Baumaterialien sind für die beiden Aktivitäten *Wohnen* und *Transportieren und Kommunizieren* von Bedeutung. Es sind dies vor allem die Materialien in den Gebäuden bzw. in den Straßen- und Leitungsnetzen. Aufbau, Unterhalt und Abbruch der Bauwerke spielen im Stoffhaushalt der Anthroposphäre eine entscheidende Rolle. Die großen Lager und die langen Aufenthaltszeiten (teilweise über 100 Jahre) der Baumaterialien führen dazu, daß vor allem

über die stoffliche Zusammensetzung der gegenwärtig und zukünftig anfallenden Baurestmassen wenige Informationen zur Verfügung stehen.

Hinter den Güterflüssen „Trink- und Fremdwasser“ und „Luft“ stellen die Baumaterialien mengenmäßig den drittgrößten Fluß durch die Stadt Wien dar. Ziel war es durch Ausarbeiten der vorhandenen Literatur einen ersten, groben Überblick über die Güter- und Stoffbilanz des Bauwesens der Stadt Wien zu erhalten. Um Aussagen über eine langfristig nachhaltige Entwicklung einer Stadt machen zu können, ist es notwendig, die Größe und stoffliche Zusammensetzung der Lager an Gebäuden und an Straßen- und Leitungsnetzen zu kennen.

Für die Erstellung der Baumaterialienbilanz sind die Prozesse „Verteilung von Baumaterialien“, „Hoch- und Tiefbau“, „Restl. IGD“, „Priv. Haushalt“, „Priv. und öffentliche Abfallsammlung“ und „Deponie“ notwendig. Im folgenden werden die einzelnen Prozesse definiert:

Prozeß „Verteilung von Baumaterialien“

Der Prozeß „Verteilung von Baumaterialien“ ist ein fiktiver Prozeß und dient dazu, sämtliche Baumaterialien die innerhalb von Wien verbaut werden der privaten und der industriell-gewerblichen Bautätigkeit zuzuweisen. Da es sich um einen reinen Verteilungsprozeß handelt, sind die In- und Outputgüter gleich. Die eingesetzten Güter sind die Baumaterialien.

Tabelle 3-9: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Verteilung von Baumaterialien“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Import	Baumaterialien	Baumaterialien PHH	PHH
		Baumaterialien H&TB	Hoch und Tiefbau

Prozeß „Hoch- und Tiefbau“

Im Prozeß „Hoch- und Tiefbau“ findet die eigentliche Bautätigkeit des Baugewerbes und der Bauindustrie statt. Diese Bautätigkeit umfaßt sowohl den Neubau, den Umbau, als auch die Abbrucharbeiten. Das Lager besteht aus den Baumaterialien, die auf den Lagerplätzen der Bauunternehmen zwischengelagert werden. In diesem Prozeß nicht enthalten ist die private Bautätigkeit der privaten Haushalte. Die Inputgüter sind die Baumaterialien, das Bodenmaterial und die U+A-Einheiten IGD bzw. U+A-Einheiten PHH. Die Outputgüter sind die hergestellten Bauwerke IGD bzw. PHH, die Baurestmassen II H&TB und der Bodenaushub. Die Beschreibung der einzelnen Gütergruppen befinden sich im Kapitel 3.2.2.1.

Tabelle 3-10: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses "Hoch- und Tiefbau"

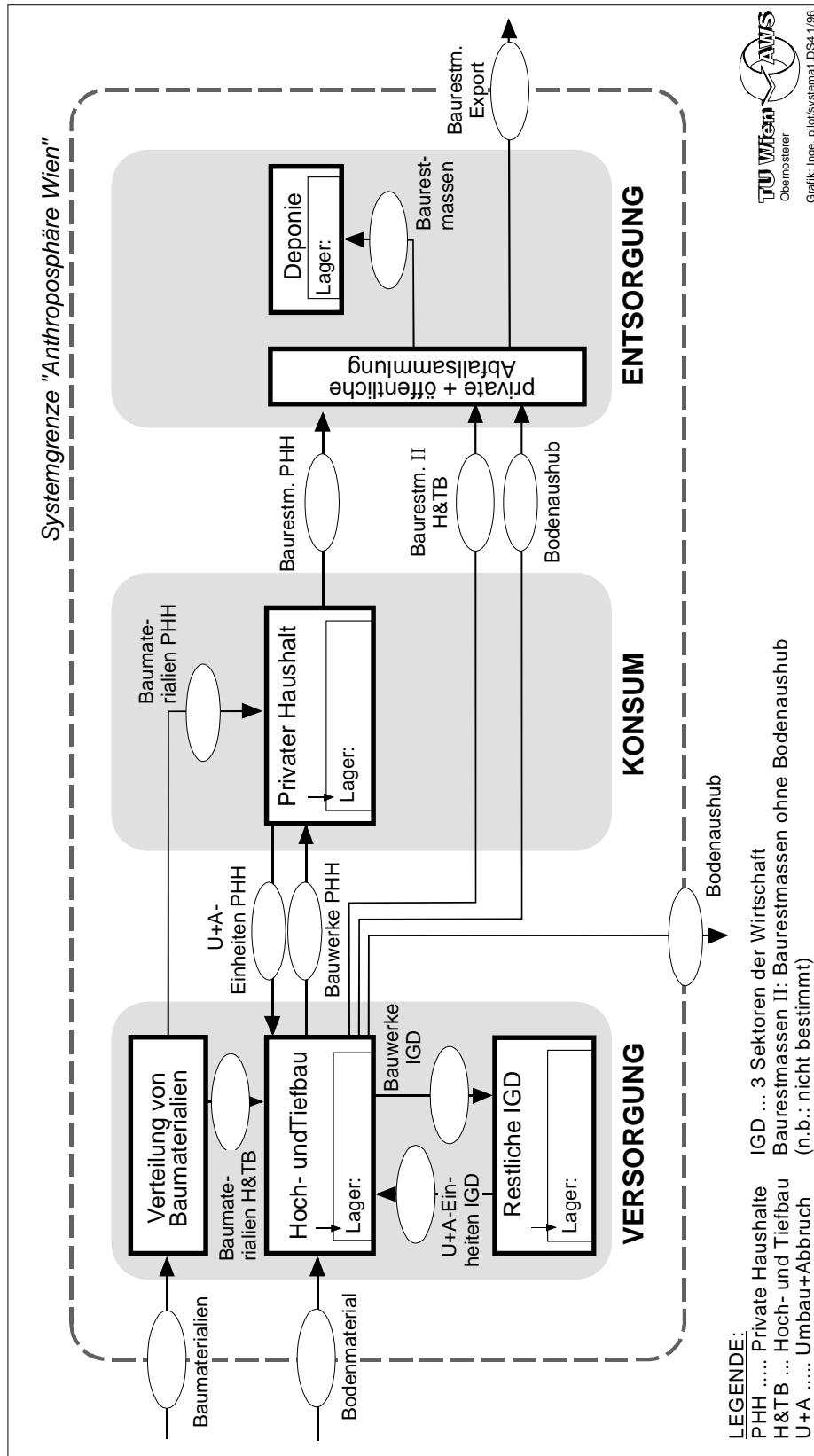
Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Verteilung von Baumaterialien	Baumaterialien	Bauwerke PHH	PHH
Privater Haushalt	U+A-Einheiten PHH	Bauwerke IGD	restliche IGD
restliche IGD	U+A-Einheiten IGD	Baurestmassen II H&TB	priv. und öffentliche Abfallsammlung
Import	Bodenmaterial	Bodenaushub	priv. und öffentliche Abfallsammlung
		Bodenaushub	Export

Prozeß „Restliche IGD“

In diesen Prozeß gelangen jene hergestellten Bauwerke, Straßen- und Leitungsnetze, die nicht dem Prozeß „Privater Haushalt“ zugerechnet werden. Da die Bautätigkeit im Prozeß „Hoch- und Tiefbau“ stattfindet, verlassen den Prozeß jene Baueinheiten, die umgebaut oder abgebrochen werden (U+A-Einheiten).

Tabelle 3-11: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Restliche IGD“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Hoch- und Tiefbau	Bauwerke IGD	Umbaueinheiten IGD	Hoch und Tiefbau



TU Wien
 Oberröster
 Grafik: Inge. pilot/systemat.DS4 1/96

Abbildung 3-4: Beschreibung des Teilsystems „Baumaterialienbilanz“

Prozeß „Privater Haushalt“ (PHH)

Dem Prozeß „Privater Haushalt“ werden die Bauwerke des Wohnbaues, die aus der Bautätigkeit im Prozeß „Hoch- und Tiefbau“ entstehen, zugerechnet. Neubau-, Umbau- und Abbrucharbeiten die von privater Seite selbst durchgeführt werden, finden in diesem Prozeß statt. Die Inputgüter sind die hergestellten Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus und die Baumaterialien für private Bautätigkeit. Die Outputgüter bestehen aus den U+A-Einheiten PHH und den Baurestmassen PHH. Das Lager besteht aus den Gebäuden und den für die Personewagen benötigten Parkflächen.

Tabelle 3-12: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses “PHH”

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Verteilung von Baumaterialien	Baumaterialien PHH	U+A-Einheiten PHH	Hoch- und Tiefbau
Hoch- und Tiefbau	Bauwerke PHH	Baurestmassen PHH	Priv. u. öffentliche Abfallsammlung

Prozeß „öffentliche und private Abfallsammlung“

Im Prozeß „öffentliche und private Abfallsammlung“ werden einerseits die Baurestmassen aus der Bautätigkeit des Hoch- und Tiefbaues industriell-gewerblich gesammelt und zu ihrem Bestimmungsort transportiert. Andererseits fließen jene Mengen an Baurestmassen die kommunal gesammelt werden (Mistplätze und Systemmüll) ebenfalls durch diesen Prozeß. Die In- und Outputgüter sind die Baurestmassen.

Tabelle 3-13: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses “öffentliche und private Abfallsammlung”

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. Haushalt	Baurestmassen PHH	Baurestmassen	Deponie
Hoch- und Tiefbau	Bodenaushub	Baurestmassen Exp.	Export
Hoch- und Tiefbau	Baurestmassen II H&TB		

Prozeß „Deponie“

Im Prozeß „Deponie“ werden die Baurestmassen die innerhalb der Systemgrenze abgelagert werden erfaßt.

Tabelle 3-14: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses “Deponie”

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. und öffentl. Abfallsammlung	Baurestmassen		

3.1.2.6 Teilsystem - Wasserbilanz

Wasser ist eines der großen „Förderbänder“ von Stoffen durch die Stadt Wien, es ist von besonderer Bedeutung für die Aktivität *Reinigen*. Die Wasserbilanz gibt Auskunft über die Herkunft (Anteil Wasserimporte), den Gebrauch und den Verbleib des Wassers.

Ziel der Wasserbilanz ist eine Abschätzung der Wasserflüsse durch die Stadt Wien, welche durch den Gebrauch von Trink- und Prozeßwasser, sowie durch die Sammlung von Abwässern und deren Verarbeitung, bedingt sind.

Es werden die Prozesse „Öffentliche und private Wasserversorgung“, „Restl. IGD“, „Privater Haushalt“, „Kanalisation“, und „ARA“ (Abwasserreinigungsanlage) betrachtet. Im folgenden werden die einzelnen Prozesse definiert:

Prozeß „Öffentliche und Private Wasserversorgung“

Die Öffentliche Wasserversorgung umfaßt die Bereitstellung von Trinkwasser sowohl für die Privaten Haushalte, für die betrieblichen Abnehmer als auch die thermische Entsorgung. Bei der privaten Wasserversorgung wird die Eigenförderung von Grundwasser berücksichtigt.

Als Inputgüter werden Quell- und Oberflächenwasser und Grundwasser betrachtet, als Outputgüter werden Leitungswasser PHH, Leitungswasser IGD, Leitungsverluste, Eigenverbrautes Wasser und Trinkwasserexporte berücksichtigt.

Tabelle 3-15: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „öffentliche und private Wasserversorgung“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Import	Quell- und Oberflächenwasser	Leitungswasser IGD	Restliche IGD
Import	Grundwasser	Leitungswasser PHH	PHH
		Leitungswasser thermische Entsorgung	Therm. Entsorgung
		Wassereigenverbrauch	Kanalisation
		Exporte	Export
		Leitungsverluste	Export

Prozeß „Restliche IGD“

Der Prozeß „Restliche IGD“ umfaßt den Prozeß „IGD“ abzüglich des Prozesses „öffentliche und private Wasserversorgung“.

In diesen Prozeß gelangen das Leitungswasser IGD. Dieses beinhaltet das von der öffentlichen Wasserversorgung bereitgestellte Leitungswasser, sowie das eigengeforderte Grundwasser. Das Abwasser IGD verläßt den Prozeß. Das bei der Produktion von Konsumgütern eingebundene Wasser (z.B. in der Lebensmittelproduktion) bleibt als Output unberücksichtigt.

Tabelle 3-16: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Restliche IGD“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. und öffentl. Wasserversorgung	Leitungswasser IGD	Abwasser IGD	Kanalisation
Import	Grundwasser		
Import	Grundwassereigenversorgung		

Prozeß „Privater Haushalt“ (PHH)

In den Prozeß „Privater Haushalt“ gelangt das Leitungswasser PHH; als Abwasser PHH und Wasser Transpiration (durch Zimmerpflanzen, Gartenbewässerung, durch Verdampfung beim Kochen, durch Schweißabgabe) verlassen sie ihn.

Tabelle 3-17: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Privater Haushalt“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. und öffentl. Wasserversorgung	Leitungswasser PHH	Abwasser PHH	Kanalisation
		Wasser Transpiration	Export

Prozeß „Kanalisation“

Der Prozeß „Kanalisation“ umfaßt die Sammlung und den Transport sämtlicher Abwässer aus dem privaten Haushalten, der öffentlichen und privaten Wasserversorgung und dem Prozeß „Restl. IGD“, unabhängig von deren weiteren Behandlung. Weiters wird das in die Kanalisation gelangende Fremd- und Regenwasser berücksichtigt.

Inputseitig werden die Güter Abwasser PHH, Abwasser IGD, Fremdwasser und Regenwasser sowie Wassereigenverbrauch betrachtet; outputseitig die Güter Rohabwasser, Abwasser Trennkanaal, Regenüberlauf und Abwasser Senkgrube.

Tabelle 3-18: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Kanalisation“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. und öffentl. Wasserversorgung	Wassereigenverbrauch	Rohabwasser	ARA
Import	Regenwasser	Regenüberlauf	Export
Import	Fremdwasser	Abwasser Trennkanaal	
Restliche IGD	Abwasser IGD	Regenüberlauf	
Priv. Haushalt	Abwasser PHH	Abwasser Senkgrube	

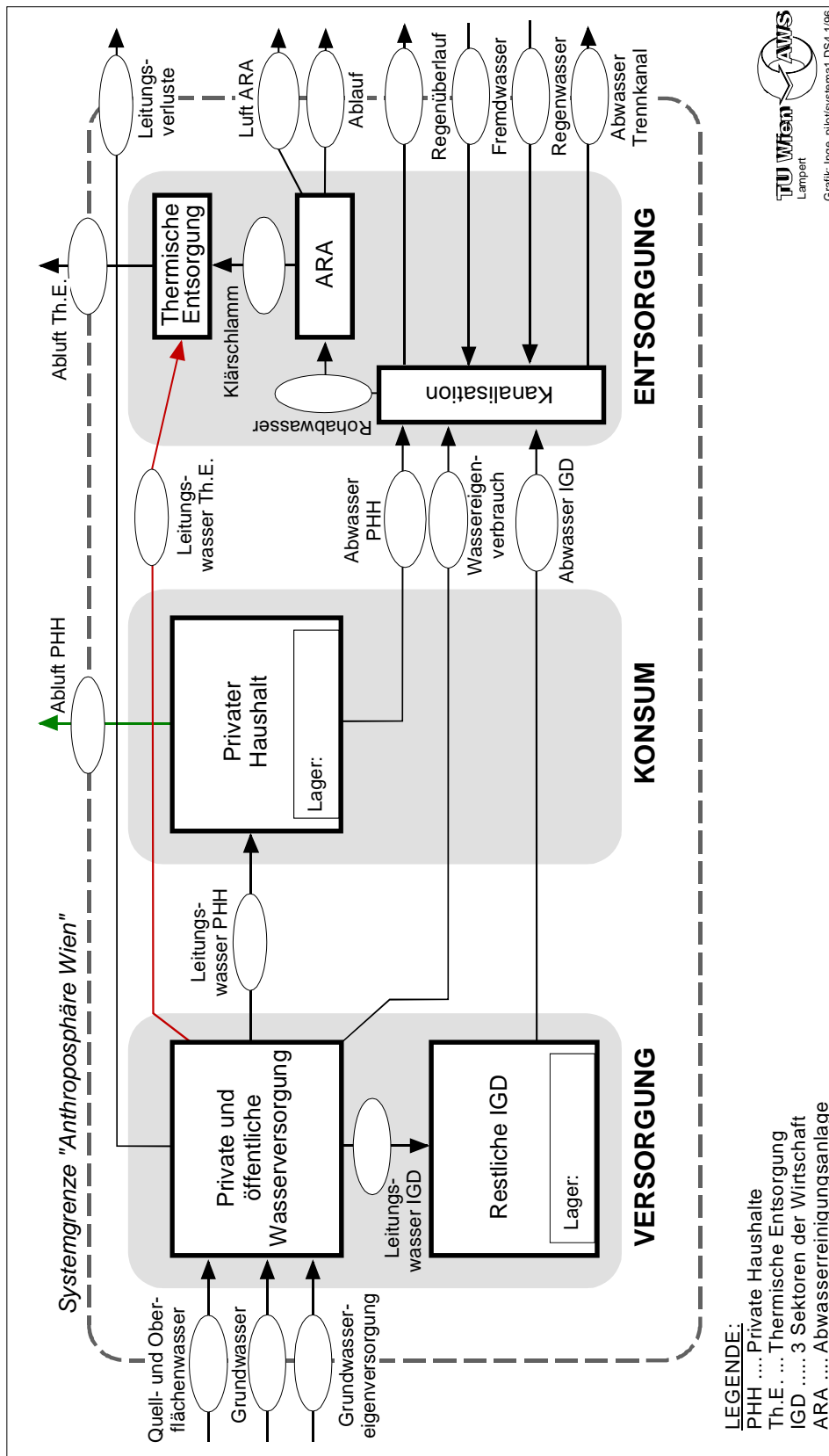


Abbildung 3-5: Beschreibung des Teilsystems „Wasserbilanz“

Prozeß „Abwasserreinigungsanlage“ (ARA)

Dieser Prozeß umfaßt sämtliches aus dem Prozeß „Kanalisation“ gelangendes Abwasser welches in den innerhalb des Systems befindlichen Kläranlagen (Hauptkläranlage, Kläranlage Blumental) behandelt wird.

Dem Inputgut Rohabwasser stehen die Outputgüter Klärschlamm, Gereinigtes Abwasser, Rechen- und Sandfanggut gegenüber. In den Stoffbilanzen werden diese Güter durch das Gut Abgas ARA ergänzt.

Tabelle 3-19: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Abwasserreinigungsanlage“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Kanalisation	Rohabwasser	Klärschlamm	Therm. Entsorgung
		Abluft ARA	Export
		Gereinigtes Abwasser	Export

Prozeß „Thermische Entsorgung“

Definition siehe folgendes Kapitel.

Die für die Wasserbilanz relevanten Inputgüter sind Leitungswasser thermische Entsorgung sowie Klärschlamm. Diesen Gütern stehen im Output Abluft thermische Entsorgung sowie Abwasser thermische Entsorgung gegenüber.

Tabelle 3-20: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Thermische Entsorgung“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. und öffentl. Wasserversorgung	Leitungswasser thermische Entsorgung	Abwasser thermische Entsorgung	Abwasserreinigungsanlage
Abwasserreinigungsanlage	Klärschlamm	Abluft thermische Entsorgung	Export

3.1.2.7 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz

Die in diesem Teilsystem bilanzierten Produktions- und Konsumgüter sind die Roh- und Hilfsstoffe, sowie die Produkte der Industrie und des Großgewerbes, die als Konsumgüter zusammengefaßten Ge- und Verbrauchsgüter der Privaten Haushalte und die Abfälle von Industrie, Großgewerbe und den privaten Haushalten. Verglichen mit den Wasser- und Luftmengen, die durch ein System fließen ist die Menge der Produktions- und Konsumgüter gering. In der Gesamtbilanz der Privaten Haushalte beträgt der Konsumgüteranteil nur rund 1 % (80 % entfallen auf Wasser und rund 20 % auf Luft [Baccini et al., 1993]). Auf der Ebene der Stoffbilanzen können aber diese Güter eine wichtige Rolle spielen. Jene Güter, die definitionsgemäß eigentlich in die Produktions- und Konsumgüterbilanz gehören würden, wie

Wasser, Energieträger und Baumaterialien finden hier keine Berücksichtigung, da für sie eigene Bilanzen (Wasserbilanz, Baumaterialienbilanz und Energieträgerbilanz) erstellt werden.

Urbane Systeme wie die Stadt Wien sind vom Dienstleistungssektor geprägt, eine Urproduktion ist praktisch überhaupt nicht vorhanden. Eine Frage, die sich stellt, ist, welche Bedeutung hat der Produktionssektor im Verhältnis zum Güterkonsum der privaten Haushalte? In der Produktions- und Konsumgüterbilanz wird der Verbrauch an Konsumgütern im "Privaten Haushalt" den Produktionsergebnissen von Industrie und Gewerbe (Prozeß „IGD“) gegenübergestellt.

Für die Erstellung der Produktions- und Konsumgüterbilanz sind die Prozesse „Verteilung von Produktions- und Konsumgütern“, „IGD“, „Privater Haushalt“, „Priv. und öffentliche Abfallsammlung“, „Behandlung getrennt gesammelter Güter“, „Thermische Entsorgung“ und „Deponie“ notwendig. Im folgenden werden die einzelnen Prozesse definiert:

Prozeß „Verteilung von Produktions- und Konsumgütern“

Der Prozeß „Verteilung von Produktions- und Konsumgütern“ ist ein fiktiver Prozeß und dient dazu, die Produktionsgüter von den Konsumgütern, welche im wesentlichen in die privaten Haushalte fließen, zu trennen. Die Baumaterialien werden in dieser Bilanz nicht berücksichtigt (siehe Baumaterialienbilanz). Es handelt sich um einen reinen Verteilungsprozeß, daher sind die In- und Outputgüter gleich. Es sind dies auf der Inputseite die Produktions- und Konsumgüter, die im Prozeß "IGD" benötigt und in den Privaten Haushalten eingesetzt werden und auf der Outputseite die lang- (Gebrauchsgüter) und kurzlebigen (Verbrauchsgüter) Konsumgüter bzw. die Produktions- und Konsumgüter.

Tabelle 3-21: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Verteilung von Gütern“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Import	Produktions- und Konsumgüter	Produktions- und Konsumgüter	IGD
		Verbrauchsgüter	PHH
		Gebrauchsgüter	PHH

Prozeß „IGD“

Der Prozeß „IGD“ umfaßt theoretisch alle Sektoren der Wirtschaft (inkl. der öffentlichen Verwaltung). Für diese Studie wurden nur die Güterflüsse von Industrie und Großgewerbe berücksichtigt. Die Inputgüter sind die Produktions- und Konsumgüter (v.a. Produktionsgüter). Den Prozeß verlassen ebenfalls Produktions- und Konsumgüter. Es sind dies v.a. die im Prozeß "IGD" bearbeiteten Produktionsgüter und die in der Landwirtschaft geernteten Güter.

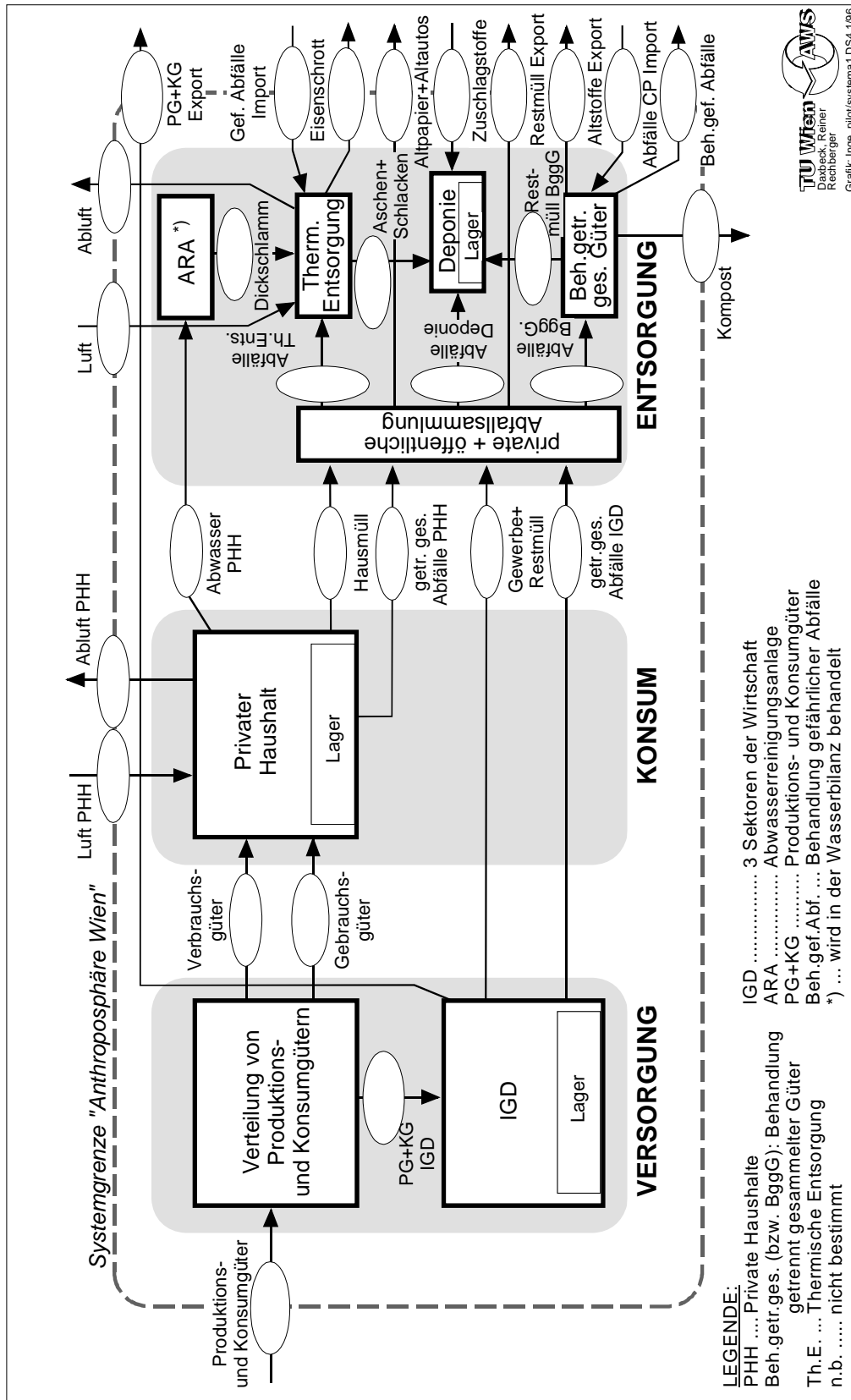


Abbildung 3-6: Beschreibung des Teilsystems „Produktions- und Konsumgüterbilanz“

Tabelle 3-22: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „IGD“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Verteilung von Gütern	Produktions- und Konsumgüter	Produktions- und Konsumgüter	Export
		Gewerbe + Restmüll	Priv. Und öffentl. Abfallsammlung
		Getrennt gesammelte Abfälle IGD	Priv. Und öffentl. Abfallsammlung

Prozeß „Privater Haushalt“ (PHH)

Der Prozeß „Privater Haushalt“ umfaßt alle privaten Haushalte der Stadt Wien. In diesen Prozeß gelangen die Konsumgüter und die Atemluft (der Menschen). Die Abluft PHH, das Abwasser PHH (jener Teil der Konsumgüter, der über das Abwasser entsorgt wird) der Hausmüll, die Altstoffe und der Rest-/Sperrmüll verlassen den privaten Haushalt.

Tabelle 3-23: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Privater Haushalt“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Verteilung von Gütern	Verbrauchsgüter	Hausmüll	Priv. und öffentl. Abfallsammlung
Verteilung von Gütern	Gebrauchsgüter	Separat gesammelter Abfall PHH	Priv. und öffentl. Abfallsammlung
		Abwasser PHH	ARA
Import	Luft PHH	Abluft PHH	Export

Prozeß „private und öffentliche Abfallsammlung“

Der Prozeß „private und öffentliche Abfallsammlung“ beinhaltet die Einsammlung aller Abfälle. Das sind dies die separat gesammelten Abfälle durch die MA 48, die Sammlung von Abfällen aus dem Prozeß „IGD“ durch private und industriell-gewerbliche Sammelorganisationen und die Verteilung dieser Abfälle an die nachfolgenden Behandlungs- bzw. Entsorgungsprozesse. Der dazu benötigte Energie- und Güteraufwand wurde nicht berücksichtigt.

In diesen Prozeß fließen Abfälle aus dem Prozeß „IGD“ (*Gewerbe- und Restmüll, Getrennt gesammelte Abfälle IGD*) und dem Prozeß „Privater Haushalt“ (*Getrennt gesammelte Abfälle PHH und Hausmüll*). Den Prozeß verlassen jene Abfälle, die in die Thermische Entsorgung (*Abfälle Th.E*), zur Behandlung getrennt gesammelter Güter (*Abfälle BggG*), in die Deponie (*Abfälle Deponie*) oder in einem nicht bekannten Zielprozeß (*Restmüll Export*) gehen bzw. weitgehend wiederverwertet werden wie *Altpapier, Altautos und Starterbatterien*.

Tabelle 3-24: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „private und öffentliche Abfallsammlung“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
IGD	Gewerbe + Restmüll	Abfälle Thermische Entsorgung	Thermische Entsorgung
IGD	Getrennt gesammelte Abfälle IGD	Abfälle Deponie	Deponie
PHH	Hausmüll	Restmüll Export	Export
PHH	Separat gesammelte Abfälle PHH	Altpapier + Altautos + Starterbatterien	Export
		Abfälle Behandlung getrennt gesammelter Güter	Behandlung getrennt gesammelter Güter

Prozeß „Thermische Entsorgung“

Der Prozeß "Thermische Entsorgung" besteht aus den beiden Müllverbrennungsanlagen Flötzersteig und Spittelau und der Sondermüllverbrennungsanlage in Simmering (EbS), einschließlich der Einrichtungen zur Verbrennung der in der Hauptkläranlage anfallenden Klärschlämme. Wichtige Inputgüter sind *Abfälle Th.E*, *Gefährliche Abfälle Import*, *Dickschlamm* und *Luft*. Outputgüter sind *Schlacken und Aschen*, *Eisenschrott* und die *Abluft* (Reingas).

Tabelle 3-25: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Thermische Entsorgung“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. und öffentl. Abfallsammlung	Abfälle Thermische Entsorgung	Aschen und Schlacken	Deponie
Import	gefährliche Abfälle Import	Abluft	Export
Import	Luft	Eisenschrott	Export
ARA	Dickschlamm		

Behandlung getrennt gesammelter Güter

Der Prozeß "Behandlung getrennt gesammelter Güter" umfaßt die Abfallbehandlungsanlage (ABA), die Kompostierung und die Behandlung von organischen und anorganischen Abfällen in chemisch-physikalischen Anlagen. In der ABA werden alle separat gesammelten Altstoffe, einschließlich der Altstoffe von Mistplätzen, außer Papier, das direkt zur Wiederverwertung geht, behandelt (sortiert). Zusätzlich wird angelieferter Gewerbemüll gesichtet und sortiert. Der Kompost wird zur Gänze innerhalb Wiens auf landwirtschaftlich genutzten Flächen aufgebracht.

Inputgut sind *Abfälle BggG* und importierte gefährliche Abfälle, die einer chemisch-physikalischen Behandlung zugeführt werden (*Gefährliche Abfälle CP Import*). Die wichtigsten Outputgüter sind *Altstoffe*, *Restmüll BggG* und *Behandelte gefährliche Abfälle*.

Tabelle 3-26: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Behandlung getrennt gesammelter Güter“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Priv. und öffentl. Abfallsammlung	Abfälle BggG	Restmüll BggG	Deponie
Import	Gefährliche Abfälle CP Import	Altstoffe	Export
		Behandelte gefährliche Abfälle	Export
		Kompost	Landwirtschaft

Deponie

Der Prozeß Deponie besteht aus den noch aktiven Deponien Rautenweg, Gerasdorf und Schafflerhof und für die Bestimmung des Lagers zusätzlich aus den geschlossenen Deponien Gotramgasse, Heuberggstätten, Wienerberg West, Donaupark-Bruckhausen, Löwy Grube, Spitzau und Langes Feld. Für die Deponien Gerasdorf und Schafflerhof konnte das Lager mangels Daten nicht abgeschätzt werden. Private Deponien konnten nicht berücksichtigt werden. Eine Aufstellung aller privaten Deponien der der MA48 (Stand 1988) zeigt, daß auf diesen praktisch nur Baurestmassen gelagert werden. Der Input in diese privaten Deponien ist demnach im Teilsystem Baumaterialienbilanz berücksichtigt.

Die bedeutendsten Inputgüter sind *Abfälle Deponie, Schlacken und Aschen* und *Zuschlagstoffe* zu deren Verfestigung. Da für den Prozeß keine Sickerwasserausträge und Deponiegasemissionen bilanziert wurden, gibt es keine Outputgüter und -flüsse.

Tabelle 3-27: Herkunfts-, Zielprozesse und Güterflüsse des Prozesses „Deponie“

Herkunftsprozeß	Inputgüter	Outputgüter	Zielprozeß
Behandlung getr. ges. Güter	Restmüll BggG		
priv. und öffentl. Abfallsammlung	Abfälle Deponie		
Thermischen Entsorgung	Schlacken und Aschen		
Import	Zuschlagstoffe		

3.2 Datenerfassung

3.2.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz

3.2.1.1 Definitionen

Verkehr

Unter Verkehr wird der Transport von Personen und Güter verstanden. Es wurde im folgenden zwischen Personenverkehr und Güterverkehr unterschieden.

Personenverkehr

Der Personenverkehr befaßt sich ausschließlich mit dem Transport von Personen und Gütern (z.B. Einkauf von Lebensmitteln) der Privathaushalte.

- Individualverkehr:

Der Teilnehmer des Privaten Haushaltes steuert seinen Verkehrsträger selber von A nach B. Betrachtet wurden die Verkehrsträger PKW, Motorfahräder, Kleinmotorräder und Motorräder.

- Öffentlicher Verkehr:

Der Teilnehmer des privaten Haushaltes benutzt eine Dienstleistung des Prozesses „Restliche IGD“. Der öffentliche Verkehr wurde vollständig dem Prozeß „Restliche IGD“ zugeordnet.

- Pendler

Pendler wurden definiert in Anlehnung an das Österreichische statistische Zentralamt (ÖSTAT). Jeder Beschäftigter der nicht zu Hause arbeitet ist ein Pendler. In dieser Arbeit interessieren nur jene Pendler, die außerhalb Wiens wohnen oder arbeiten. Es wurde unterschieden zwischen Tages und Nicht-Tagespendler.

Güterverkehr

Transport von Gütern zur Befriedigung unserer Nachfrage an Gütern in der Anthroposphäre. Der gesamte Güterverkehr wurde nach Verkehrsträgern eingeteilt.

- Straßengüterverkehr

Der Straßengüterverkehr behandelt jene über die Straße bewegten Güter. Die dabei berücksichtigten Fahrzeuge sind LKW (verschiedene Größen), Zugmaschinen und selbstfahrende Arbeitsmaschinen. Der gesamte Straßengüterverkehr wurde dem Prozeß „Restliche IGD“ zugeordnet. Im Rahmen dieser Arbeit wurde keine Unterscheidung zwischen fuhrgewerblichen oder werkverkehrbedingten Straßenverkehr vorgenommen.

- Schienengüterverkehr

Der Schienengüterverkehr berücksichtigt jene mittels der Bahn bewegten Güter. Er wurde als Dienstleistung dem Prozeß „Restliche IGD“ zugeordnet.

- **Binnenverkehr:**

Binnenverkehr bezüglich einer räumlichen Einheit R bedeutet, daß er während der gesamten Fahrt von A nach B (Personenverkehr) oder zwischen dem Ein- und Ausladeort (Güterverkehr) innerhalb von R liegt.

- **Quellverkehr:**

Quellverkehr bezüglich einer räumlichen Einheit R bedeutet, daß bei der Fahrt von A nach B der Ort A (Quelle) im Gebiet R liegt (Personenverkehr) oder der Einladeort (Güterverkehr) in R liegt.

- **Zielverkehr:**

Zielverkehr bezüglich einer räumlichen Einheit R bedeutet, daß bei der Fahrt von A nach B der Ort B (Ziel) im Gebiet R liegt (Personenverkehr) oder der Ausladeort (Güterverkehr) in R liegt.

- **Transitverkehr (Durchgangsverkehr):**

Transitverkehr bezüglich einer räumlichen Einheit R bedeutet, daß er die gesamte Fahrt von A nach B (Personenverkehr) durch R führt, aber Start und Ziel nicht in R liegen oder Ein- und Ausladeort (Güterverkehr) nicht in R liegen, aber die Transportroute durch R führt.

Energie

- **Raumheizung**

Raumheizung ist jene Energie, die für das Heizen von Gebäuden im Prozeß „Restliche IGD“ und „Priv. Haushalt“ benötigt wird.

- **Prozeßwärme**

Prozeßwärme ist jene Energie, die im Prozeß „PHH“ hauptsächlich für die Zubereitung für Nahrungsmittel und die Warmwasseraufbereitung, im Prozeß „Restliche IGD“ im weitesten Sinne für Produktionszwecke eingesetzt wird.

- **Kraft**

Unter Kraft wird hauptsächlich die für den Antrieb von Motoren und Aggregaten benötigte Energie verstanden.

- **Licht**

Bezeichnet die zu Beleuchtungszwecken eingesetzte Energie.

3.2.1.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen

Aufteilung des Personen- und Güterverkehrs

Für dieses System wurde der Personen- und der Güterverkehr untersucht.

Der Personenverkehr wurde in den Individualverkehr und den öffentlichen Verkehr aufgeteilt. Der Individualverkehr wurde dem Prozeß „Privater Haushalt“ zugeordnet, der öffentliche Verkehr wurde im Prozeß „Restliche IGD“ berücksichtigt (d.h. es handelt sich um eine öffentlich angebotene Dienstleistung von der der Privathaushalt Gebrauch macht). Nicht berücksichtigt wurden beim Personenverkehr der Flug- und Schiffsverkehr. Diese Anteile sind von noch unbedeutender Größenordnung (<1 %). Der Personenverkehr umfaßt den Transport von Personen und Gütern (z.B. Einkauf von Lebensmitteln) der Privathaushalte.

Der Güterverkehr wurde bezüglich den Verkehrsträgern (Straße, Schiene, Flug, Wasser und Leitung) aufgeteilt. Der gesamte Güterverkehr wurde dem Prozeß „Restliche IGD“ zugeordnet. Eine quantitative Abschätzung zeigte, daß der Gütertransport über Wasserwege und Leitungssysteme in erster Näherung für dieses System vernachlässigt werden kann. Der Gütertransport über den Luftweg wurde ebenfalls nicht berücksichtigt. Er findet einerseits außerhalb der Systemgrenzen statt und ist andererseits in seiner Größe im Vergleich zu Bahn und Straße noch (!) vernachlässigbar.

Die Verkehrsinfrastruktur (Straße) wird im Teilsystem Baumaterialienbilanz betrachtet.

Systemgrenze im Verkehr

Die gewählte örtliche Systemgrenze Stadt Wien bedeutete, daß sich der Personenverkehr der Wiener Privathaushalte aus Fahrten innerhalb und außerhalb der Systemgrenzen zusammensetzt. Zusätzlich war der Personenverkehr der außerhalb Wiens liegenden Privathaushalte innerhalb von Wien zu berücksichtigen (Pendler, Touristen). Dies gilt auch für den Güterverkehr. Zur Ver- und Entsorgung der Stadt sind Transporte einerseits innerhalb der Stadt selber (Binnengüterverkehr) und andererseits in Wechselwirkung mit dem Hinterland (Güterimporte und -exporte) notwendig.

Grundsätzlich standen mehrere Vorgehensweisen zur Berücksichtigung des Verkehrs im System zur Verfügung. Jede dieser Möglichkeiten bezog sich auf ein bestimmtes Kriterium und resultiert in einer speziellen Aussage. Die nachfolgende Tabelle zeigt verschiedene Vorgehensweisen.

Tabelle 3-28: Möglichkeiten der Einbeziehung des Verkehrs in das System Stadt Wien

Vorgehensweise (Ansatz)	Kriterium	Aussage	Möglichkeit der Erfassung, Probleme
Versorgungsbezogene Bestimmung	<u>Ort</u> der Versorgung mit Endenergie	Verkaufte Menge an Treibstoffen in einem System (Versorgung). Kein Prozeß- und Ortsbezug möglich für spätere Bewertungen.	Verkaufszahlen der Treibstoffmengen im System, Daten vorhanden
Verbrauchsbezogene Bestimmung	<u>Ort</u> des Verbrauchs an Endenergie	Verbrauchte Menge an Treibstoffen mit Ortsbezug (inner- und außerhalb der Systemgrenzen).	totale Verbrauchsmengen plus Fahrstatistiken, schwierige Datenlage
Aktivitätsbezogene Bestimmung	<u>Aktivität</u> : Güter- und Stoffumsatz zur Befriedigung einer Aktivität (Bedürfnis)	Aktivitätsbezogene Bewertung möglich	totale Verbrauchsmengen, sehr aufwendige Datenerhebung

In diesem Projekt wurde der Ansatz der „verbrauchsbezogenen“ Bestimmung gewählt. Dieser Ansatz wurde gewählt, um den Ort der Transformation (Ort der Freisetzung der Emissionen) im Bezug zur Systemgrenze sichtbar zu machen. Es ist jedoch anzumerken, daß die Datenlage für eine solche Betrachtung unbefriedigend war, und die außerhalb der festgelegten Systemgrenzen initiierten Güter- und Stoffflüsse nicht konsistent betrachtet werden konnten.

Bestimmung der gesamten Güter- und Stoffflüsse des Wiener Personen- und Güterverkehrs:

Die gesamten Güter- und Stoffflüsse des Wiener Personen- (Individualverkehrs) und Güterverkehrs wurden ausgehend von Fahrzeugbeständen für die Wiener Fahrzeugflotte, Fahrleistungsstatistiken, und mittleren Verbrauchszahlen berechnet.

Aufteilung der gesamten Güter- und Stoffflüsse des Wiener Personen- und Güterverkehrs:

Zur Aufteilung der innerhalb und außerhalb der Systemgrenzen wirksamen Güter- und Stoffflüsse des Wiener Personen- und Güterverkehrs wurde neben den innerhalb der Systemgrenzen wirksamen Güter- und Stoffflüssen (Prozesse „Privater Haushalt“ bzw. „Restliche IGD“) die fiktiven Prozesse „extern wirksamer interner Prozeß“ (EWIP) für den Prozeß „Restliche IGD“ (Güterverkehr) und für den Prozeß „Privater Haushalt“ (Personenverkehr) definiert. Bei der Aufteilung der gesamten Güter- und Stoffflüsse des Wiener Personen- (Individualverkehrs) und Güterverkehrs auf innerhalb und außerhalb wirksame Prozesse mußte auf Abschätzungen zurückgegriffen werden. Zur Beurteilung der Auswirkung dieser Schätzungen, wurden zwei Szenarien betrachtet.

Berücksichtigung von intern wirksamen externen Prozesse:

Um innerhalb Wiens wirksame Güter- und Stoffflüsse, welche von nicht Wiener Privathaushalten verursacht werden, erfassen zu können, wurde ein „intern wirksamer externer Prozeß“ („IWEP-PHH“) definiert. Damit konnten für den Individualverkehr die Stoff- und Güterumsätze der intern wirksamen externen Prozesse berücksichtigt werden. Die Pendlerstatistik und Tourismusstatistik lieferte dabei wichtige Informationen. In Analogie zum Prozeß „IWEP-PHH“ im Personenverkehr sollte eigentlich ein spezieller fiktiver Prozeß „IWEP-IGD“ (intern wirksame externe Prozesse IGD) definiert werden. Es wurde jedoch angenommen, daß der Straßengüterverkehr zur Versorgung der Stadt Wien durch die „eigene“ in Wien registrierte Fahrzeugflotte gedeckt werden kann. Diese Annahme ist durchaus unsicher. Es wurden daher nur Fahrten der Wiener Güterverkehrsflotte betrachtet. Fahrten von außerhalb Wiens ansässigen Güterverkehrs Expeditionen wurden nicht betrachtet.

Aufteilung des Energieverbrauches für nicht -verkehrsbezogene Energieträger:

Der Energieverbrauch, der für Wien in die Sektoren Haushalt, Kleinverbraucher, Industrie und Verkehr unterteilt aufgeschlüsselt ist [Sedlacek, 1992], konnte direkt in das gewählte System übernommen werden, indem die Anteile für Kleinverbraucher und Industrie dem Prozeß "Restliche IGD" zugeordnet wurden.

Spezielle Annahmen für den Personenverkehr:

- Öffentlicher Personenverkehr (ÖBB, Wiener Stadtbetriebe etc.):
Öffentlicher Verkehr ist eine Dienstleistung im Prozeß „Restliche IGD“. Darum wurden auch die anfallenden Güter- und Stoffflüsse für den öffentlichen Personenverkehr dem Prozeß „Restliche IGD“ zugeordnet. Sie erscheinen dort „versteckt“ im Energieverbrauch.
- Flugverkehr:
Die durch den Flugverkehr verursachten Güter- und Stoffflüsse wurden in dieser Arbeit nicht betrachtet, da sich der Flughafen Wien Schwechat außerhalb der Systemgrenzen befindet. Er konnte für diese Untersuchung auch nicht als EWIP- Prozeß berücksichtigt werden.
- Schiffsverkehr:
Der Schiffsverkehr der innerhalb der Systemgrenzen stattfindet ist vernachlässigbar.
- Transitverkehr durch Wien:
Der Transitverkehr wurde nicht berücksichtigt.
- Aufteilung der Nutzung der Personenwagen (privat/dienstlich):
Es erfolgte keine Aufteilung zwischen privat oder gewerblich genutzten Personenwagen. Alle Pkws wurden dem Privathaushalt zugerechnet. Auch konnten allfällige Differenzen zwischen der Anzahl registrierter und tatsächlich benutzter Personenwagen nicht berücksichtigt werden.
- Pendler:
Die Auspendler waren indirekt in der Fahrleistungsberechnung für den Wiener Individualverkehr berücksichtigt. Die Berücksichtigung der Einpendler beschränkte sich auf die Berufstageseinpender. Nichttageseinpender wurden nicht berücksichtigt. Eine Untersuchung für die Einpendler aus NÖ zeigt ein Verhältnis zwischen Tageseinpendlern und Nichttageseinpendlern im 1988 von ca. 10:1 [ÖSTAT, 1991]. Nichtberufstagespender

wurden auch nicht berücksichtigt Ihre Anzahl (Freizeit, Einkaufen usw.) ist schwierig abzuschätzen. Sie wurde für NÖ-Pendler grob abgeschätzt und liegt angeblich in der gleicher Größenordnung wie die Anzahl der Berufstageinpendler [Herry 1995].

- Nicht fahrleistungsbezogen induzierte Emissionen:

Nicht fahrleistungsbezogen induzierte Emissionen wurden nicht berücksichtigt. Solche Emissionen sind beispielsweise VOC-Emissionen bei Tankvorgängen und Verluste aus Tanks. Sie werden mit ca. 27 % der Kohlenwasserstoffemissionen (HC) abgeschätzt [NUP, 1994]. Im Jahre 1991 wurden die HC-Emissionen für den PKW- und Zweiradverkehr mit rund 78.000 t/J abgeschätzt. 27 % davon bedeuten ca. 21.000 t VOC/Jahr für den Güterverkehr in Österreich. Proportional auf den Wiener LKW-Bestand umgerechnet, ergibt dies Verluste infolge Verdampfung und Verdunstung von ca. 3.400 t VOC/Jahr. Sie wurden vernachlässigt.

Spezielle Annahmen für den Güterverkehr:

- Luftgüterverkehr:

Der Luftgüterverkehr wurde nicht berücksichtigt. Österreichweit wurden 1991 knapp 82.000 Tonnen an Gütern pro Jahr über die Luft transportiert, davon ist nur 1 % Inlandverkehr.

- Güterverkehr über das Wasser:

Der Güterverkehr über das Wasser wurde nicht berücksichtigt. Der Hafenumschlag an Gütern in Wien über die Donauschifffahrt betrug im 1991 1,33 Mio t [MA66, 1994]. Dies waren ca. 4,5 % der Tonnagen die über die Straßen transportiert worden sind. Bei der Berücksichtigung des spezifischen Energiebedarfs des Schiffstransport würde der Anteil noch bedeutend kleiner.

- Güterverkehr durch Leitungen (Rohr):

Der Güterverkehr durch Leitungen wurde nicht berücksichtigt. Der Güterverkehr über Rohre ist für Österreich mit 53,6 Mio. Tonnen/Jahr (= 17 % der Gesamtmenge) bzw. 11,5 Mrd. tkm (= 30 % der gesamten Verkehrsleistung) von nicht unbedeutender Größe. Davon entfallen auf den Inlandsverkehr nur 1,6 Mio. Tonnen (3 %) bzw. 0,3 Mrd. tkm (2 %). Es sind vor allem Transit und Einfuhr von Gütern über Leitungen wichtig. Prozentual sind Erdöl, Erdgas und Wasser die wichtigsten Güter.

- Güterverkehr über die Schiene:

Emissionen durch Güterflüsse aus dem Güterschienenverkehr wurden nicht behandelt. Eine Abschätzung zeigte, daß Güterflüsse (Brennstoffmengen) zur Stromerzeugung (für den ÖBB-Strommix) und die Emissionen zum Betrieb der Dieselloks insgesamt vernachlässigbar sind. Eine Abschätzung befindet sich im Anhang I.5.

- Nicht fahrleistungsbezogen induzierte Emissionen:

Nicht fahrleistungsbezogen induzierte Emissionen wurden auch beim Güterverkehr nicht berücksichtigt. Solche Emissionen sind beispielsweise VOC-Emissionen bei Tankvorgängen und Verluste aus Tanks. Sie werden mit ca. 27 % der Kohlenwasserstoffemissionen (HC) abgeschätzt [NUP, 1994]. Im Jahre 1991 wurden die HC-Emissionen für den LKW mit rund 15.000 t/J abgeschätzt. 27 % davon bedeuten ca. 4.000 t VOC/Jahr für den Güterverkehr in Österreich. Proportional auf den Wiener LKW-Bestand umgerechnet, ergibt

dies Verluste infolge Verdampfung und Verdunstung von ca. 900 t VOC/Jahr. Sie wurden vernachlässigt.

- Der Prozeß „IWEP-IGD“:

In Analogie zum Prozeß „IWEP-PHH“ im Personenverkehr sollte eigentlich ein spezieller fiktiver Prozeß „IWEP-IGD“ (intern wirksame externe Prozesse IGD) definiert werden. Es wurde jedoch angenommen, daß der Straßengüterverkehr zur Versorgung der Stadt Wien durch die „eigene“ in Wien stationierte Flotte gedeckt werden kann. Es wurden daher nur Fahrten der in Wien registrierten Güterverkehrsfahrzeugflotte betrachtet. Fahrten von außerhalb Wiens ansässigen Güterverkehrspeditionen wurden nicht betrachtet.

- Aufteilung zwischen Fuhrgewerbeverkehr und Werksverkehr für den Straßengüterverkehr: Es wurde keine Unterteilung des Straßengüterverkehrs in Fuhrgewerbe und Werksverkehr vorgenommen. Diese Unterteilung war dann interessant, wenn Effizienzuntersuchungen des gesamten Straßengüterverkehrs vorgenommen werden sollten (z.B. Leerfahrten oder Wirtschaftlichkeit des Verkehrssystems). Dies war aber nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

- Fahrleistungen (km/Jahr) pro Fahrzeugkategorie:

Die nationalen Mittelwerte für Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie wurde in erster Näherung auf die Wiener Flotte übertragen.

Spezielle Annahmen für die Brennstoffe:

- Es wurde für die Brennstoffe allgemein angenommen, daß sie zu 100 % in die Abluft transferiert werden, d.h. es wurden bei der Umwandlung die festen Abfälle (Aschen) nicht berücksichtigt (<1 %).
- Bei der Darstellung der Brennstoffflüsse, wurde auf eine Korrektur über Heizgradtage verzichtet. Dadurch sind spezielle klimatische Bedingungen des Jahres 1991 nicht berücksichtigt.
- Durch Stromimporte außerhalb der Systemgrenzen induzierte Güterflüsse wurden aus Gründen der Systematik nicht berücksichtigt.
- Energieträger aus Abfall werden im Teilsystem Produktions- und Konsumgüterbilanz beschrieben.
- Der Eigenbedarf des Prozesses "Energieverteilung" wurde nicht gesondert berücksichtigt und ist im Prozeß "Restliche IGD" inkludiert.

3.2.1.3 Berechnungen der Güterflüsse

Berechnungen der Prozesse „Priv. Haushalt“, „EWIP-PHH“ und „IWEP-PHH“:

Die wichtigsten im Verkehr umgesetzten Güter sind die Treibstoffe, die Verbrennungsluft und die bei der Verbrennung entstehenden Abgase. Als Treibstoff wird im wesentlichen Benzin und Diesel verwendet. Gas und Strom konnten für den Individualverkehr vernachlässigt werden. Zuerst wurde die verbrauchte Treibstoffmenge berechnet und daraus über die Verbrennungsrechnung die benötigte Luftmenge bestimmt.

Bestimmung der gesamten Güterflüsse des Wiener Individualverkehrs:

Der mittlere jährliche totale Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs (siehe Anhang I; Tab. I-5) wurde aus der mittleren Fahrleistung jeder Fahrzeugkategorie (siehe Anhang I; Tab. I-4) bestimmt. Als mittlere totale Fahrleistung für die Wiener Fahrzeuge dienten Erhebungswerte (Gesamtösterreichisches Mittel) aus dem Nationalen Umweltplan [NUP, 1994]. Für die mittlere Fahrleistung der Wiener Pkws wurde die Mikrozensuserhebung aus dem Jahre 1991 [ÖSTAT, 1994] verwendet. Für die Bestimmung der Treibstoffverbräuche wurde für die zweirädrigen Fahrzeuge ein Bereich geschätzt und das Resultat gemittelt, für den PKW wurde analog vorgegangen (Werte spiegeln auch die im NUP [NUP, 1994] angegebenen mittleren Verbrauchszahlen der PKW-Flotte wider).

Die für die Verbrennung der Treibstoffe benötigte Luftmenge hängt einerseits von der chemischen Zusammensetzung des Treibstoffes zusammen (theoretischer Luftbedarf) und andererseits von der verwendeten Motorentechnologie (realer Luftbedarf). Der theoretische Luftbedarf für Benzin beträgt ca. 14,8 kg Luft/kg Treibstoff. Reale Luftmengenwerte wurden durch Multiplikation des Theoretischen Wertes mit einem Korrekturwert λ (Verhältnis real zu theoretisch) berechnet.

Tabelle 3-29: Typische Lambda-Werte:

Motoren	Literaturwerte	Annahmen
Ottomotoren:	0.85 bis 1.25 (heute eher noch höher)	1.2
Dieselmotoren:	1.2 bis 2	1.5
Zweiräder:	nicht bekannt	1

Mit den realen Verbrennungsluftmengen konnte die Güterbilanz für den Wiener Individualverkehr in Wien ermittelt werden. Das Abgas errechnete sich aus der Summe der Treibstoff- und Luftmenge, die den Motoren zugeführt wird (siehe Anhang I; Tab I-7).

Bestimmung der Güterflüsse des Prozesses „Privater Haushalt“:

Zuerst mußte die Frage beantwortet werden, wie hoch der mittlere jährliche Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs (siehe Anhang I; Tab. I-6) war. Dazu war es notwendig, die in Wien gefahrenen Wege zu bestimmen. Eine solche Differenzierung ist infolge unsicherer Datenlage nicht exakt zu bewerkstelligen. Auch ist die Kontrolle einer solchen Abschätzung über die in Wien getankte Treibstoffmenge ist nur sehr ungenau zu bewältigen.

Da keine exakten Daten über die in Wien gefahrenen Wege des Privatverkehrs zur Verfügung standen, wurde im Anhang I.1 zwei Szenarien durchgerechnet. Im Bericht selber wurden nur die Resultate des Referenzszenarios behandelt. Reagiert das System auf die verschiedenen Annahmen sensibel, so wäre eine exakte Datenlage für dieses Problem wünschenswert.

Für das folgende Szenario 1 (Referenzszenario) wurden folgende Annahmen getroffen:

Ausgehend von der mittleren jährlichen Totalfahrleistung eines Wiener PKWs von 14.500 km/PKW wurde die mittlere jährliche Fahrleistung eines Wiener Pkws innerhalb von Wien

mit 4.000 km/PKW abgeschätzt. Dieser Wert beruht auf Abschätzungen des Institutes für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik an der TU Wien. Diese Zahl ist schwierig exakt zu ermitteln sollte aber in der Größenordnung korrekt sein. Für Wiener Motorräder wurde ein analoges Verhältnis angenommen. Für Motorfahräder und Kleinmotorräder wurde zusätzlich die Annahmen getroffen, daß die Fahrleistung vorwiegend in Wien erbracht wird.

Ein zweites Szenario für die Energieträgerbilanz mit anderen Annahmen für die Aufteilung zwischen den Prozessen „PHH“ und „EWIP PHH“ wurde im Anhang I.2 behandelt. Die Werte und Resultate werden hier nicht diskutiert.

Analog zur Bestimmung der gesamten Güterflüsse, kann für die Bestimmung der Güterflüsse des Wiener Individualverkehrs innerhalb von Wien (Prozeß „Privater Haushalt“) vorgegangen werden. Mit den oben erwähnten Annahmen für das Referenzszenario resultierten folgende Güterflüsse für den Prozeß „PHH“ (siehe auch Anhang I; Tab. I-7).

Tabelle 3-30: Verkehrsbezogene Güterflüsse für den Prozeß „Privater Haushalt“

Input	[1.000 t/a]	Output	[1.000 t/a]	Zielprozeß
Luft	2.870			
Treibstoff	160			
		Abluft	3.030	Luft
Total	3.030		3.030	

Bestimmung der Güterflüsse des Prozesses „EWIP-PHH“:

Die Quantifizierung des Prozesses „EWIP-PHH“ ergibt sich aus der Differenz zwischen den totalen Güterflüssen des Wiener Individualverkehrs und der Güterflüsse des Prozesses „Privater Haushalt“ (siehe Anhang I; Tab. I-7). Da die Verbrennung der Treibstoffe außerhalb der Systemgrenzen erfolgt, wird ausschließlich der Treibstoff exportiert.

Tabelle 3-31: Verkehrsbezogene Güterflüsse für den Prozeß „EWIP-PHH“

Input	[1.000 t/a]	Output	[1.000 t/a]	Zielprozeß
Treibstoff „EWIP-PHH“	410			
		Treibstoff „EWIP-PHH, Export“	410	Export
Total	410		410	

Bestimmung der Güterflüsse des Prozesses „IWEP-PHH“:

Täglich pendeln Personen aus Privathaushalten außerhalb Wiens (externe Prozesse) nach Wien. Sie bewirken dadurch Güter- und Stoffflüsse innerhalb von Wien (Flüsse sind intern wirksam). Zur Bestimmung der Größenordnungen dieser Flüsse wurden nur Pendler, die den Personenwagen benutzen, betrachtet. Die Pendlerzahlen stammen von der MA 66 [MA 66, 1995] (siehe Anhang I; Tab. I-18). Infolge ungenügender Datenlage mußte die Treibstoffrechnung mit eigenen Annahmen (gefahrenre Strecken etc.) durchgeführt werden. Die Be-

rechnung für die Güterflüsse der Luft und des Abgases erfolgte in analoger Weise wie im Personenverkehr (siehe Anhang I; Tab. I-18).

Die folgende Tabelle enthält die verkehrsbezogenen Güterflüsse des Prozesses „IWEP-PHH“.

Tabelle 3-32: Verkehrsbezogene Güterflüsse für den Prozeß „IWEP PHH“

Input	[1.000 t/a]	Output	[1.000 t/a]	Zielprozeß
Luft	301			
Treibstoff	16			
		Abluft	317	Luft
Total	317		317	

Im Gegensatz zu dieser Berechnung steht eine andere Abschätzung über die Gesamtzahl täglicher NÖ-Einpendler (Arbeitseinpender plus andere Einpendler) nach Wien [Herry, 1995] mit mehr als der doppelten Anzahl. Es zeigt sich, daß sich je nach Annahme beträchtliche Differenzen ergeben können. Dies bedeutet, daß die Zahlen und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen noch mit Vorsicht zu betrachten sind.

Lagerabschätzung des Individualverkehrs

Das Lager im Prozeß „Priv. Haushalt“:

Das Treibstofflager wurde bei Annahme eines mittleren Tankvolumens von 60 l und einer mittleren Befüllung von 50 % auf 12.400 t geschätzt und wurde zu 100 % dem Prozeß „Privater Haushalt“ zugeordnet.

Das Lager im Prozeß „PHH-IWEP“:

Das Treibstofflager wurde in analoger Weise wie im Prozeß „Privaten Haushalt“ bestimmt und beträgt 1.600 t. Dieses Lager wurde den extern liegenden Privathaushalten zugeordnet und erscheint somit in diesem System nicht.

Berechnungen der Prozesse „Restliche IGD“, „EWIP-IGD“:

In Österreich wurden im Jahre 1991 [Herry, 1994] insgesamt ca. 315 Mio. Tonnen Güter befördert. Dies ergibt 40 t an beförderten Gütern pro Einwohner und Jahr. Diese Zahl gibt einen Anhaltspunkt bezüglich jener Menge an Gütern, die zur Befriedigung unserer Bedürfnisse gegenwärtig notwendig sind. Noch nicht erfaßt wurden dabei jedoch die durch den Transport selber verursachten Güter- und Stoffflüsse (Treibstoffverbrauch, Luftverbrauch und Emissionen).

Die Betrachtung der Güterverkehrsleistung (beförderte Tonnen multipliziert mit den zurückgelegten Transportstrecken) zeigt indirekt die Größenordnung dieser Flüsse auf. Für Österreich (bei Betrachtung nur der im Inland gefahrenen Strecken) beträgt die Verkehrsleistung ca. 39 Mrd. Tonnenkilometer! Pro Kopf bedeutet dies immerhin mehr als 5.000 Tonnenkilometer. Diese Zahl gibt auch einen Eindruck über den Aufwand im Güterverkehr,

reicht aber direkt noch nicht für die Berechnung der Treibstoffverbräuche, Luft- und Abgas-mengen aus. Die durchschnittliche Transportweite aller in Österreich beförderten Güter be-trägt 123 km (Nur Strecke in Österreich eingerechnet). Sie variiert je nach Verkehrsträger stark (Straße: 70 km, Schiene, Wasser, Rohr je ca. 200 km).

Für die Bestimmung der verkehrsbezogenen Güterflüsse, die durch die Versorgung entstehen, standen grundsätzlich zwei Lösungsansätze zur Verfügung:

1. Umlegung von Güterverkehrsleistungsstatistiken von Österreich auf Wien

Vorteil: Verkehrsträgerbezogene und branchenbezogene Aufteilung vorhanden [Herry, 1994].

Nachteil: Probleme bei der Umrechnung der Fahrleistungen in Güter- und Stoffflüsse (viele Abhängigkeiten), Probleme einer Aufteilung innerhalb/außerhalb der gewählten Systemgrenzen.

2. Verbrauchsbezogene Bestimmung für den Wiener Güterverkehr

Vorteil: Gute Datenbasis (Fahrzeugpark, mittlere km-Leistung) und robuste Annahmen (Verbräuche, spezifische Emissionen) zur Abschätzung der gesamten Güter- und Stoffflüsse des Wiener Güterverkehrs. Keine Annahmen über Leerfahrten nötig.

Nachteil: Probleme bei der Umrechnung der Fahrleistungen in Güter- und Stoffflüsse (viele Abhängigkeiten), Probleme einer Aufteilung innerhalb/außerhalb der gewählten Systemgrenzen. Keine direkte Aufteilung auf die Branchen möglich.

Die Güter- und Stoffflüsse des Güterverkehrs in Wien wurden in dieser Untersuchung aus praktischen Gründen mit der zweiten Vorgehensweise abgeschätzt. Dazu mußten zusätzliche, im folgenden dargestellte Annahmen getroffen werden.

Die wichtigsten im Verkehr umgesetzten Güter sind die Treibstoffe, die Verbrennungsluft und die bei der Verbrennung entstehenden Abgase. Als Treibstoff wird im wesentlichen Diesel und Benzin verwendet. Gas konnte für den Güterverkehr vernachlässigt werden. Für den Straßengüterverkehr wurde zuerst die verbrauchte Treibstoffmenge berechnet und daraus über die Verbrennungsrechnung die benötigte Luftmenge und produzierte Abgasmenge be-stimmt. Eine Abschätzung der Güterflüsse des Schienengüterverkehrs wurde mittels Fahrlei-stungsdaten und spezifischen Emissionen berechnet und befindet sich im Anhang I.5.

Berechnung des gesamten Wiener Straßengüterverkehrs:

Der mittlere jährliche totale Treibstoffverbrauch des Wiener Straßengüterverkehrs (siehe An-hang I; Tab. I-12) wird aus der mittleren Fahrleistung (siehe Anhang I; Tab. I-11) und den Verbrauchswerten jeder Fahrzeugkategorie bestimmt. Als mittlere totale Fahrleistung für die Wiener Fahrzeuge dienten Erhebungswerte [NUP, 1994] (Gesamtösterreichisches Mittel). Für die Bestimmung der Treibstoffverbräuche wurde für die verschiedenen Fahrzeugkategorien (LKW <3.5 t, LKW 3.5-15 t, LKW >15 t) Verbrauchszahlen aus [Bundesamt für Um-weltschutz, 1986] verwendet. Da die Zahlen einen Fahrzeugpark aus dem Jahre 1984 widerspiegeln, dürften die errechneten Werte eher am oberen Limit liegen. Eine direkte Be-

rücksichtigung der Abhängigkeit des Verbrauchs von der Reisegeschwindigkeit wurde nicht vorgenommen.

Analog den Annahmen und Berechnungen beim Personenverkehr konnte aus den Treibstoffverbräuchen auf die anderen relevanten Güterflüsse (Luftmengenverbrauch und Abgase) berechnet werden (siehe Anhang I; Tab. I-14).

Bestimmung der Güterflüsse des Prozesses „Restliche IGD“:

Analog wie bei den Ausführungen zum Individualverkehr, war es nötig, jene Güterflüsse (resp. später auch Stoffflüsse) zu berechnen, welche zur Befriedigung der Güterversorgung der Wiener innerhalb von Wien effektiv umgesetzt werden. Das heißt, es wurde der mittlere jährliche Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs (siehe Anhang I) für jene nur in Wien gefahrenen Wege bestimmt. Eine solche Differenzierung war infolge unsicherer Datenlage nicht einfach zu bewerkstelligen. Eine Kontrolle dieser Berechnungen über die in Wien getankte Treibstoffmenge ist nur sehr ungenau zu bewerkstelligen.

Da diese Aufteilung einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Energieträgerbilanz hat, wurden analog zum Personenverkehr auch der Güterverkehr in die zwei im Anhang I.1 dargestellten Szenarien integriert.

Für das Referenzszenario unterliegen die Berechnungen für den Güterverkehr (Prozesse „Restliche IGD“, „EWIP IGD“ folgenden Annahmen:

Je nach Straßengüterverkehrsmittel wurden verschiedene Faktoren für die Anteile der Fahrleistung der innerhalb der Systemgrenze gefahrenen Strecken (Fahrleistung) bezogen auf die jährlich, total gefahrenen Strecken. Es wurde angenommen, daß 60 % der LKW kleiner 3.5 t (Lieferwagen) vorwiegend die Nahverteilung innerhalb der Stadt abdecken. Je größer die Ladekapazität; desto mehr wird sich dieser Anteil Richtung Fernverkehr verlagern. Angenommen wurde für LKW zwischen 3.5 und 14.99 t ein Anteil von 40 % und für LKW ab 15 t ein Anteil von 20 %. Die Zugmaschinen und selbstfahrenden Arbeitsmittel wurden mit einem Anteil von je 60 % geschätzt. Die gewählten Anteile sind aus der Tabelle 3-33 sowie dem Anhang (siehe Anhang I; Tab. I-13) zu entnehmen.

Tabelle 3-33: Anteil der innerhalb der Stadt gefahrenen km/a von den totalen Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie (Annahme)

Fahrzeugkategorie	Anteil in %
LKW (<3.5 t)	60
LKW (zw. 3.5 t und 14.99t)	40
LKW (> 14.99 t)	20
Zugmaschinen	60
Selbstf. Arbeitsmittel	60

Ein zweites Szenario für die Energieträgerbilanz mit anderen Annahmen für die Aufteilung zwischen den Prozessen „Restliche IGD“ und „EWIP Restliche IGD“ wurde im Anhang I.3 behandelt. Die Werte und Resultate werden hier nicht diskutiert.

Aus den Treibstoffverbräuchen konnte auf die anderen relevanten Güterflüsse gerechnet werden (siehe Anhang I; Tab. I-14). In Tabelle 3-34 sind die verkehrsbezogenen Güterflüsse für den Prozeß „Restliche IGD“ zusammengefaßt.

Tabelle 3-34: Verkehrsbezogene Güterflüsse für den Prozeß „Restliche IGD“

Input	[1.000 t/a]	Output	[1.000 t/a]	Zielprozeß
Luft	4.320			
Treibstoff	204			
		Abluft	4.524	Luft
Total	4.524		4.524	

Bestimmung der Güterflüsse des Prozesses „EWIP-IGD“:

Die Zuteilung des Straßengüterverkehrsanteils zum Prozeß „EWIP-IGD“ ergibt sich aus der Differenz zwischen den totalen Güterflüssen des Wiener Straßengüterverkehrs und des Wiener Straßengüterverkehrs der nur in Wien gefahren wird.

Aus der Differenz der Werte konnte der mittlere jährliche Treibstoffverbrauch des Prozesses „EWIP-IGD“ (siehe Anhang I; Tab. I-12 und Tab. I-13) berechnet werden.

Aus den Treibstoffverbräuchen wurde auf die anderen relevanten Güterflüsse des Wiener Straßengüterverkehrs für jene außerhalb von Wien zurückgelegten Wegstrecken berechnet (siehe Anhang I; Tab. I-14).

Zusammenfassend werden die verkehrsbezogenen Güterflüsse für den Prozeß „EWIP-IGD“ in der Tabelle 3-35 dargestellt.

Tabelle 3-35: Verkehrsbezogene Güterflüsse für den Prozeß „EWIP-IGD“

Input	[1.000 t/a]	Output	[1.000 t/a]	Zielprozeß
Treibstoff „EWIP PHH“	241			
		Treibstoff „EWIP- PHH, Export“	241	Export
Total	241		241	

Lagerabschätzung des Güterverkehrs

Das Lager im Prozeß „Restliche IGD“:

Das Treibstofflager des Wiener Straßengüterverkehrs wurde unter Annahme eines mittleren Tankvolumens von 200-300 l und einer mittleren Befüllung von 50 % auf 5.000-7.000 t geschätzt.

Berechnung der Güterflüsse von Brennstoffen

Für Wien existieren jährliche Aufzeichnungen über den Gesamtenergieverbrauch [Sedlacek, 1992]. Aus Angaben zu Energieflüssen und Energieinhalten der verschiedenen Brennstoffe aus dem Jahr 1991 wurde auf Güterflüsse umgerechnet (vergl. Tabelle 3-36).

Tabelle 3-36: Energieinput für Wien, 1991 [Sedlacek, 1992]

Brennstoffe	Energie [GWh/a]	Heizwert [MWh/t]	Güterflüsse [t/a]
Erdgas	18.300	14,30	1.281.000
Heizöl	8.129	11,64	698.368
Kohle	1.295	7,80	166.026
Brennholz	199	4,31	46.172
Brennstoffe total	27.923	12,74	2.191.566

Die Aufteilung der Brennstoffe auf die Prozesse „PHH“ und „Restliche IGD“ erfolgt durch den Prozeß „Energieverteilung“. Die in der Literatur gewählte Aufteilung in Haushalte (Prozeß "Private Haushalte"), Kleinverbraucher und Industrie (zusammengezogen in den Prozeß "IGD") konnte direkt übernommen werden und ergibt sich zu den in Tabelle 3-37 angegebenen Werten.

Tabelle 3-37: Aufteilung der Brennstoffe durch den Prozeß „Energieverteilung“

Brennstoffe	„Restliche IGD“ [%]	„Priv. Haushalt“ [%]
Erdgas	63	37
Heizöl	73	27
Kohle	70	30
Brennholz	12	88
Brennstoffe total	66	34

Der Luftbedarf zur Verbrennung der Brennstoffe wurde mit den in Tabelle 3-38 angeführten Faktoren berechnet.

Tabelle 3-38: Luftbedarf der Prozesse "Restliche IGD" und "Priv. Haushalt"

Brennstoffe	Faktoren [t Luft/t Brennstoff]	"Restliche IGD" [t Luft/a]	"PHH" [t Luft/a]
Erdgas	17,3	13.939.000	8.209.000
Heizöl	14,6	7.446.000	2.722.000
Kohle	10,0	1.171.000	490.000
Brennholz	5,3	29.000	216.000
Gesamt		22.585.000	11.637.000

Die Abluft ergibt sich aus der Massenbilanz unter Berücksichtigung der Aschegehalte von Kohle und Brennholz, die aber aufgrund der geringen Anteile dieser Brennstoffe am Brennstoffmix kaum ins Gewicht fallen. Für Kohle wurde ein mittlerer Aschegehalt von 10 %, für Brennholz (lufttrocken) ein mittlerer Aschegehalt von 1 % angenommen [Baehr, 1989]. Die Abluft für die Prozesse „Restliche IGD“ und „Priv. Haushalt“ ergibt sich somit zu 24 Mio. bzw. 12 Mio. t/a.

Eine ungefähre Aufteilung der Brennstoffeinsätze nach ihrem Einsatzzweck gibt Tabelle 3-39 wider.

Tabelle 3-39: Einsatz der Brennstoffe in den Prozessen „PHH“ und „IGD“, nach [Sedlacek, 1995]

Einsatzzweck	PHH [%]	IGD [%]
Raumwärme	70 - 80	55
Prozeßwärme	10 - 15	n.b.
Kraft, Antrieb	n.b.	n.b.
Licht	n.b.	n.b.

Tabelle 3-40: Güterflüsse der Energieträgerbilanz (gerundet)

[t/a]	Input	Output
Privater Haushalt		
PHH		
Brennstoffe	753.000	
Treibstoffe	160.000	
Luft	14.500.000	
Abluft		15.400.000
EWIP-PHH		
Treibstoffe	410.000	410.000
Privater Haushalt total	15.800.000	15.800.000
IWEP - PHH		
Treibstoff	16.000	
Luft	301.000	
Abluft		317.000
IWEP - PHH total	317.000	317.000
IGD		
Restliche IGD		
Brennstoffe	1.450.000	
Treibstoffe	204.000	
Luft	26.900.000	
Abluft		28.540.000
EWIP - Restl. IGD		
Treibstoffe	241.000	241.000
IGD total	28.800.000	28.800.000

3.2.1.4 Berechnungen der Stoffflüsse

Beim Bestimmen der Stoffflüsse in der Energieträgerbilanz wurde gleich wie bei der Erarbeitung der Güterbilanz vorgegangen. Die Bestimmung der Flüsse wurde aufgeteilt in einerseits verkehrsinduzierte Stoffflüsse (Verkehr) und andererseits in die anderen energieträgerbezogenen Stoffflüsse (Energie). Die hier präsentierten Berechnungen und Resultate entsprechen den schon in der Güterbilanz definierten Annahmen im Referenzszenario bezüglich der Aufteilung der Flüsse auf die EWIP- Prozesse („EWIP-PHH“, „EWIP-Restliche IGD“). Für die Werte und Resultate zum zweiten betrachteten Szenario für die Energieträgerbilanz sei auf den Anhang I-3 verwiesen.

Verkehr

Es wurde von der Anzahl der immatrikulierten Fahrzeuge in Wien, den national gemittelten Fahrleistungen für die einzelnen Fahrzeugkategorien und von mittleren, geschätzten Verbrauchszahlen für die jeweiligen Fahrzeugkategorien ausgegangen. Die Flüsse konnten dann

für Kohlenstoff durch Bilanzierung des C- Flusses aus Treibstoff und Verbrennungsluft und beim Stickstoff und Blei mittels Multiplikation der Fahrleistungen und spezifischen Emissionsfaktoren ($\text{g}_{\text{Stoffemission}}/\text{km}$) bestimmt werden.

Energie

Zur die Bestimmung der Stoffbilanzen der drei Stoffe wurde unterschiedlich vorgegangen. Beim Kohlenstoff und Blei konnte mittels mittleren Brennstoffgehalten pro Energieträger, dem Stoffkonzentrationen der Verbrennungsluft und der Bilanzierung über die einzelnen Prozesse die Bilanz erstellt werden. Beim Stickstoff wurde eine andere, weiter unten beschriebene Vorgehensweise gewählt.

Berechnung der Kohlenstoffflüsse:

Verkehr

Die Kohlenstoffkonzentrationen der Treibstoffe (Benzin und Diesel) ist 86 % [Baehr, 1989]. Bei der Berechnung der Kohlenstoffflüsse wurde von zwei Annahmen ausgegangen:

1. Der Kohlenstofffluß der Verbrennungsluft ist gegenüber dem Kohlenstoff der Treibstoffe vernachlässigbar.
2. Der Kohlenstoff im Treibstoff wird vollständig in das Abgas transferiert.

Die große Bedeutung des EWIP-PHH für den Kohlenstofffluß muß noch verifiziert werden. Die Datengrundlage für diese Aussage ist noch sehr schwach. Eine erste Abschätzung [Knoflacher, 1995]. Eine erste Abschätzung ergibt eine Aufteilung extern zu intern gefahrener Kilometer von 2:1.

Tabelle 3-41: Kohlenstoffflüsse des Verkehrs in Wien 1991 in 1.000 t

Prozeß	Gut	Güterfluß 1.000 t/a	C g/kg	Kohlen- stofffluß 1.000 t/a
Energieverteilung	Treibstoffe	1.008	860	867
Restliche IGD	Treibstoffe IGD	204	860	176
	Abluft IGD (Verkehr)	4.524	39	176
EWIP IGD	Treibstoffe EWIP IGD	241	860	206
	Treibstoffe EWIP IGD Exp.	241	860	206
PHH	Treibstoffe PHH	160	860	134
	Abluft PHH (Verkehr)	3.030	44	134
EWIP PHH	Treibstoffe EWIP PHH	410	860	349
	Treibstoffe EWIP PHH Export	410	860	349
IWEP PHH	Treibstoffe Imp. (IWEP PHH)	16	860	14
	Abluft IWEP PHH	317	44	14

Die Werte in der Abbildung „Kohlenstoff in den Energieträgern“ (siehe Kapitel 4.2.1.1) wurden aus obigen Werten (Tabelle 3-41) und den Werten in Tabelle 3-42 kombiniert und gerundet.

Kohlenstofflager des Wiener Individualverkehrs

Das Kohlenstofflager ergibt sich aus dem Treibstofflager multipliziert mit der Stoffkonzentration. Das Treibstofflager des Wiener Individualverkehrs wurde auf 12.400 t geschätzt. Bei einem C- Gehalt von 86 % folgt ein C- Lager von ca. 10.000 t C.

Kohlenstofflager des Wiener Straßengüterverkehrs (Prozeß „Restliche IGD“)

Das Treibstofflager des Wiener Straßengüterverkehrs wurde auf ca. 5.000-7.000 t geschätzt. Damit ergibt sich ein Kohlenstofflager von 4.000- 6.000 t.

Energie

Für die Berechnung der restlichen energieinduzierten Kohlenstoffflüsse in der Energieträgerbilanz wurden folgende Kohlenstoffkonzentrationen in den Energieträgern (Brennstoffe) angenommen:

Erdgas:	75 %	Kohle:	90 %
Erdöl:	85 %	Brennholz:	50 %

Der luftgebundenen Kohlenstofffluß wurde wie schon bei den Treibstoffen nicht berücksichtigt. Der Anteil des Kohlenstoffes der in den Aschen von Kohle und Brennholz bleibt, ist aufgrund seiner Größe (ca. 98 % gehen in das Abgas) und der geringen Güterflüsse dieser Brennstoffe nicht relevant.

Zusammenfassend ergeben sich mit den getroffenen Annahmen folgende energieinduzierte Kohlenstoffflüsse (exkl. Verkehr). Die Kohlenstoffkonzentrationen in Tabelle 3-42 sind mittlere Konzentrationen über den jeweiligen Brennstoffmix des Prozesses.

Tabelle 3-42: Kohlenstoffflüsse durch den Energieverbrauch (exkl. Verkehr) in Wien 1991 in 1000 t

Prozesse	Gut	Güterfluß 1.000 t/a	C g/kg	Kohlen- stofffluß 1.000 t/a
Energieverteilung	Brennstoffe	2.192	788	1.728
Restliche IGD	Brennstoffe IGD	1.479	775	1.147
	Abluft IGD (Energie)	24.015	47	1.147
PHH	Brennstoffe PHH	713	812	579
	Abluft PHH (Energie)	12.384	47	581

Die Werte in der Abbildung „Kohlenstoff in den Energieträgern“ (siehe Kapitel 4.2.1.1) wurden aus obigen Werten (Tabelle 3-42) und die Werte in Tabelle 3-41 kombiniert und gerundet.

Kohlenstofflager der Wiener Energieverteilung

Dieses Lager ist geheim und wurde daher nicht quantifiziert.

Kohlenstofflager des Prozesses „Restliche IGD“:

Es wurde angenommen, daß das Lager aus der Hälfte des jährlichen Flusses besteht. Dies entspricht 574.000 t.

Kohlenstofflager des Prozesses „Priv. Haushalt“:

Auch hier wurde angenommen, das Lager aus der Hälfte des jährlichen Flusses besteht. Dies entspricht 290.000 t.

Die Berechnung der Stickstoffflüsse

In Verbrennungsprozessen werden riesige Flüsse von Luftstickstoff (N_2) aus der Verbrennungsluft in die Abluft emittiert, die nur zum geringsten Teil umgewandelt werden. Diese Flüsse sind bedingt durch den natürlichen Stickstoffgehalt der Luft (ca. 78 %) in der Größenordnung der Luftmengen und direkt proportional zu den umgesetzten Luftmengen (Güterflüssen). Dieser Stickstofffluß bleibt unberücksichtigt.

Für die Stickstoffbilanz der Stadt Wien viel relevanter sind die Stickstoffflüsse im Abgas in Form von oxidierten Stickoxiden (NO_x als NO_2 und N_2O). Diese Flüsse sind verglichen mit den inerten Stickstoffflüssen um Größenordnungen kleiner, aber in Bezug auf Wirkungen in Anthroposphäre und Umwelt von großer Relevanz.

In der Stoffbilanz wurden damit nur die Stickstoffflüsse welche mit den Stickoxiden „assoziiert“ sind, berücksichtigt. Weiters konnte auf theoretische Details im Entstehungsmechanismus der Stickstoffverbindungen bei der Verbrennung nicht eingegangen werden. Auf eine Aufteilung des NO_x - Flusses im Abgas auf „Thermisches NO “ (aus Verbrennungsluft), „Promptes NO “ (aus Verbrennungsluft) und „Brennstoff- NO “ (aus dem Brennstoff) konnte nicht eingegangen werden. Diese Aufteilung hängt von vielen verschiedenen Parametern ab (Verbrennungsprozeßführung, Brennstoff, etc.). Auch wurden DENOX-Prozesse³ die immer mehr angewandt werden, nicht explizit bilanziert. Indirekt sind diese Maßnahmen in den verwendeten spezifischen Emissionsfaktoren enthalten, wobei die schnellen technischen Entwicklungen auf diesem Gebiet bezogen auf das Jahr 1991 nur ungenau berücksichtigt werden konnten. Des weiteren wurden N_2O - Emissionen aus anthropogenen Prozessen in erster Näherung vernachlässigt. Sie wurden in einem Bericht des Umweltbundesamtes [UBA, 1994] mit 4.070 t (entspricht 2.600 t N) für Österreich im Jahre 1990 abgeschätzt. Diese sind im Vergleich zu den Gesamtösterreichischen NO_2 -Emissionen 1990 (222.000 t NO_2 entspricht 67.000 t N) nicht ganz 4 % und werden zum Großteil der Landwirtschaft zugeordnet.

³ Katalytische oder nicht katalytische Umwandlungen der Stickoxide in molekularen Stickstoff (in Kraftwerken, Autos etc.)

Zur Bestimmung der stickstoffoxidbezogenen Stickstoffflüssen wurde wie folgt vorgegangen:

Verkehr

Stickstofffluß im Abgas:

$$\text{Stickstofffluß} = \sum_{\text{Fahrzeugkategorien}} \text{Fahrleistung pro FZ - Kategorie} * \text{spezifische NO}_x\text{- Emissionsfaktor pro km}$$

Spezifische Stickoxidemissionen (Emissionsfaktoren: g NO_x/km) wurden nach [Bundesamt für Umweltschutz, 1986] für eine mittlere Geschwindigkeit von 30 km/h⁴ für jeweils eine mittlere Fahrzeugflotte für jede Fahrzeugart (Kategorie) im Jahre 1991 verwendet. Der Einfluß der Geschwindigkeit wurde nicht näher einbezogen. Somit sind Abweichungen in den Emissionszahlen von +/-20 bis 30 % möglich.

Mit diesen Emissionszahlen wurde mittels der berechneten Fahrleistungen für die Fahrzeugkategorien pro betrachteten Prozeß die stickoxidbezogenen Stickstoffflüsse in der Abluft der Prozesse bestimmt.

Für diese Studie verwendete spezifische Emissionszahlen (Tabelle 3-43):

Tabelle 3-43: Emissionszahlen verschiedener Fahrzeuge

Fahrzeug	Emissionszahl (g NO _x /km)[NO _x als NO ₂]
Motorfahrräder	0.06
Kleinmotorfahrräder	0.06
Motorräder	0.11
PKW	0.94
Omnibusse	14.7
LKW bis 3.5 t	1.77
LKW 3.5-15 t	14.7
LKW >15 t	14.7
andere	14.7

Stickstoffflüsse in den Treibstoffen und der Verbrennungsluft:

Die Bestimmung der Anteile des Brennstoff- und Verbrennungsluftstickstoffs zum Abluftstickstoff wurde vereinfachend angenommen, daß der gesamte NO_x-basierte Stickstoff in der Abluft als Input dem Brenn- bzw. Treibstoff zugeordnet wurde. Der Stickstoffinput über die Luft wird somit jeweils Null gesetzt.

⁴ eigene Annahme, die jedoch in der Größenordnung gemäß mündlicher Mitteilung von Prof. Knoflacher, TU Wien 1995 für diese Abschätzungen genug gut zutrifft.

Zusammenfassend ergaben sich mit den getroffenen Annahmen folgende Stickstoffflüsse des Verkehrswesens. Detaillierteres Zahlenmaterial befindet sich im Anhang I.2.

Tabelle 3-44: Verkehrsinduzierte Stickstoffflüsse in Wien 1991 in t

Prozeß	Gut	Stickstofffluß in t
Energieverteilung	Treibstoffe	13.080
Restliche IGD	Treibstoffe R. IGD	2.700
	Luft R.IGD (Verkehr)	0
	Abluft R.IGD (Verkehr)	2.700
EWIP IGD	Treibstoffe EWIP IGD	3.550
	Treibstoffe EWIP IGD Export	3.550
PHH	Treibstoffe PHH	640
	Luft PHH (Verkehr)	0
	Abluft PHH (Verkehr)	640
EWIP PHH	Treibstoffe EWIP PHH	1.680
	Treibstoffe EWIP PHH Export	1.680
IWEP PHH	Treibstoffe Import (IWEP PHH)	70
	Luft IWEP PHH	0
	Abluft IWEP PHH	70

Die Werte in der Abbildung „Stickstoff in den Energieträgern“ (siehe Kapitel 4.2.2.1) wurden aus obigen Werten (Tabelle 3-44) und die Werte in Tabelle 3-47 kombiniert und gerundet.

Die für den Kohlenstofffluß geäußerten Vorbehalte bezüglich der Unsicherheit der Abschätzung der EWIP-Flüsse gelten auch den Stickstoff

Stickstofflager:

Die Lager wurden anhand des Stickstoffgehaltes abgeschätzt.

Stickstofflager des Wiener Individualverkehrs (Prozeß „Priv. Haushalt“):

Das Treibstofflager des Wiener Individualverkehrs wurde auf 12.400 t geschätzt. Davon sind ca. 13 % Diesel und 87 % Benzin.

Mit: Benzinstickstoffgehalt: kann vernachlässigt werden
 Dieselstickstoffgehalt: 0.14 g/t [Frischknecht, 1995]
 (eigene Annahme: Diesel entspricht Heizöl EL)

Dies ergibt ein N-Lager von ca. 0.2 t.

Stickstofflager des Wiener Straßengüterverkehrs (Prozeß „Restliche IGD“):

Das Treibstofflager des Wiener Straßengüterverkehrs wurde auf 5.000-7.000 t geschätzt. Davon ist ein viertel Benzin und drei viertel Diesel.

Mit: Benzinstickstoffgehalt: kann vernachlässigt werden
 Dieselstickstoffgehalt: 0.14 kg/t [Frischknecht, 1995]
 (eigene Annahme: Diesel entspricht Heizöl EL)

Dies ergibt ein Lager von ca. 0.5-1 t.

Energie

Stickstofffluß im Abgas:

$$\text{Stickstofffluß} = \sum_{\text{BrennstoffePHH}} \text{Brennstoffmenge pro Jahr} * \text{spezifische NO}_x \text{- Emissionsfaktor}$$

Tabelle 3-45: spezifische NO_x-Emissionszahlen nach [Baumbach, 1991] zur Berechnung der stickoxidbasierenden N-Flüsse im Abgas der Brennstoffversorgten Prozesse

Prozeß	Energieträger	spezifische Emissionen in g NO _x /kg Brennstoff
PHH	Erdgas	0.4- 3.4
	Erdöl	3.5- 13.0
	Kohle	8.0-20.0
	Brennholz	8.0-20.0
Restliche IGD	Erdgas	0.2-0.9
	Erdöl	1.0-3.0
	Kohle	8.0-20.0
	Brennholz	1.0-6.0

Spezifischen Stickoxidemissionen (Emissionsfaktoren: g NO_x (NO₂) pro kg Brennstoff) wurden nach [Baumbach, 1991] gewählt. Es konnte nicht auf eine detaillierte spezifische Zuordnung der Emissionsfaktoren auf Energieumwandlungsprozesse in den betrachteten Prozessen („Restliche IGD“, „PHH“) eingegangen werden. Den anhand der Emissionsfaktoren errechneten Bandbreiten für die Stickstoffflüsse wurde Werten aus dem Klimabericht [UBA, 1994] gegenübergestellt. Anhand dieses Vergleichs wurden die in der folgenden Tabelle aufgelisteten Werte für die Abluftstickstoffflüsse verwendet. Für diese Studie verwendete Emissionszahlen:

Tabelle 3-46: Für diese Studie gewählte, spezifische NO_x-Emissionszahlen zur Berechnung der stickoxidbasierenden N- Flüsse

Prozeß	Energieträger	spezifische Emissionen in g NO _x /kg Brennstoff
PHH	Erdgas (g/m ³)	0.9
	Erdöl	3.0
	Kohle	20.0
	Brennholz	6.0
Verteilung (IGD-Restliche IGD)	Erdgas (g/m ³)	0.4
	Erdöl	3.5
	Kohle	8.0
	Brennholz	8.0

Die Umrechnung der Emissionen auf den Prozess Restliche IGD erfolgte mittels Differenzbildung zwischen Verteilung und PHH (siehe Anhang I.4, Tab. I-34).

Stickstoffflüsse in den Brennstoffen und der Verbrennungsluft:

Die Bestimmung der Anteile des Brennstoff- und Verbrennungsluftstickstoffs zum Abluftstickstoff wurde vereinfachend angenommen, daß der gesamte NO_x-basierte Stickstoff in der Abluft als Input dem Brennstoff zugeordnet wurde. Der Stickstoffinput über die Luft wird somit jeweils Null gesetzt.

Zusammenfassend ergaben sich mit den getroffenen Annahmen folgende Stickstoffflüsse des Energieverbrauchs (exkl. Verkehr).

Tabelle 3-47: Stickstoffflüsse durch den Energieverbrauch (exkl. Verkehr) in Wien 1991 in t

Prozesse	Gut	Stickstofffluß in t
Energieverteilung	Brennstoffe	1.940
Restliche IGD	Brennstoffe R.IGD	1.300
	Luft R.IGD (Energie)	0
	Abluft R.IGD (Energie)	1.300
PHH	Brennstoffe PHH	480
	Luft PHH (Energie)	0
	Abluft PHH (Energie)	480

Die Werte in der Abbildung „Stickstoff in den Energieträgern“ (siehe Kapitel 4.2.2.1) wurden aus obigen Werten (Tabelle 3-47) und die Werte in Tabelle 3-44 kombiniert und gerundet.

Ein Vergleich der obigen Berechnung mit anderen spezifischen Emissionswerten (kg NO₂/TJ (Endenergie)) aus [GWV Handbuch, 1994] zeigte gute Übereinstimmung der Resultatbereiche (Anhang I.4, Tab. I-34).

Stickstofflager der Prozesse „Restl. IGD“ und „Priv. Haushalt“:

Das Lager wurde anhand des Stickstoffgehaltes abgeschätzt. Es wurde angenommen, daß das Lager aus der Hälfte des jährlichen Flusses besteht. Dies entspricht einem Lager im Prozeß „Restl. IGD“ von ca. 14.000 t N und im Prozeß „Priv. Haushalt“ von 7.800 t N.

Die Berechnung der Bleiflüsse:

Die Bleibilanz für die Energieträger wurde anhand der Bleigehalte der einzelnen Energieträger für das Jahr 1991 bilanziert.

Verkehr:

Blei in Treibstoffen [UBA, 1995b]:

Bleigehalt Benzin (1991)	0.15 g/l	(verbleites)
	0.005 g/l	(unverbleites)
Bleigehalt Diesel (1991)	0.005 g/l	

Weil das Verhältnis verbleites/unverbleites Benzin in Österreich (verkaufte Mengen: ca. jeweils 50 %) beträgt und angenommen wird, daß dieses auch für Wien ungefähr zutrifft, ergibt sich ein gewichteter Bleigehalt für Benzin von ca. 0.07g/l.

Bleifluß in Verbrennungsluft:

Wurde vernachlässigt.

Bleifluß im Abgas:

Es wurde für diese Studie vernachlässigt, daß ein Anteil des treibstoffgebundenen Bleis bei der Verbrennung im Motor (Lager, Öl) zurückbleibt.

Mittels eines gewichteten Bleigehaltes von 0.07g/l für das Jahre 1990 wurden für eine mittlere Fahrzeugflotte bei einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h folgenden Emissionsfaktoren für das Jahr 1991 angegeben [Bundesamt für Umweltschutz, 1986].

Zusammenfassend ergaben sich mit den getroffenen Annahmen folgende Bleiflüsse des Verkehrswesens (Tabelle 3-49). Detaillierteres Zahlenmaterial befindet sich im Anhang I.3.

Tabelle 3-48: Emissionszahlen verschiedener Fahrzeuge

Fahrzeug	Emissionszahl (g Blei/km)
Motorfahrräder	1.5
Kleinmotorfahrräder	1.5
Motorräder	3.5
PKW	7.3
Omnibusse	0
LKW bis 3.5 t	8.5
LKW 3.5-15 t	0
LKW >15 t	0
andere	0

Annahmen zu Transferkoeffizienten für Blei: [UBA, 1995b]

- Transferkoeffizient (Brennstoff- Luft R.IGD): 75 %
- Transferkoeffizient (Brennstoff-Reststoffe R.IGD-Verkehr): 25 %
- Transferkoeffizient (Brennstoff- Luft PHH): 75 %
- Transferkoeffizient (Brennstoff- Reststoff PHH- Verkehr): 25 %

Tabelle 3-49: Verkehrsinduzierte Bleiflüsse in Wien 1991 in t

Prozeß	Gut	Bleifluß in t
Energieverteilung	Treibstoffe	71
Restliche IGD	Treibstoffe R.IGD	6
	Luft R.IGD (Verkehr)	0
	Abluft R.IGD (Verkehr)	4.5
	Reststoff R.IGD Treibstoffe	1.5
EWIP IGD	Treibstoffe EWIP IGD	5
	Treibstoffe EWIP IGD Export	5
PHH	Treibstoffe PHH	17
	Luft PHH (Verkehr)	0
	Abluft PHH (Verkehr)	12.7
	Reststoffe PHH Treibstoffe	4.3
EWIP PHH	Treibstoffe EWIP PHH	43
	Treibstoffe EWIP PHH Export	43
IWEP PHH	Treibstoffe Import (IWEP PHH)	2
	Luft IWEP PHH	0
	Abluft IWEP PHH ⁵	2

Die Werte in der Abbildung „Blei in den Energieträgern“ (siehe Kapitel 4.2.3.1) wurden aus obigen Werten (Tabelle 3-49) und die Werte in Tabelle 3-51 kombiniert und gerundet.

⁵ Hier wird der Einfachheit halber nicht berücksichtigt, daß 25 % Anteil des Gesamtleiinput nicht in die Atmosphäre nicht (Annahme alles Blei wird in die Luft transferiert)

Bleilager des Wiener Individualverkehrs

Das Treibstofflager des Wiener Individualverkehrs wurde für das Jahr 1991 auf 12.400 t geschätzt. Bei einem Pb- Gehalt von 0.07 g/l ergibt dies ein Lager von ca. 1 t Pb.

Bleilager des Wiener Strassengüterverkehrs (Prozeß „Restliche IGD“)

Das Treibstofflager des Wiener Strassengüterverkehrs wurde auf ca. 5.000-7.000 t geschätzt. Bei einem angenommenen mittleren Bleigehalt von 0.07 g/l ergibt sich ein Bleilager von ca. 0.5 t.

Energie

Die Berechnung der Bleiflüsse basierte auf Annahmen von Bleigehalten der Brennstoffe, der Verbrennungsluft und mittleren Transferkoeffizienten für die Umwandlung der einzelnen Energieträger in den betrachteten Prozessen.

Tabelle 3-50: Annahmen für Bleikonzentrationen in den Energieträgern

Energieträger	Bleikonzentration in ppm	Literatur
Erdgas	vernachlässigbar	
Erdöl ⁶	3·5	[Frischknecht, 1995]
Kohle	20	[Hofstetter, 1995]
Brennholz	512	[INFRAS Zürich, 1994]

Annahmen zu Transferkoeffizienten für Blei:

- Transferkoeffizient (Brennstoff- Luft R.IGD): 20 %
- Transferkoeffizient (Brennstoff- Luft PHH): 50 %
- Transferkoeffizient (Brennstoff- Asche, R.IGD): 80 % (teils mit E-Filter)
- Transferkoeffizient (Brennstoff- Asche, PHH): 50 % (ohne E-Filter)

Mit den oben getroffenen Annahmen ergeben sich folgende Bleiflüsse für die Energieträger (ohne Treibstoffe).

⁶ Annahmen des Wertes 5 ppm für den Erdölgehalt in den Berechnungen stellt eher die oberste Grenze dar, verglichen mit Literaturangaben in [Frischknecht, 1995, s.268]

Tabelle 3-51: Bleiflüsse durch den Energieverbrauch (exkl. Verkehr) in Wien 1991 in t

Prozesse	Gut	Bleifluß in t
Energieverteilung	Brennstoffe	30
Restliche IGD	Brennstoffe R.IGD	8
	Abluft R.IGD (Energie)	2
	Asche R.IGD	6
PHH	Brennstoffe PHH	22
	Abluft PHH (Energie)	4
	Asche PHH	18

Die Werte in der Abbildung „Blei in den Energieträgern“ (siehe Kapitel 4.2.3.1) wurden aus obigen Werten Tabelle 3-51 und die Werte in Tabelle 3-49 kombiniert und gerundet.

Bleilager des Prozesses „Restliche IGD“:

Es wurde angenommen, daß ein Lager für ein halbes Jahr (die Hälfte des jährlichen Flusses) gespeichert ist. Dies entspricht ca. 3 t.

Bleilager des Prozesses „Priv. Haushalt“:

Auch hier wurde angenommen, daß ein Lager für ein halbes Jahr (die Hälfte des jährlichen Flusses) gespeichert ist. Dies entspricht 11 t.

3.2.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz

3.2.2.1 Definitionen

Lager:

Bestand an Bauwerken.

Hochbau

Teilbereich des Bauwesens, der sich im Gegensatz zum Tiefbau mit der Errichtung von Gebäuden befaßt, die im wesentlichen über dem Erdboden liegen.

Tiefbau

Teilbereich des Bauwesens, der im Unterschied zum Hochbau die Arbeiten des Straßen-, Eisenbahn-, Erd- und Grundbaues, des Wasserbaues, der Abwasserbeseitigung usw. erfaßt.

Neubau

Errichtung von Bauwerken (inkl. neu errichteter Zubauten).

Umbau

Bauliche Veränderung von Bauwerken. Beinhaltet Instandhaltung, Instandsetzung, Renovierungen, Adapierungen und ähnliches mehr von Bauwerken. (neu errichtete Zubauten werden dem Neubau zugerechnet).

Abbruch

Vollständige Entfernung (Abriß) von Bauwerken.

Baumaterialien

Roh-, Hilfsstoffe und Halbfabrikate, die für die Neu- und Umbauten erforderlich sind. Beinhaltet die innerhalb und außerhalb von Wien abgebauten und alle recycelten Baumaterialien, die für die Bautätigkeit innerhalb von Wien bestimmt sind (Baumaterialien PHH/IGD=Baumaterialien die in die Prozesse „Priv. Haushalt“ bzw. „IGD“ gelangen).

Bauwerke PHH

Bauten des Hoch- und Tiefbaues, die für den privaten Haushalt bestimmt sind, d.s. Wohnbauten (inkl. aller für den Wohnbau genutzter Bauwerke, wie Garagen) und Anteil an öffentlichen Netzwerken (in der vorliegenden Studie besteht dieser Anteil aus den Parkflächen der PKW). Die Bauwerke umfassen sowohl die Neubauten als auch die umgebauten Einheiten.

Bauwerke IGD

Alle Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus, die nicht den Prozeß „Priv. Haushalt“ zugeteilt wurden. Die Bauwerke umfassen sowohl die Neubauten als auch die umgebauten Einheiten.

Bodenmaterial

Durch Bautätigkeit bewegtes Erdmaterial. Der Begriff beschreibt in dieser Studie lediglich den Bodenaushub, der zum Zeitpunkt des Aushubes als Bodenmaterial in das System importiert wird. In Zukunft sollte beispielsweise auch der Massenausgleich im Straßenbau unter diesen Begriff fallen.

Umbau- und Abbrucheinheiten (U+A-Einheiten)

Abzubrechende oder umzubauende Bauwerke.

U+A-Einheiten PHH

Abzubrechende oder umzubauende Bauwerke aus dem privaten Haushalt.

U+A-Einheiten IGD

Abzubrechende oder umzubauende Bauwerke aus dem Prozeß „restliche IGD“.

Baurestmassen

Summe aller Abfälle aus Bautätigkeit. Summe der Abfallgruppen Bodenaushub, Straßenaufbruch, Abruchschutt und Baustellenabfälle.

Baurestmassen PHH

Baurestmassen aus privater Bautätigkeit des Prozesses „Priv. Haushalt“.

Baurestmassen II H&TB

Eine Mischung aus Straßenaufbruch, Abruchschutt und Baustellenabfälle aus dem Prozeß „Hoch- und Tiefbau“ (H&TB), ohne Bodenaushub.

Baurestmassen Export

Summe aller Abfälle aus Bautätigkeit, die das System zur Deponierung oder Wiederverwertung verlassen.

Bodenaushub

Auch als Erdaushub oder Aushub bezeichnet, stellen sämtliche bei Aushubtätigkeiten anfallende Restmassen dar, die weder hydraulische noch bituminöse Bindung aufweisen. Die Fraktion besteht aus bindigen Material mit hohem Fein- und Feinstanteil, Abbruchschutt Komponenten und Komponenten mit hohem Kiesanteil.

Straßenaufbruch

Bezeichnet alle von Bautätigkeit an Fahrbahn-, Geh- und Abstellflächen stammenden Materialien, die ihrem Charakter nach nicht einem Aushubmaterial gleichzusetzen sind. Die Fraktion besteht aus hydraulisch oder bituminös gebundenen Komponenten und Pflastersteinen.

Abbruchschutt

Fällt beim völligem oder teilweisen Abbruch von Bauwerken an und kann die verschiedensten Materialien beinhalten. Die Fraktion besteht aus Betonabbruch, Ziegelabbruch und gemischten Fuhren (verunreinigte Ziegelfuhren).

Baustellenabfälle

Sind jene Abfälle, die bei der Althausanierung sowie bei verschiedenen Tätigkeiten im Zuge der Errichtung und des Ausbaues von Gebäuden anfallen. Das Spektrum reicht von mehr oder minder reinem Abbruchschutt bis zu gewerbemüllähnlichen Chargen. Die Fraktion besteht aus Restmüll, Schutt und Wert- u. Schadstoffen.

3.2.2.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen

Der Input an Baumaterialien in das System wurde auf Grundlage der Erhebungen des österreichischen statistischen Zentralamtes [ÖSTAT, 1992 und 1993] bestimmt und mit Literaturangaben vervollständigt. Zusätzlich wurden Daten aus eigenen Abschätzungen auf Grundlage von diversen Literaturquellen verwendet. Das Lager, also der Bestand an Bauwerken in Wien, wurde auf Grundlage diverser Literaturquellen und eigener Annahmen errechnet. Die aus dem Bauwesen anfallenden Abfallmengen wurden mittels einer Erhebung der Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung GmbH [GUA, 1987 und 1988], Auskünften der MA 48 [MA48, 1995] und eigenen Abschätzungen ermittelt.

Allgemeine Überlegungen:

Bei der Bestimmung der Güterflüsse wurde bezüglich der Bautätigkeit nicht zwischen Bautätigkeit für den Hoch- bzw. Tiefbau unterschieden. Bei der Quantifizierung des Lagers an Bauwerken wurden die Hoch- und Tiefbauten getrennt erfaßt. Im Detail wurden der Hochbau in Wohnbau und sonst. Hochbau und der Tiefbau in Straßenbau, Brückenbau, U-Bahnbau und sonst. Tiefbau unterteilt. Die Aufteilung des Wasserflusses bei der Bautätigkeit in Verdunstung, Versickerung und Kanalabfluß wurde nicht verfolgt. Der Wasserverbrauch ist im Teilsystem Wasser enthalten. Die für die Bautätigkeit erforderlichen Energieträger und die damit verbundenen Luft- Abluftflüsse sind Bestandteil der Energieträgerbilanz.

Annahmen:**Prozeß „Verteilung von Baumaterialien“**

Sämtliche Baumaterialien, die innerhalb von Wien verbaut wurden, werden über den Prozeß „Verteilung von Baumaterialien“ in das System importiert. Der Güterfluß *Baumaterialien* beinhaltet die innerhalb und außerhalb von Wien abgebauten und alle aus der Wiederverwertung stammenden Baumaterialien, die für die Bautätigkeit innerhalb von Wien bestimmt waren. In den Prozeß gelangten die von Baugewerbe und Bauindustrie selbst importierten Baumaterialien, sowie jene, für den Baustoffhandel. Der Baustoffhandel beliefert sowohl die Bauunternehmen als auch die Privathaushalte. Die Baumaterialien werden im Prozeß „Verteilung von Baumaterialien“ zwischen den Prozessen „Hoch- und Tiefbau“ und „Priv. Haushalt“ aufgeteilt.

Prozeß „Hoch- u. Tiefbau“ (H&TB)

Über den Prozeß „Verteilung von Baumaterialien“ gelangten die *Baumaterialien* in den Prozeß „Hoch- u. Tiefbau“, indem die Bautätigkeit des Baugewerbes und der Bauindustrie stattfand. Die Bautätigkeit umfaßt sowohl den Neubau, den Umbau als auch die Abbrucharbeiten. Nach Abschluß der Neu- oder Umbauten wurde das Bauwerk bzw. die umgebauten Einheiten in die Prozesse „Priv. Haushalt“ und „Restl. IGD“ verschoben und trug dort zur Bildung und Erhöhung des Lagerbestandes an Bauwerken bei. In analoger Weise wurden die abzubrechenden oder umzubauenden Bauwerke als Umbau- und Abbrucheinheiten in den Prozeß „Hoch und Tiefbau“ verschoben, indem die Bautätigkeit der Bauunternehmen stattfand. Die mengenmäßig unbedeutenden Baumaschinen blieben unberücksichtigt. Das Lager an, auf den Lagerplätzen der Bauunternehmen, zwischengelagerten Baumaterialien wurde nicht bestimmt.

Das durch die Bautätigkeit anfallende und umgelagerte *Bodenmaterial* gelangte zum Zeitpunkt der Bautätigkeit von der Umwelt als Import in das System „Anthroposphäre“ Wien in den Prozeß „Hoch- u. Tiefbau“. Der in Wien zur Wiederbefüllung verwendete *Bodenaushub* verließ diesen Prozeß wieder und gelangte zurück in den Prozeß „Boden“ des Systems Umwelt von Wien. Jenes Aushubmaterial, das deponiert oder außerhalb von Wien zur Wiederbefüllung dient, verläßt den Prozeß „H&TB“ im Gut *Bodenaushub* und gelangt zum Prozeß „private und öffentliche Abfallsammlung“.

Jene durch die Bautätigkeit anfallenden Abfallmengen (mit Ausnahme des Aushubes) wurden in die Güterflüsse *Baurestmassen II PHH* und *Baurestmassen II H&TB* getrennt. Die *Baurestmassen II* beinhalten den Straßenaufbruch, den Abruchschutt und die Baustellenabfälle, nicht jedoch den Bodenaushub.

Der Güterfluß *Bauwerke* stellt einen fiktiven Austausch zwischen den Prozessen „H&TB“ wo die Bautätigkeit stattfand und den Prozessen „Priv. Haushalt“ und „restliche IGD“, in denen sich das Lager an Bauwerken befindet, dar. Der In- bzw. Output dieser Güter richtete sich nach einer funktionellen Unterscheidung zwischen den Prozessen, die diese Güterflüsse ermöglichten. Das heißt, daß sich die Bauwerke während der Bautätigkeit (Neu- und Umbau) im Prozeß „H&TB“ befanden und nach ihrer Fertigstellung in die Prozesse „Priv. Haushalt“ und „restliche IGD“ übergangen. In der Realität wurden die Bauwerke natürlich nicht vom Ort verschoben, für die Visualisierung und Zuordnung des Lagers ist diese Annahme jedoch sehr nützlich.

Die Zuordnung von Produktionsprozessen wurde im Normalfall an die Herstellung von Produkten verknüpft und jenem Prozeß zugeordnet, wo die Produktion stattfindet (im Prozeß „IGD“ innerhalb bzw. auch außerhalb des definierten Systems). Dies wird am Beispiel des Personenwagens veranschaulicht: Der PKW wird im „IGD“ (außerhalb des Systems) hergestellt und anschließend über den Handel in den „Priv. Haushalt“ eingebracht. Nach Ablauf seiner Lebensdauer wird der PKW der Entsorgung übergeben wo die Güterflüsse der Entsorgung stattfinden. Will man jedoch die Bedeutung der Privathaushalte im Gesamtsystem untersuchen, ist es ungleich schwieriger, die Bauwerke, die größtenteils durch Bauunternehmen erstellt werden, zuzuordnen.

Die Möglichkeiten bestehen zum Beispiel in einer örtlichen oder einer funktionellen Zuordnung. Bei einer örtlichen Zuordnung würde die Bautätigkeit für den Privathaushalt auch im Prozeß „Priv. Haushalt“ stattfinden. Das Problem dabei ist jedoch, daß diese Zuordnung für industriell-gewerblich durchgeführte Bautätigkeit nicht zutreffend ist. Durch eine funktionelle Zuordnung war es möglich, Bauwerke, welche eigentlich im Prozeß „restliche IGD“ (im Speziellen im Prozeß „H&TB“) hergestellt werden, analog dem Personenwagen als Einheit in die Zielprozesse zu verschieben.

Anders als beim PKW erfolgt die Entsorgung der Baumaterialien. Der PKW gelangt direkt in die Entsorgung, da sowohl örtlich als auch funktionell leicht unterschieden werden kann (Produktion - Handel - Privathaushalt - Shredder). Daran angelehnt fand auch der Abbruch von Bauwerken statt. Die umzubauenden oder abzubrechenden Bauwerke wurden als *Umbau- und Abbrucheinheiten* in den Prozeß „H&TB“ verschoben, in diesem umgebaut oder abgebrochen und die entstehenden Abfälle von dort der Entsorgung zugeführt. Um die Bedeutung der Privathaushalte konsequent verfolgen zu können, müßte der Güterfluß *Baurestmassen II H&TB* in jenen, der aus der Bautätigkeit für den Prozeß „PHH“ bzw. für den Prozeß „IGD“ entsteht, getrennt werden. Dies war leider aufgrund unzureichender Datenlage nicht möglich.

Prozeß „Priv. Haushalt“:

Dem Prozeß „Priv. Haushalt“ wurden die *Bauwerke PHH* zugeordnet. Die *Bauwerke PHH* beinhalten in erster Linie Wohnbauten, welche der Aktivität ‘Wohnen’ zuzuordnen sind, weiters einen entsprechenden Anteil an den öffentlichen Netzwerken und PKW-Abstellrichtungen, welche der Aktivität „Transportieren und Kommunizieren“ zuzurechnen sind. Neubau-, Umbau- und Abbrucharbeiten im Wohnbau, die nicht von Baufirmen sondern von den Privathaushalten selbst durchgeführt wurden, finden im Prozeß „Priv. Haushalt“ statt. In den Prozeß gelangten die Güter *Bauwerke PHH* und die Baumaterialien für den privaten Um- bzw. Neubau. Den Prozeß verließen die Outputgüter *Umbau- und Abbrucheinheiten aus dem PHH* sowie die *Baurestmassen* aus privater Bautätigkeit.

Prozeß „Restl. IGD“:

Dem Prozeß „Restl. IGD“ wurden die *Bauwerke IGD* zugeordnet. Die *Bauwerke IGD* beinhalten alle Bauwerke die nicht dem Prozeß „Priv. Haushalt“ zugerechnet wurden, also alle Industrie- Gewerbe- und Dienstleistungsbauten. Die Bauwerke der Entsorgung blieben unberücksichtigt. In den Prozeß gelangten die Güter *Bauwerke IGD*. Den Prozeß verließen die Outputgüter *Umbau- und Abbrucheinheiten IGD*.

Prozesse „private und öffentliche Abfallsammlung“, und „Deponie“:

In den Prozeß „private und öffentliche Abfallsammlung“ wurden die *Baurestmassen* aus der Bautätigkeit des Hoch- und Tiefbaues gesammelt und zu ihrem Bestimmungsort transportiert. In den Prozeß gelangen die Güterflüsse *Bodenaushub*, *Baurestmassen PHH* und *Baurestmassen II H&TB*. Es wurde der Anteil für den Prozeß „Deponie“ bestimmt. Die restlichen Mengen, also jene *Baurestmassen*, die außerhalb Wiens deponiert oder wiederverwertet wurden, verließen über den Güterfluß *Baurestmassen Export* das System. Die geringe Menge an *Baurestmassen PHH*, also die Menge an *Baurestmassen* aus privater Bautätigkeit konnte für den gewählten Detaillierungsgrad der Baumaterialienbilanz vernachlässigt werden.

Der Fluß in die Wiederverwertung wurde nicht verfolgt. Für die wiederverwerteten Baumaterialien wurde folgende Vorgangsweise gewählt. Wiederverwertetes Aushubmaterial wurde nicht über einen eigenen Recyclingprozeß geführt, sondern direkt dem Prozeß „Boden“ zugeführt. Das bedeutet für den Güterfluß der Baumaterialien, daß sie ab der Entnahme aus dem Boden in den Prozeß „H&TB“ gelangten und dort zwischengelagert wurden. Jene Menge die zur Wiederbefüllung innerhalb Wiens diente wurde ab der Wiederbefüllung wieder dem Prozeß „Boden“ zugerechnet. Die restliche Aushubmenge gelangte in den Prozeß „private und öffentliche Abfallsammlung“.

Obwohl einige der wiederverwerteten Anteile aus Abbruchschutt, Straßenaufbruch und Baustellenabfall über einzelne Recyclingunternehmen innerhalb der Systemgrenze Wiens recycelt werden, wurden diese für die Wiederverwertung bestimmten Mengen aus dem System geführt. Die für die Wiederverwertung bestimmte Menge verließ das System zusammen mit den zu deponierenden Mengen im Güterfluß *Baurestmassen Export*. Die in Wien wiederverwerteten Mengen sind jedoch im Import an Baumaterialien enthalten.

Bestimmung des Imports an Baumaterialien:

Das österreichische statistische Zentralamt (ÖSTAT) führt jährlich eine **Baustatistik**. Die Ergebnisse für 1991 wurden in 2 Berichten, Baustatistik 1. Teil und Baustatistik 2. Teil veröffentlicht [ÖSTAT, 1992, ÖSTAT, 1993]. Mit Hilfe der Erhebungen des Einsatzes von „Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten“ für Bauindustrie und Baugewerbe [ÖSTAT, 1993] wurde der Baumaterialienimport (auch bezogene Fertigwaren, die mitverbaut wurden) in das System abgeschätzt (siehe Anhang II, Teil 1).

Eine große Unsicherheit der Daten der Baustatistik für Wien besteht in der regionalen Gliederung der ÖSTAT Erhebung. Die Mengen und Wertangaben der Güter für Bauindustrie und Baugewerbe beziehen sich entsprechend der regionalen Gliederung der Baustatistik, 2. Teil auf jenes Bundesland, in dem sich der Sitz des Unternehmens (der Arbeitsgemeinschaft) befand und nicht nach der gesuchten Größe, der tatsächlich durch Bautätigkeit verbauten Masse in Wien.

Um die nach der Baustatistik, 2. Teil ausgewerteten Mengenangaben überprüfen zu können, wurden diese mit Literaturangaben [Herry, 1994] verglichen. Herry wertete in seinen Erhebungen den Güterverkehr Österreichs für das Basisjahr 1991 aus (siehe Anhang II, Teil 2). Es muß darauf hingewiesen werden, daß auch Herry als Basis teilweise Daten des ÖSTAT verwendete und somit nicht davon ausgegangen werden kann, daß die Angaben voneinander unabhängig sind.

Bestimmung der Baurestmassen:

Die aus dem Bauwesen anfallenden Abfallmengen wurden für das Wiener Gemeindegebiet für das Basisjahr 1986 erhoben und für das Jahr 1988 nochmals adaptiert [GUA, 1987 und GUA, 1988]. Da keine aktuelleren Studien vorliegen, wurden diese beiden Studien für die Güterbilanz des Bauwesens herangezogen und mit Auskünften der MA 48 [MA 48, 1995] ergänzt.

Die Flüsse in die Wiederverwertung konnten nicht detailliert verfolgt werden. Es wurde davon ausgegangen, daß die wiederverwerteten Baumaterialien in den Erhebungen des Importes an Baumaterial enthalten waren. Der Prozeß „Recycling“ wurde demnach aus dem System ausklammert, obwohl bekannt war, daß sich einzelne Recyclingunternehmen innerhalb der Systemgrenze befanden. Eine Ausnahme stellt das in Wien wiederverwertete Bodenmaterial dar, das in den Prozeß „Boden“ des natürlichen Stoffhaushalts von Wien gelangt. Die Menge an Baumaterialien, die unkontrolliert entsorgt wurde, konnte nicht verfolgt werden.

Die Angabe der MA 48 für 1991 stimmte mit den Erhebungen der GUA-Studie nicht überein. So wurden beide Zahlen als Bandbreite in der Bilanz berücksichtigt. Für die Aufteilung der Güterflüsse wurde angenommen, daß sich die von der MA 48 übermittelte Größe gleich verteilt wie die Mengen nach der GUA-Studie.

Bestimmung des Lagers:

Um das Lager des Hoch- und Tiefbaues für Wien abzuschätzen wurden die Teilbereiche Wohnbau, sonstiger Hochbau, Straßenbau, U-Bahnbau und Brückenbau untersucht. Das Lager im sonstigen Tiefbau, wie beispielsweise Hochwasserschutzdämme, Kraftwerke und Flußverbauungen, bleibt unberücksichtigt.

Bestimmung des Lagers im Wohnbau:

Mit der Dichte von Wohnbauten, der durchschnittlichen Nutzfläche pro Wohnung und einer angenommenen Geschoßhöhe von 3 Metern ergab sich das Gewicht der Wohnbauten. Dieser Abschätzung wäre noch der Anteil der für den Wohnbau genutzten Hochbauten (z.B. Garagen) zuzurechnen. Auf Grundlage des vorhandenen Datenmaterials konnte diese Abschätzung nicht durchgeführt werden. Bezüglich der Lageränderung aus Umbauten wurde angenommen, daß das Gewicht der Bauten beim Umbau unverändert bleibt.

Bestimmung des Lagers im sonstigen Hochbau:

Der sonst. Hochbau beschreibt alle Hochbauten mit Ausnahme jener Hochbauten, die sich im Prozeß „Privater Haushalt“ befinden. Er setzt sich aus Industrie- und Lagerhallen, Schulen, Altersheimen, Museen, Kirchen, Sporthallen, Messezentren und ähnlichem mehr zusammen.

Mit der Gebäudeanzahl für sonstige Hochbauten der Stadt Wien, einer angenommenen Grundfläche von 30*30 Metern und der Höhe für die Gebäude (Fabriks- u. Lagerhallen 6 Meter, sonst. Gebäude 15 Meter) ergab sich der Bruttorauminhalt der sonst. Hochbauten. Das durchschnittliche Gewicht für einen m^3 Bruttorauminhalt der sonst. Hochbauten lag nicht vor. Hallen werden in der Regel leichter als Gebäude in der Massivbauweise sein. Unter der Annahme, daß das Gewicht $1 m^3$ -Wohnbaues etwa repräsentativ für alle Hochbauten ist, wurde das Gewicht des Lagers im sonst. Hochbau abgeschätzt.

Bestimmung des Lagers im Straßenbau:

Mit der Angabe der Fahrbahnflächen nach der Art des Belages in m^2 wurde das Gewicht der Straßen ermittelt. Für die Abschätzung wurden die privaten Flächen nicht berücksichtigt. Nach der Art des Straßenbelages kann in befestigte und unbefestigte Flächen unterteilt werden. Die befestigten Flächen bestehen aus Asphalt-, Beton- oder Granitsteinpflasterdeckungen. Da die unterschiedliche Dichte der befestigten Beläge im Verhältnis zum Lager die Größenordnung des Ergebnisses nicht wesentlich beeinflusst, wird das Lager mit einer durchschnittlichen Dichte der befestigten Beläge von $2,4 t/m^3$ bestimmt. Für den verdichteten Schotter wird eine Dichte von $2,0 t/m^3$ angenommen [Lagergewicht $1,9 t/m^3$, ÖNORM, 1958]. Zur Lagerabschätzung wurde für den Aufbau der befestigten Fahrbahn- u. Abstellflächen der befestigte Oberbau mit 20 cm, der Unterbau aus Schotter mit 50 cm angenommen; für den Aufbau von Gehwegen wird der befestigte Oberbau mit 10 cm, der Unterbau mit 30 cm festgelegt. Daraus ergibt sich ein Gewicht für die befestigten Fahrbahn- u. Abstellflächen von etwa $1,5 t/m^2$ und für Gehsteigflächen von etwa $1 t/m^2$. Für die unbefestigten Flächen wird ebenfalls $1 t/m^2$ angenommen.

Bestimmung des Lagers im Brücken- und U-Bahnbau:

Brücken bestehen zum überwiegenden Teil aus Beton mit einer Dichte von etwa $2,4 t/m^3$. Zur Abschätzung des Lagers wurde die Dicke der Brücke mit 2 Metern angenommen, wobei die

Stützen und Widerlager auf die Brückendicke umgelegt wurden. Die Betonmenge im U-Bahnbau wurde aus der Literatur entnommen [Baminger et al., 1994].

Bestimmung des Lagers der sonst. Verkehrsflächen:

Mit der bekannten Verkehrsfläche Wiens wurde unter Berücksichtigung der bereits ermittelten Mengen das Gewicht der sonstigen Verkehrsflächen (z.B. Bahnlinien, private Flächen etc.) abgeschätzt. Für eine erste Abschätzung wurde das Gewicht der unbefestigten Flächen aus dem Straßenbau von 1 t/m^2 berechnet.

Bestimmung des Lagers im sonst. Tiefbau:

Derzeit beschränkt sich die Angabe der Lagergröße auf die obigen Erhebungen. Die Lager im Flußbau (wie Begleitdämme des Hochwasserschutzes oder Flußregulierungen), im Leitungsbau (wie Kanalbau, Telefon) und andere mehr wurden nicht berücksichtigt.

Aufteilung des Lagers zwischen dem Prozeß „Privater Haushalt“ und „restliche IGD“:

Gemäß obiger Annahmen wurde das Lager zwischen den Prozessen „Privater Haushalt“ und „restliche IGD“ aufgeteilt. Das errechnete Lager im Wohnbau wurde zu 100 % dem Privaten Haushalt, die Lager im sonst. Hochbau dem Prozeß „Restl. IGD“ zugerechnet. Schwieriger wurde die Aufteilung der sowohl vom Privathaushalt als auch von IGD genützten Verkehrsflächen. Für eine erste Abschätzung wurden dem Privathaushalt lediglich die Abstellplätze der Pkws zugeordnet, wobei angenommen wurde, daß alle Personenwagen auf den öffentlichen Verkehrsnetzen parken. Mit der PKW-Anzahl von Wien und dem Flächenbedarf eines Pkws zum Parken wurde der Anteil des Prozesses „Priv. Haushalt“ an den Verkehrsflächen ermittelt. In einen nächsten Schritt wären die eigentlichen Fahrbahnflächen ebenfalls aufzuteilen.

Aufteilung der Güterflüsse zwischen dem Prozeß „Privater Haushalt“ und „IGD“:

Gemäß obiger Annahmen wurde der Baumaterialienimport zwischen den Prozessen „Privater Haushalt“ und „IGD“ aufgeteilt. In Analogie zur Lagerbestimmung an Baumaterialien im Prozeß „Privater Haushalt“ wurde der Materialinput und der Materialoutput des Wohnbaus und der zugehörige Anteil aus dem Straßenbau abgeschätzt. Der Input in den Prozeß „IGD“ ergab sich anschließend aus dem Gesamtimport bzw. der Baurestmassenerhebung abzüglich der errechneten Anteile des privaten Haushaltes.

Bestimmung der Güterflüsse durch den Prozeß „Privater Haushalt“:

Mit der Anzahl der abgebrochenen und neuerrichteten Wohnungen [MA 66, 1994], den entsprechenden Nutzflächen je Wohnung und einer angenommenen Geschoßhöhe ergab sich der Bruttonauminhalt der Wohnungen. Mit der Dichte von Wohnbauten ergab sich das Gewicht der abgebrochenen und neuerrichteten Wohnungen für 1991.

Der Baumaterialieneinsatz und der Abfallfluß für Umbauten konnte nur schwer bestimmt werden. Unter der Annahme, daß die Gebäude vor und nach dem Umbau das selbe Gewicht aufweisen, ist der Materialinput für Umbauarbeiten gleich dem Output. Der Output konnte über Erhebungen der GUA-Studie [GUA, 1987] abgeschätzt werden. Die von der MA 48 aus-

sortierten Baustoffe aus den Entsorgungsmöglichkeiten des Prozesses „Priv. Haushalt“ gaben die Größenordnung des Baumaterialienflusses durch private Bautätigkeit an.

Unter der Annahme, daß die dem privaten Haushalt zugeordneten Parkflächen durch parkende Autos kaum beschädigt werden, wurde vorerst kein Baumaterialienfluß des Tiefbaues für den Prozeß „Privater Haushalt“ quantifiziert. Instandhaltungsarbeiten dieser Parkflächen, beispielsweise aufgrund von Witterungsschäden wurden demnach dem Prozeß „restliche IGD“ zugerechnet. Aufgrund der geringen Straßenneubauten für die jährlich etwa 150.000 t Baumaterialien benötigt werden, wurde auf eine Aufteilung zwischen den Prozessen „Privater Haushalt“ und „restliche IGD“ verzichtet und die Menge vollständig dem Prozeß „restliche IGD“ zugerechnet. Der Abfallfluß aus Bautätigkeit der Bauunternehmen selbst entsteht im Prozeß „Hoch- und Tiefbau“.

Bestimmung der Güterflüsse durch den Prozeß „restliche IGD“:

Mit dem Import an Baumaterialien nach Wien und den in Wien anfallenden Baurestmassen ergab sich die Menge an Baumaterialien, die für Bauwerke in Wien verbraucht wurden. Nachdem die Baumaterialienflüsse des Prozesses „Priv. Haushalt“ abgeschätzt wurden, konnten die restlichen Mengen dem Prozeß „Restl. IGD“ zugeteilt werden. Die Baumaterialien auf den Lagerplätzen der Bauunternehmen, also das Lager im Prozeß „Hoch- und Tiefbau“, wurde nicht bestimmt.

3.2.2.3 Berechnungen der Güterflüsse

Berechnung des Imports an Baumaterialien:

Die Auswertung der Baustatistik [ÖSTAT, 1993] über den Einsatz von „Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten“ für Bauindustrie und Baugewerbe ergab jene Menge an Baumaterialien, welche die Bauunternehmen mit Sitz in Wien verrechnet hatten (siehe Anhang II, Teil 1). Die mengenmäßig wichtigsten Güter für den Hoch- und Tiefbau sind in Tabelle 3-52 zusammengestellt.

Der Wasserverbrauch in der Baumaterialienbilanz wurde nicht mitbilanziert. Somit ergab sich ein Baumaterialienimport nach Wien auf Basis der in Wien verrechneten Gütermengen durch Subtraktion des Verbrauches von Wasser von der Summe an Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten nach ÖSTAT von 16,07 Mio. t. Bezogen auf einen Einwohner in Wien ergab das einen Wert von 10.500 kg Baumaterialien pro Wiener und Jahr. Zum Vergleich wurde in analoger Weise die Baustatistik für den Einsatz an Baumaterialien für ganz Österreich ausgewertet. Der jährliche Verbrauch an Baumaterialien pro Österreicher wurde mit 8.700 kg ermittelt.

Tabelle 3-52: Güterflüsse der Bauunternehmen mit Sitz in Wien, 1991 [ÖSTAT, 1993]

Güter	Menge in 1.000 t für 1991	Anteil Menge in %
Sand, Kies und Schotter	7.550	42,7
Transportbeton (Zukauf)	5.835	32,9
Verbrauch von Wasser	1.630	9,2
Bituminöses Straßenbaumischgut	1.450	8,2
Zement	300	1,7
Betonsteinerz	295	1,7
Sonst. Zuschlagstoffe	215	1,2
Sonstige Güter	425	2,4
Summe	17.700	100,0

Einen weiteren Hinweis über die Mengen an Baumaterialien die in Wien verbaut werden, liefern Daten über den Güterverkehr in Österreich nach Herry [Herry, 1994] für das Basisjahr 1991 (siehe Anhang II, Teil 2). Demnach wurden in Österreich 100 Mio. Tonnen an mineralischen Rohstoffen und Baumaterialien transportiert, das entspricht 12.500 kg/Österreicher und Jahr. In Wien verblieben 1991 7,70 Mio. t, dies entsprach einer Menge an mineralischen Rohstoffen und Baumaterialien von 5.000 kg/E.a. Ein Vergleich der Daten zeigt, daß die Erhebungen teilweise große Unterschiede aufweisen. Es ist nach vorliegenden Daten nicht möglich einen bestimmten Wert für den Baumaterialienimport nach Wien anzugeben. Für die weitere Betrachtung wurden die beiden Erhebungen für Wien weitergeführt. Demnach ergab sich die Bandbreite für nach Wien importierter Baumaterialien von 5.000 bis 10.500 kg/Wiener und Jahr.

Ein Vergleich der Zahlen in Tabelle 3-53 zeigt die Problematik der Datenlage. Nach Auswertung der Baustatistik ergab sich pro Wiener ein größerer Baumaterialienumsatz als pro Österreicher. Dies scheint darauf zurückzuführen zu sein, daß die Bauunternehmen mit Sitz in Wien mehr Baumaterialien verrechneten als tatsächlich in Wien verbaut wurden, d.h. ein nicht unbeträchtlicher Teil wurde von Wiener Firmen außerhalb von Wien verbaut. Nach diesen Überlegungen dürften die 10.500 kg Baumaterialien pro Wiener und Jahr die obere Grenze des Importes darstellen. Nach der Auswertung des Güterverkehrs nach Herry [Herry, 1994] ist die in Wien verbliebene Menge an Baumaterialien mit 5.000 kg/E.a entscheidend geringer. Dieser Wert wurde als untere Grenze des Baumaterialienimportes nach Wien angenommen. Daß die angegebene Bandbreite trotzdem mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist, zeigt der Vergleich der 8.700 kg/Österreicher und Jahr nach ÖSTAT mit den 12.500 kg/Österreicher und Jahr nach Herry. Die Größenordnung des Baumaterialienimportes nach Wien dürfte jedoch stimmen.

Tabelle 3-53: Baumaterialienverbrauch (ohne Wasser, Luft und Energieträger / gerundet) in kg/E.a des Bauwesens nach verschiedenen Literaturstellen, 1991

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
[ÖSTAT, 1993]	[ÖSTAT, 1993]	[Herry, 1994]	[Herry, 1994]
kg/Wiener.a	kg/Öster.a	kg/Öster.a	kg/Wiener.a
10.500	8.700	12.500	5.000

Somit ergab sich ein Baumaterialienimport zwischen 7, 7 Mio. und 16 Mio. Tonnen nach Wien, pro Wiener waren dies zwischen 5.000-10.500 kg pro Jahr.

Für die Güterbilanz des Bauwesens von Wien wurden die mengenmäßig unbedeutenden Baumaschinen nicht berücksichtigt. Die für die Bautätigkeit erforderlichen Energieträger und die notwendige Luft sind in der Energieträgerbilanz, das verbrauchte Wasser in der Wasserbilanz enthalten.

Berechnung der Baurestmassen:

Die zu deponierende Abfallmenge aus der Wiener Bautätigkeit ist für 1986/1988 mit 6,3/6,1 Mio. t [GUA, 1987 und GUA, 1988] angegeben. Da die Größenordnung der beiden Werte die selbe ist und da für das Jahr 1986 detailliertere Erhebungen vorlagen wurden für die weitere Betrachtung die 6,3 Mio. t Baurestmassen verwendet. Davon verblieben 34 % innerhalb der Stadtgrenze Wien, die restlichen Mengen wurden laut der Studie vorallem in den nördlich und nordöstlich von Wien liegenden Kiesgruben abgelagert. Zur Abschätzung der Größenordnung der abgelagerten Baurestmassen innerhalb von Wien für das Bilanzierungsjahr 1991 wurden 30 % der gesamten deponierten Menge angenommen. Diese Aufteilung hat sich nach Angaben der MA 48 mit der Eröffnung der Deponie Langes Feld im Jahre 1992 grundlegend geändert. Seit diesem Zeitpunkt verbleiben etwa 50 % der anfallenden Baurestmassen innerhalb von Wien.

Tabelle 3-54: Anfallende, wiederverwertete und deponierte Mengen der aus Wien stammenden Baurestmassen in 1.000 t/a und kg/E.a, Bezugsjahr 1986 [GUA, 1987]

Güter	anfallende Menge	wiederverwertete Menge	deponierte Menge
Aushub	5.600	700	4.900
Abbruchschutt	660	60	600
Straßenaufbruch	340	110	230
Baustellenabfälle	585	30	555
Summe in 1.000 t/a	7.185	900	6.285
Summe in kg/E.a	4.700	600	4.100

1986 vielen etwa 5,6 Mio. t *Bodenaushub* an, davon wurden 4,9 Mio. t deponiert und etwa 0,7 Mio. t wiederverwertet. Das Material setzte sich entsprechend der Wiener Geologie zu 75 - 85 % aus bindigem Material und zu 15 - 25 % aus Verunreinigungen (ungebundene Schichten aus dem Straßenbau, vor allem Kies oder durch beim Aushub mitgeführte Schuttanteile von

Fundamenten und Kellerverfüllungen) zusammen. 1986 wurden 660.000 t *Abbruchschutt* entsorgt, davon wurden etwa 60.000 t (50.000 t Ziegelabbruch, 6.000 t Holz und 3.000 t Eisenschrott) aussortiert und wiederverwertet und 600.000 t deponiert. Von den 340.000 t *Straßenaufbruch* waren etwa 64.000 t hydraulisch und etwa 276.000 t bituminös gebunden. 1986 fand in Wien keine Wiederverwertung von Betonabbruch statt. Etwa 40 % der in Wien anfallenden bituminösen Restmassen wurden 1986 wiederverwertet, davon 60 % als Kaltrecycling vor allem in Niederösterreich und 40 % wurden in Heißmischanlagen beigemischt. Von den 340.000 t wurden also rund 110.000 t wiederverwertet und 230.000 t deponiert. Das im Straßenbau immer häufiger verwendete Verfahren 'Recycling in place', die direkte Wiederverwertung, wurde 1986 in Wien noch wenig durchgeführt. 90 % der *Baustellenabfälle* wurden 1986 in Mulden gesammelt. Die damit entsorgte Menge beträgt etwa 585.000 t. Von den 585.000 t Baustellenabfälle wurden höchstens 30.000 t wiederverwertet und etwa 555.000 t deponiert.

Nach telefonischer Auskunft der MA 48 betrug die Menge an Baurestmassen 1991 etwa 5,5 Mio. t (ohne die in Wien wiederverwertete Aushubmenge). Die Menge an Baurestmassen die 1991 auf den Deponien der MA 48 abgelagert wurde, betrug 560.000 t. Um den Input in den Prozeß „private + öffentliche Abfallsammlung“ zu erhalten mußte der Wert der GUA-Studie von 7,2 Mio. t um die wiederverwerteten Aushubmengen von 700.000 t verringert werden. Der angegebene Wert der MA 48 von 5,5 Mio. t entsprach bereits dieser Definition. Um die Größenordnung der anfallenden Wiener Baurestmassen möglichst genau zu erfassen, wurde in die Bilanz die Bandbreite von 5,5 - 6,5 Mio. t eingeführt. Die von der MA 48 angegebene Größe wurde im System gleich verteilt wie jene Mengen in der GUA-Studie. Demnach wurden 1,6 - 1,9 Mio. t *Baurestmassen* in Wien deponiert. Der Güterfluß *Baurestmassen Export* betrug zwischen 3,9 - 4,6 Mio. t.

Tabelle 3-55: Aufteilung der innerhalb bzw. außerhalb von Wien wiederverwerteten und deponierten Baurestmassen in 1.000 t/a, Bezugsjahr 1986, [GUA, 1987]

Güter	'Recycling'		'Deponie'	
	innerhalb Wien	außerhalb Wien	innerhalb Wien	außerhalb Wien
Aushub	700	-	1.470	3.430
Abbruchschutt	-	60	180	420
Straßenaufbruch	-	110	69	161
Baustellenabfälle	-	30	166	388,5
Summe in 1.000 t/a	700	200	1.885	4.399,5
Summe in 1.000 t/a (gerundet)	700	200	1.900	4.400

Im Hinblick auf die Stoffbilanz mußte der reine Erdaushub, ohne Verunreinigungen ermittelt werden. Der Bodenaushub war zu etwa 20 % mit Baumaterialien verunreinigt [GUA, 1987]. Auf eine entsprechende Aufteilung der 0,7 Mio. t innerhalb Wiens wiederverwerteten Bodenaushubmenge wurde verzichtet, da davon ausgegangen wurde, daß dies die Stoffbilanz nicht wesentlich verändert. Die große Menge, also die verbleibenden 4,9 Mio. t beinhalten etwa 1,0

Mio. t Verunreinigungen, 3,9 Mio. t sind reiner Bodenaushub. Die Summe der anfallenden Mengen Abbruchschutt, Straßenaufbruch und Baustellenabfälle betrug 2,6 Mio. t.

Die Güterflüsse *Bodenaushub* betragen somit unter Einbeziehung der Angaben der MA 48 zwischen 3,3 und 3,9 Mio. t, die *Baurestmassen II H&TB* zwischen 2,2 und 2,6 Mio. t. 1,6 - 1,9 Mio. t Baurestmassen wurden im System deponiert. 3,9 bis 4,6 Mio. t Baurestmassen die zur Deponierung außerhalb des Systems gelangen und die der Wiederverwertung zugeführten Mengen verließen im Güterfluß *Baurestmassen Export* das System.

Unter Berücksichtigung der 20% Verunreinigungen des Aushubmaterials sind die Baurestmassenflüsse wie folgt zusammengesetzt. Die 1,6 bis 1,9 Mio. t *Baurestmassen* die innerhalb des Systems deponiert wurden, setzen sich aus 0,6 bis 0,7 Mio. t Baurestmassen II und zu 1,0 bis 1,2 Mio. t reinem Bodenaushub zusammen. Die 3,9 bis 4,6 Mio. t *Baurestmassen Export* zu 1,6 bis 1,9 Mio. t Baurestmassen II und zu 2,3 bis 2,7 Mio. t reiner Bodenaushub.

Berechnung des Lagers im Hoch- und Tiefbau:

Hochbau:

Berechnung des Lagers im Wohnbau:

Die Dichte von Wohnbauten beträgt zwischen 500 und 1.500 kg pro m³ Bruttorauminhalt (diverse Angaben, entnommen aus [Glenck et al., 1996 Seite 56]). Nach einer Mengenschätzung eines Wiener Wohnbaues aus dem Jahr 1972 nach Hermann beträgt die Dichte 640 kg pro m³ Bruttorauminhalt und beinhaltet die Wohnungen, das Stiegenhaus, den Keller und den Dachboden. Nach Werten des Statistischen Jahrbuches Wien [MA 66, 1993 Seite 278 u. 288] lag die durchschnittliche Nutzfläche der etwa 857.000 Wohnungen 1991 bei 68 m².

Mit einer geschätzten Geschoßhöhe von 3 Metern ergab sich ein Bruttorauminhalt von 200 m³ pro Wohnung. Das Gewicht der Wohnungen ließ sich damit zwischen (857.000*200*500 bzw 857.000*200*1.500) 85,7 Mio. und 257,1 Mio. Tonnen abschätzen. Aufgrund der ermittelten Dichte des Wiener Wohnbaues nach Hermann (1981) beträgt das Lager im Wohnbau (857.000*200*640) 110 Mio. Tonnen. Dieser Abschätzung ist noch der Anteil der für den Wohnbau genutzten Hochbauten (z.B. Garagen) und der Anteil der Umbauten zuzurechnen. Auf Grundlage des vorhandenen Datenmaterials konnte diese Menge nicht abgeschätzt werden. Auf Grundlage der hier ermittelten Abschätzungen wurde die Größenordnung des Lagers an Baumaterialien im Wohnbau (Hochbau) mit 200 Mio. Tonnen (130 t/Wiener) angenommen.

Berechnung des Lagers im sonstigen Hochbau:

Im Statistischen Jahrbuch 1991 der Stadt Wien werden 153.000 Gebäude, davon 124.000 Gebäude mit hauptsächlich oder ausschließlicher Wohnungsnutzung, 6.000 Fabriks- u. Lagerhallen und 23.700 sonst. Gebäude ausgewiesen [MA 66, 1993 Seite 275]. Unter der Annahme, daß die sonstigen Hochbauten im Durchschnitt eine Grundfläche von 30*30 Meter einnehmen, Fabriks- u. Lagerhallen 6 Meter hoch und die sonst. Gebäude 15 Meter hoch sind, ergibt sich mit den jeweiligen Bruttorauminhalten und der Anzahl der jeweiligen Gebäude ein

Bruttorauminhalt von 352.350.000 m³. Unter der Annahme, daß das Gewicht 1 m³-Wohnbaues nach Hermann 1991 repräsentativ für alle Hochbauten ist, wurde mit einem Gewicht von 600 kg/m³ das Gewicht des Lagers im sonst. Hochbau zu 210 Mio. t abgeschätzt.

Tiefbau:

Berechnung des Lagers im Straßenbau:

Das Lager im Straßenbau für die 20.800.000 m² [MA 66, 1993 Seite 303] befestigten Flächen ergab sich mit dem Gewicht von 1,5 t/m² zu 31.200.000 t. Die 14.700.000 m² Gehwege und unbefestigten Flächen [MA 66, 1993 Seite 303] ergaben mit 1 t/m² ein Gewicht von 14,7 Mio. t. Die 38.256 Laufmeter Autobahn [MA 66, 1993 Seite 304], ergaben mit einer angenommenen Breite von 30 Metern ein Gewicht von (38.256*30*1,5) 1.721.520 t. Die 214.460 Laufmeter Bundesstraßen [MA 66, 1993 Seite 304] ergaben mit einer angenommenen Breite von 10 Metern ein Gewicht von 3.216.900 t. In Summe beträgt das Lager im Straßenbau 50,9 Mio. t, das entspricht 33.000 kg pro Wiener.

Berechnung des Lagers im Brücken- und U-Bahnbau

Die 1.000 Brücken mit einer Fläche von 1.000.000 m² [MA 66, 1993 Seite 305] ergaben das Gewicht von (1.000.000*2*2,4) etwa 5,0 Mio. Tonnen. Die Betonmenge im U-Bahnbau wurde von [Baminger et al., 1994] mit 2.360.000 m³ (=5,7 Mio. Tonnen) abgeschätzt.

Bestimmung des Lagers der sonst. Verkehrsflächen

Die gesamten Verkehrsflächen haben in Wien eine Größe von 56 Mio. m² (Tabelle 3-56), davon wurde bereits das Gewicht von 40 Mio. m² abgeschätzt. Mit dem Gewicht der unbefestigten Flächen aus dem Straßenbau von 1 t/m² wurden das Gewicht der restlichen 16 Mio. m² zu 16 Mio. Tonnen abgeschätzt.

Berechnung des Lagers im sonst. Tiefbau

nicht bestimmt

Aufteilung des Lagers an Hochbauten:

Das errechnete Lager im Wohnbau von 200 Mio. t wurde dem „Privaten Haushalt“, das Lager im sonst. Hochbau von 210 Mio. t dem Prozeß „restl. IGD“ zugerechnet.

Aufteilung des Lagers an Verkehrsflächen:

Mit der maximal in Wien befindlichen PKW-Anzahl von 605.000 (560.000 Meldungen +70.000 Tagespendler - 25.000 Auspendler (siehe Teilsystem Energieträger) und dem Flächenbedarf zum Parken (Platzbedarf nach Standfläche für einen Wagen ohne Zu- und Abfahrtsspuren bei Längs- oder Schrägaufstellung min. 16 m² [Krapfenbauer & Streussler, 1991]), wurde der Anteil des privaten Haushaltes an den gesamten Verkehrsflächen mit 9.680.000 m² abgeschätzt. Dies entsprach mit einem Gewicht von 1,5 t/m² einer Lagermenge

von rund 14,5 Mio. t. Durch Subtraktion vom Gesamtlager (77,6 Mio. t) im Tiefbau ergab sich die Menge des Tiefbaulagers im Prozeß „Restl IGD“ mit etwa 63 Mio. t.

Tabelle 3-56: Größenordnung des Lagers in den einzelnen Prozessen der Baumaterialienbilanz

Bereich	Prozeß	Lager in 1.000 t	Lager in kg/Wiener
Hochbau	PHH	200.000	130.000
Tiefbau	PHH	14.000	9.000
Tiefbau	IGD	63.000	41.000
Hochbau	IGD	210.000	136.000
Summe		487.000	316.000
Summe (gerundet)		500.000	300.000

Berechnung der Güterflüsse durch den Prozeß „Priv. Haushalt“:

1991 wurden etwa 6.000 Wohnungen fertiggestellt, ebensoviele saniert und 760 abgebrochen [MA 66, 1993, Seite 288 und 290]. Aus den Erhebungen war weiters ersichtlich, daß die Nutzfläche je Wohnung für neuere Wohnungen zunimmt. Für 1991 betrug die durchschnittliche Nutzfläche je Neubauwohnung 90 m^2 [MA 66, 1993 Seite 294], der Wiener Durchschnitt lag bei 68 m^2 . Mit der angenommenen Geschoßhöhe von 3 Metern ergab sich für eine durchschnittliche Neubauwohnung im Jahre 1991 ein Bruttorauminhalt von 270 m^3 , für den Wiener Durchschnitt betrug dieser 200 m^3 . Das Gewicht der Wohnungsneubauten ließ sich somit zwischen $(6.000 \cdot 270 \cdot 500)$ bzw. $(6.000 \cdot 270 \cdot 1.500)$ 0,8 Mio. und 2,4 Mio. Tonnen abschätzen. Berechnet man das Gewicht der Wohnungsneubauten auf Grundlage der ermittelten Dichte des Wiener Wohnbaues nach Hermann beträgt es $(6.000 \cdot 270 \cdot 640)$ 1,0 Mio. Tonnen. Dieser Abschätzung wäre noch der Anteil der für den Wohnbau genutzten Hochbauten (z.B. Garagen) und der Anteil der Umbauten zuzurechnen. Auf Grundlage des vorhandenen Datenmaterials konnte diese Menge nicht abgeschätzt werden. Auf Grundlage der hier ermittelten Abschätzungen wurde die Größenordnung des Gewichtes an Wohnungsneubauten (Hochbau) mit 1,5 Mio. Tonnen angenommen. Das Gewicht der abzubrechenden Einheiten betrug auf Grundlage der ermittelten Dichte des Wiener Wohnbaues nach Hermann $(760 \cdot 200 \cdot 640)$ 100.000 t/a. Der Lagerzuwachs belief sich auf 1,4 Mio. Tonnen.

Dem Anteil von 100.000 t Abbrucheinheiten war noch der Anteil der Umbaueinheiten zuzurechnen. Die Baurestmassen aus Bautätigkeit für den Prozeß „Privater Haushalt“ wurden über die in Wien angefallenen 660.000 t Abbruchschutt und die 585.000 Baustellenabfälle abgeschätzt [GUA, 1987]. In Anlehnung an das Verhältnis der ermittelten Lagergrößen des Hochbaues zwischen den Prozessen „Privater Haushalt“ und „IGD“ von etwa 1:1 wurden den beiden Prozessen je die Hälfte des anfallenden Abbruchschutts und der Baustellenabfälle zugeordnet. Die anfallende Menge an Abbruchschutt und Baustellenabfälle für Bautätigkeit im Prozeß „Privater Haushalt“ betrug demnach etwa 600.000 t.

Gemäß den getroffenen Annahmen entsprachen diese 600.000 t dem Güterfluß an *U+A-Einheiten* aus dem privaten Haushalt und setzten sich zu 100.000 t aus abzubrechenden und zu

500.000 t aus umzubauenden Einheiten zusammen. Das Gewicht der umzubauenden Einheiten wurde der Menge an Wohnungsneubauten zugezählt und ergab so den Güterfluß *Bauwerke PHH* mit einer Größe von 2,0 Mio. t.

Von der MA48 wurden 1991 20.000 t Baurestmassen aus den privaten Haushalten entsorgt. Diese Menge ist im Verhältnis zur Bandbreite des Inputs in der Baumaterialienbilanz ohne Bedeutung und wurde nicht angeführt. Die Menge gibt jedoch einen ersten Hinweis auf den Baumaterialieneinsatz der privaten Bautätigkeiten in Wien. Der unkontrollierte Entsorgungsweg von Baurestmassen aus dem privaten Haushalt konnte nicht bestimmt werden. Der Baumaterialieninput für die private Bautätigkeit wurde nicht bestimmt.

Berechnung der Güterflüsse durch den Prozeß „IGD“:

Mit dem erhaltenen Import an Baumaterialien zwischen 7,7 Mio. und 16 Mio. Tonnen und der Menge an Baurestmassen (ohne Aushub) zwischen 2,2 Mio. und 2,6 Mio. t ergab sich eine in Wien verbaute Masse an Baumaterialien von 5,1 Mio. bis 13,8 Mio. t. Mit dem Lagerzuwachs im privaten Haushalt von 1,4 Mio. t ergab sich ein Lagerzuwachs im Prozeß „IGD“ von 3,7 Mio. bis 12,4 Mio. Tonnen. Der Baumaterialieninput, bzw. der Güterfluß *Bauwerke IGD* in den Prozeß „Restl. IGD“ lag (7,7 Mio. - 16 Mio. minus 2,0 Mio.) zwischen 5,7 Mio. und 14,0 Mio. Tonnen. Der Output an *Umbau- und Abbrucheinheiten IGD* betrug (6,5 Mio. bis 5,5 Mio. minus 3,9 Mio. bis 3,3 Mio. bzw. minus 600.000) zwischen 1,6 Mio. und 2,0 Mio. Tonnen.

3.2.2.4 Berechnungen der Stoffflüsse

Die stoffliche Zusammensetzung der Bauwerke ändert sich laufend. Änderungen der Wirtschaftlichkeit, Technologien, architektonischer Entwürfe, der Raumordnung und neue Bedürfnisse prägen zusammen mit der Lebensdauer der verschiedenen Baumaterialien die Zusammensetzung von Bauwerken. In wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht sollten wir über die Zusammensetzung, den Aufenthaltsort und die Lebensdauer der Baumaterialien und deren Inhaltsstoffe Bescheid wissen. Nachdem der Güterfluß von Baumaterialien durch die Stadt Wien erhoben wurde, soll nun der Stofffluß der Elemente C, N und Pb abgeschätzt werden. Die Kenntnis der Zusammensetzung der Bauwerke ist einerseits wichtig um beim Recycling eine Anreicherung von Schadstoffen in Baumaterialien zu vermeiden. Andererseits sollen nur derartige Baurestmassen deponiert werden, die sich umweltneutral verhalten. Weiters können durch die ganzheitliche Betrachtung Ressourcen besser bewirtschaftet werden.

C-, N- und Pb- Konzentrationen einzelner Baumaterialien sind nur rudimentär vorhanden. Über die stoffliche Zusammensetzung des Lagers liegen so gut wie keine Erhebungen vor. Für eine erste Abschätzung wurden vorhandene Stoffkonzentrationen der Baurestmassen (also der stofflichen Zusammensetzung des Outputs) herangezogen, um die Stoffbilanz für das Teilsystem der Baumaterialien zu erstellen (Ansatz 1, Berechnung siehe Anhang II, Teil 3). Mit dieser Berechnungsmethode konnte auf die sich laufende Änderung der Bauwerkszusammensetzung nicht eingegangen werden. Fehler, vor allem bezüglich des Inputs sind dadurch sehr wahrscheinlich.

Das Lager und die Baurestmassenflüsse setzen sich aus den verschiedensten Baumaterialien der letzten Jahrzehnte zusammen. Der heutige Stoffinput wird durch die derzeitige stoffliche Zusammensetzung bestimmt. Es wurde deshalb in einem zweiten Ansatz versucht, über die vorhandenen Stoffkonzentrationen einzelner Baumaterialien und der Kenntnis der eingesetzten Mengen den Stoffinput zu bestimmen (Ansatz 2, Berechnung siehe Anhang II, Teil 4).

Für die Stoffbilanz der Aushubmengen wurden Stoffkonzentrationen des Wiener Bodens und der Erdkruste verwendet.

Berechnung der Stoffflüsse und -lager der Baumaterialienbilanz anhand der stofflichen Zusammensetzung von Baurestmassen (Ansatz 1):

Über die Stoffkonzentrationen von Bauschutt lagen zwei Untersuchungen vor, die Werte für C, N und Pb sind in der folgenden Tabelle zusammen mit den durchschnittlichen Konzentrationen der Erdkruste zusammengestellt.

Tabelle 3-57: C-, N- und Pb- Konzentration von Baurestmassen und der Erdkruste in mg/kg FS

in [mg/kg FS]	Bausperrgut [Brunner & Stämpfli, 1991]	Muldengut (BASORAG) [Hess, 1991]	Erdkruste aus [Brunner & Stämpfli, 1991]
C - Total	93.000	169.276	200
N	1.100	n.b.	20
Pb	630	592	13

Brunner & Stämpfli publizierten 1991 die Ergebnisse der Untersuchung einer Bauschuttortieranlage. Das untersuchte Bausperrgut war unbehandelt und bestand aus einer Mischung von verschiedenartigen inerten und reaktiven Materialien aus Abbruchtätigkeiten von Gebäuden und Straßen. Die Mischung enthielt Beton, Ziegel, Holz, Plastik, Metalle und anderes mehr, aber kein Aushubmaterial und keine sortenreinen Fraktionen (z.B. Beton, Schotter, Asphalt). In der Studie wird darauf hingewiesen, daß durch die Beprobung der 200 t Bausperrgut nicht die durchschnittliche Zusammensetzung des Bausperrgutes ermittelt werden konnte.

In die untersuchte Anlage der BASORAG-Studie [Hess, 1991] gelangte 'Muldengut' aus dem Raum Basel, Schweiz. Das untersuchte Material war vermischter Bauabfall, der nur mit geringen Mengen an Aushub und inertem Material vermischt war.

Die C-Gehalte der beiden Untersuchungen weisen große Unterschiede auf. Der Grund liegt in der unterschiedlichen Zusammensetzung des untersuchten Materials. Das BASORAG Material hatte einen höheren Anteil an Kunststoffen und geringere Anteile an mineralischen Komponenten. In der vorliegenden Studie wurden in einem ersten Schritt für die Baumaterialien,

das Lager und die Baurestmassen II (also die Baurestmassen ohne die Bodenaushubmenge) die Konzentrationen von Brunner & Stämpfli verwendet um die Stoffbilanzen zu erstellen.

Berechnungen für C, N und Pb:

Unter der Annahme, daß die stoffliche Zusammensetzung der Baurestmassen, des Lagers und des Baumaterialienimportes gleich ist, wurde durch Multiplikation der Gütermengen mit den Stoffkonzentrationen der Baurestmassen nach Brunner & Stämpfli 1989 die Stoffbilanz für Kohlenstoff (C), Stickstoff (N) und Blei (Pb) des Teilsystems „Baumaterialien“ erstellt. Die Berechnung ist im Anhang II, Teil 3 ersichtlich, die Ergebnisse dieser Berechnung sind in Tabelle 3-67 zusammengestellt. Die in dieser Tabelle angegebenen Werte beziehen sich auf die Feuchtsubstanz. Aufgrund des geringen Wassergehaltes sowohl in den Baustoffen als auch in den Baurestmassen wurde auf unterschiedliche Wassergehalte der einzelnen Flüsse und Lager nicht eingegangen.

Abschätzung des Stoffimportes in den Baumaterialien mittels Stoffkonzentrationen einzelner Importgüter (Ansatz 2):

Die in der Baustatistik [ÖSTAT, 1993] angegebenen Güter wurden zu Gütergruppen zusammengefaßt. Mittels Stoffkonzentrationen der einzelnen Gütergruppen, die aus diversen Untersuchungen ([UBA, 1995], [BMfUJF & BMfLF, 1991], [Geologische Bundesanstalt, 1996], etc.) und eigenen Abschätzungen erhalten wurden, wurden die Stoffimporte der Baumaterialienbilanz errechnet. Die Berechnungsschritte sind im Anhang II, Teil 4 ersichtlich.

Gegenüberstellung und Diskussion der Berechnungsergebnisse

In folgendem Abschnitt werden für jeden Stoff in Tabellen die Ergebnisse der Berechnungen auf Basis von Ergebnissen der stofflichen Zusammensetzung von Baurestmassen (Ansatz 1) den Ergebnissen von Berechnungen der Stoffflüsse über Stoffkonzentrationen in den Importgütern (Ansatz 2) gegenübergestellt. Die Resultate der Berechnungen nach Ansatz 2 beziehen sich jeweils auf die aus der Baustatistik [ÖSTAT, 1993] erhobene Gütermenge von 16 Mio. Tonnen. Daran anschließend werden die Ergebnisse der zwei Berechnungsmethoden gegenübergestellt und diskutiert.

Berechnung der Kohlenstoffflüsse:

Ansatz 1:

Tabelle 3-58: Kohlenstoffflüsse in Baumaterialien

Ansatz 1	C-min	C-max
Baumaterialienflüsse	in t	in t
Baumaterialieninput	716.100	1.488.000

Ansatz 2:

Tabelle 3-59: Kohlenstoffimport in Baumaterialien.

Güter	Menge in t/a	C-Fluß in t min.	C-Fluß in t max.
Beton	8.530.000	170.600	1.160.080
Sand, Kies und Schotter	5.665.000	113.300	770.440
Bituminöses Straßenbaumischgut	1.450.000	104.400	243.600
Stahlprodukte	180.000	1.800	3.600
Holzprodukte	115.000	33.350	57.500
Kunststoffprodukte	3.000	1.500	2.400
Rest	57.000	0	57.000
SUMME	16.000.000	424.950	2.294.620

In das System wurden 1991 zwischen 7,7 und 16 Mio. t an Baumaterialien importiert. Nach der Berechnung auf Grundlage der Stoffkonzentration der Baurestmassen betrug der Import an Kohlenstoff zwischen 0,7 Mio. und 1,5 Mio. Tonnen (siehe Tabelle 3-30), wobei sich diese Bandbreite aus den zwei Werten der Güterbilanz ergab. Die Bandbreite der Tabelle 3-59 ergab sich hingegen aufgrund unterschiedlicher Angaben der Stoffkonzentrationen der einzelnen Gütergruppen und bezieht sich auf die Gütermenge von 16 Mio. t. Die entsprechenden 1,5 Mio. t Kohlenstoff der Tabelle 3-58 liegen innerhalb der 0,4 Mio. bis 2,3 Mio. t Kohlenstoff aus Tabelle 3-59. Die entscheidende Einflußgröße auf die Bandbreite der Tabelle 3-58 ist die C-Konzentration der Beton- bzw. der Sand, Kies, Schotterfraktion. Nach Auskunft der geologischen Bundesanstalt wurde je nach Herkunft des Gesteins eine C-Konzentration zwischen 20.000 und 120.000 mg/kg Schotter errechnet. Da der Schotter aus verschiedenen Gebieten rund um Wien kommt, wird der tatsächliche Kohlenstoffimport in Bezug auf die 16 Mio. t Baumaterialien etwa in der Mitte der angegebenen Bandbreite von 0,4 Mio. bis 2,3 Mio. t, also bei etwa 1,35 Mio. t, liegen. Dieser Wert stimmt gut mit den 1,5 Mio. t überein.

Betrachtet man die Aufgliederung der beiden Werte in C org. und C anorg. fällt auf, daß die 1,35 Mio. C aus vorwiegend anorganischen Kohlenstoff, die 1,5 Mio. t C hingegen aus etwa 55 % organischen und 45 % anorganischen Kohlenstoff bestehen [Brunner & Stämpfli, 1989]. Der organische Kohlenstoffanteil im Bausperrgut beträgt nach [Brunner & Stämpfli, 1989] um 6 %. Aufgrund der geologischen Gegebenheiten in Wien und Umgebung wird der anorga-

nische C-Anteil höher liegen, als in den Untersuchungen von Brunner & Stämpfli ergaben. Es wird angenommen, daß die 1,35 Mio. t Kohlenstoff noch um einen Anteil aus kohlenstoffhaltigen Gütern, die über den Innenausbau, die Möbeleinrichtungen etc. in die Bauwerke gelangen, zu erhöhen ist. Mit einem org. C-Gehalt in den Baumaterialien von 6 % wären dies etwa 800.000 t C. Aufgrund dieser Überlegungen wurde die Bilanz für Kohlenstoff mit den C-Konzentrationen der Baurestmassen nach Brunner & Stämpfli geführt, d.h. daß die Tabelle 3-58 die Ergebnisse der C-Bilanz für die Baumaterialienbilanz darstellt. Für die weiteren Überlegungen ist zu beachten, daß die Kohlenstoffwerte der Baumaterialienbilanz in Wirklichkeit höher liegen können. Dabei handelt es sich voraussichtlich um anorganischen Kohlenstoff. Aufgrund der Bandbreite in der Gütererhebung spielt jedoch dieser Anteil kaum eine Rolle.

Berechnung der Stickstoffflüsse:

Ansatz 1:

Tabelle 3-60: Stickstoffflüsse in den Baumaterialien

Ansatz 1	N-min	N-max
Baumaterialienflüsse	t	t
Baumaterialieninput	8.470	17.600

Ansatz 2:

Tabelle 3-61: Stickstoffimport in Baumaterialien.

Güter	Menge in t/a	N-Fluß in t min	N-Fluß in t max
Beton	8.530.000	171	171
Sand, Kies und Schotter	5.665.000	113	113
Bituminöses Straßenbaumischgut	1.450.000	290	508
Stahlprodukte	180.000	0	0
Holzprodukte	115.000	81	575
Kunststoffprodukte	3.000	0	2.010
Rest	57.000	570	1.140
SUMME	16.000.000	1.224	4.516

Bezüglich der zu vergleichenden Zahlen gilt analoges wie bei der Diskussion der Resultate aus den beiden Erhebungen beim Kohlenstoff. Die entsprechenden 17.600 t Stickstoff der Tabelle 3-60 liegen weit über den 1.200 bis 4.500 Tonnen Stickstoff aus Tabelle 3-61. Als Grund wird vermutet, daß einerseits nicht alle stickstoffhaltigen Güter im Input abgeschätzt wurden (vor allem Güter die Kunstharze auf Stickstoffbasis enthalten, wie beispielsweise einige Leime oder Dämmstoffe). Andererseits sind im Bauschutt Möbelstücke, Fußböden und

ähnliches enthalten, die nicht von Baugewerbe und Bauindustrie im Import erfaßt wurden, im Sinne dieser Studie aber den Bauwerken zugerechnet wurden. In Anlehnung an die Übereinstimmung der Kohlenstoffbilanz wurde die Stickstoffbilanz mit den N-Konzentrationen der Baurestmassen geführt, d.h. daß die Tabelle Tabelle 3-60 die Ergebnisse der N-Bilanz für die Baumaterialienbilanz darstellt.

Berechnung der Bleiflüsse:

Ansatz 1:

Tabelle 3-62: Bleifluß in Baumaterialien

Ansatz 1	Pb-min	Pb-max
Baumaterialienflüsse	in t	in t
Baumaterialieninput	4.851	10.080

Ansatz 2:

Tabelle 3-63: Bleiimport in Baumaterialien.

Güterinput	Menge in t/a	Pb-Fluß in t min	Pb-Fluß in t max
Beton	8.530.000	43	427
Sand, Kies und Schotter	5.665.000	6	283
Bituminöses Straßenbaumischgut	1.450.000	7	29
Stahlprodukte	180.000	2	180
Holzprodukte	115.000	1	2
Kunststoffprodukte	3.000	0	4
Rest	57.000	0	0
SUMME	16.000.000	58	925

Der Vergleich der Importmengen an Blei in Baumaterialien von 5.000 bis 10.000 t Blei aus Tabelle 3-62 mit den 60 bis 1.000 t Blei aus Tabelle 3-63 zeigt, daß die Resultate aus den beiden Berechnungsmethoden ungenügend übereinstimmen um die Bilanz zu erstellen. Als Grund kann vermutet werden, daß in der heutigen Zusammensetzung der Baumaterialien weniger bleihältige Güter vorhanden sind als in der durchschnittlichen Zusammensetzung der letzten Jahrzehnte. Zum Beispiel werden nur mehr in Ausnahmefällen (Sanierungsarbeiten) Bleitrinkwasserleitungen verlegt. Andererseits jedoch sind in den Erhebungen der Tabelle 3-63 einige bleihältige Güter, wie z.B. Bleikabel und diverse bleilegierte Materialien, die im Bauwesen Verwendung finden, nicht enthalten.

Der Bleiimport in das Bauwesen wurde über den heutigen Blei pro Kopfverbrauch eines Österreicher abgeschätzt, der aus der Schwermetallrechnung des ÖSTAT [ÖSTAT, 1992b] ermittelt wurde. Im wesentlichen teilt sich der Bleiverbrauch in die 3 Anwendungen der Ak-

kumulatoren-, Legierungs- und Kabelherstellung. Die Mengen, die in der Akkumulatorenindustrie verbraucht wurden, sind im Abschnitt der Produktions- und Konsumgüterbilanz enthalten. Zur Legierungs- und Kabelherstellung wurden jährlich in Österreich etwa 19.000 t Blei umgesetzt. 900 t Blei wurden zusätzlich als Bleioxide oder als sonstige Chemikalie beispielsweise als Buntpigmente oder Stabilisatoren eingesetzt. Über die Einwohnerzahlen von Wien und Österreich erhält man den Bleiverbrauch in diesen Bereichen für Wien von 3.800 t. Es wird angenommen, daß ein Großteil dieses Bleis jedes Jahr in den Bauwerken gespeichert wird, da in den anderen Teilsystemen diese Menge nicht zugeteilt werden konnte.

Für das Blei in den Kabelummantelungen konnte dies von den österreichischen Kabelwerken bestätigt werden, diese gaben an, daß über 90 % dieser Kabel verbaut werden [OEKW, 1996]. Die restlichen bleihaltige Güter (Bleche, Drähte, Rohre, Strahlenschutzeinrichtungen, PVC, Farben und Lacke, aber auch Bleilager diverser Maschinen) wurden vollständig der Baumaterialienbilanz zugeteilt.

Tabelle 3-64: jährliche Bleimenge im Baumaterialienimport

Güter	Tonnen / Jahr
Baumaterialien (Wert aus Tabelle 3-63)	50 - 900
Kabel	1.900
Legierungen und restliche Menge	1.900
Summe	rund 4.000 t

Zum Vergleich standen Nettoimportmengen von Blei aus der ehemaligen BRD [Balzer & Rauhut, 1991] zu Verfügung. Der pro Kopf Verbrauch in der ehemaligen BRD (4,3 kg/E.a) stimmt mit dem in Österreich (4,5 kg/E.a) sehr gut überein. Vergleiche der Aufteilung dieser Mengen auf die einzelnen Anwendungsbereiche zeigten Unterschiede. Dies könnte ein Hinweis sein, daß noch bleihaltige Güter nach Österreich importiert werden, die in den Erhebungen nicht enthalten sind.

Für die Abschätzung der Bleibilanz für Wien wurde angenommen, daß 4.000 t an Blei in die Bauwerke fließen. Diese wurden mit den Baumaterialienimport in Relation gesetzt und mit diesem Verhältnis zum Güterfluß auf die Prozesse „PHH“ und „IGD“ aufgeteilt. Die Bleiflüsse der Baurestmassen und des Bodenaushubs und die Bleilager wurden aus der Tabelle 3-67 entnommen. Aus der Bilanz ergaben sich die Bleiflüsse der Umbau- und Abbrucheinheiten und in weiterer Folge die Lagerveränderung an Blei der Bauwerke.

Bleilager:

Nach der Berechnung auf Grundlage der Stoffkonzentration der Baurestmassen beträgt das Bleilager im Bauwesen in Summe etwa 300.000 t (Vergleiche Tabelle 3-67). Mittels Einzelerhebungen konnten 110.000 bis 175.000 t identifiziert werden (Berechnung siehe Anhang II, Teil 5). In Tabelle 3-65 sind die Ergebnisse dieser Berechnung zusammengestellt. Das Aufsuchen von bereits in der Vergangenheit eingebauten Blei ist eine sehr aufwendige Arbeit. Deshalb konnten aus Zeitgründen einige Anwendungsbereiche nicht abgeschätzt werden. Der

identifizierte Teil gibt jedoch den Hinweis, daß mit einem Bleilager von 300.000 t durchaus zu rechnen ist.

Tabelle 3-65: Ergebnisse der Bleilagerabschätzung im Bauwesen.

Anwendungsbereich	Lager in Tonnen (min.)	Lager in Tonnen (max.)
Gaszähleraufhängungen	280	280
Trinkwasserleitungen	44.000	44.000
Abwasserleitungen	47.400	47.400
Fernmeldeleitungen	14.000	65.000
Baumaterialien	2.500	20.000
SUMME	108.180	176.680

Abschätzung der separat gesammelten Bleimenge aus den Umbau- und Abbrucharbeiten des Hoch- und Tiefbaues:

Das bei Umbau- und Abbrucharbeiten anfallende Altblei wird einerseits separat gesammelt und an den Altmetallhandel verkauft, andererseits gelangen gemeinsam mit dem Bauschutt Bleimengen auf die Deponie. Aufgrund des Wiener Abfallwirtschaftsgesetzes muß der Wiener Altmetallhandel der MA 22 die gesammelten Bleimengen bekanntgeben. Da die Verpflichtung erst seit kurzem besteht, sind noch keine Datensätze dieser Mengen verfügbar. Um die separat gesammelten Bleimengen aus dem „Hoch- und Tiefbau“ abzuschätzen, wurde der Bleianfall einiger Anwendungsgebiete erhoben (Berechnung siehe Anhang II, Teil 5). In Tabelle 3-66 sind die Ergebnisse dieser Berechnung zusammengestellt.

Tabelle 3-66: Ergebnisse der Bleimengenabschätzung des Bauwesens die über den Altmetallhandel entsorgt werden.

Anwendungsbereich	Output in Tonnen
Gaszähleraufhängungen	40
Trinkwasserleitungen	160
Abwasserleitungen	70
Fernmeldeleitungen	130
SUMME	400

Die identifizierten 400 t separat gesammeltes Blei aus den Umbau- und Abbrucharbeiten sind in den „Baurestmassen II H&TB“ enthalten und verlassen das System im Güterfluß „Baurestmassen Export“. Die tatsächliche Bleimenge, die jährlich in Form separat gesammelter Güter Wien verläßt, konnte nicht genauer erhoben werden. Mit Hilfe der neuen Datenbank der MA 22 dürfte schon in naher Zukunft eine Abschätzung dieser Menge möglich werden.

Die aus Tabelle 3-39 übernommenen 1.500 t Blei in den „Baumaterialien II H&TB“ setzen sich demnach zu 1.100 t als Bestandteil einer Baurestmassenfraktion und zu 400 t einer Reinfraction zusammen. In Korrelation zur Baumaterialienbilanz wurden die 1.100 t der ver-

mischten Fraktion und die 100 t Blei im Bodenaushub der Deponie (350 t Blei in den Baurestmassen) und dem „Baurestmassen Export“ (850 t) zugeordnet. Mit dem Güterfluß „Baurestmassen Export“ verlassen in Summe 1.250 t Blei das System.

Berechnung der Stoffflüsse im Bodenaushub:

Vom Institut für Pflanzenphysiologie, Universität Wien [Maier et al., 1996] wurden die Stoffkonzentrationen für Corg, N und Pb im Wiener Boden in den ersten 50 cm abgeschätzt. In dieser Studie wurden dabei für die obersten 50 cm der Bodenschicht die Stoffgehalte der produktiven Flächen im urban - industriellen Boden bzw. von Brachflächen zur Berechnung herangezogen.

Unter dieser Schicht von 50 cm sind die genannten Stoffe in der Regel nur mehr in sehr geringen Mengen vorhanden. Für die darunter liegende Bodenschicht wurden die Stoffkonzentrationen der Erdkruste verwendet, um eine erste Abschätzung für den Stofffluß durch Aushubtätigkeit vorzunehmen. Es wurde mit einer angenommenen Aushubtiefe von 2 Metern die durchschnittliche Stoffkonzentration pro m³ Aushub (1m³ Boden wiegt ca. 1,5 t/m³ [GUA, 1987]) errechnet und durch Multiplikation mit der gesamten Aushubmenge der resultierende Stofffluß errechnet.

Kohlenstoff: Der organische Kohlenstoffgehalt in den ersten 50 cm des betrachteten Bodens beträgt zwischen 4 und 8 kg pro m². Für die Abschätzung wird ein Mittel von 6 kg pro m², das sind 8.000 mg org.C /kg Bodenaushub, verwendet. Mit dem C-Gehalt der Erdkruste von 200 mg/kg wurde die Stofffracht der folgenden 1,5 Metern abgeschätzt.

Für eine Aushubtiefe von 2 Metern beträgt damit die durchschnittliche Konzentration 2.150 mg C/ kg Aushub.

Stickstoff: Der N-Gehalt in den ersten 50 cm des betrachteten Bodens beträgt zwischen 0,4 und 0,7 kg pro m², im Mittel zur Abschätzung 0,55 kg pro m², d.s. 730 mg N /kg Bodenaushub. Mit dem N-Gehalt der Erdkruste von 20 mg/kg wurde die Stofffracht der folgenden 1,5 Metern abgeschätzt.

Bei einer Aushubtiefe von 2 Metern beträgt somit die durchschnittliche Konzentration 200 mg N/kg Aushub.

Blei: Der Bleigehalt in den ersten 50 cm des betrachteten Bodens beträgt im Durchschnitt 90 mg /kg. Mit dem Pb-Gehalt der Erdkruste von 13 mg/kg wurde die Stofffracht der folgenden 1,5 Metern abgeschätzt. Bei einer Aushubtiefe von 2 Metern beträgt die durchschnittliche Konzentration 30 mg Pb/ kg Aushub.

Tabelle 3-67: Ergebnisse der Stoffflüsse und Lager der Baumaterialienbilanz auf Basis der Stoffkonzentrationen in Baurestmassen und im Wiener Boden.

	C-min	C-max	N-min	N-max	Pb-min	Pb-max
	t	t	t	t	t	t
Baumaterialienflüsse						
Baumaterialieninput	716.100	1.488.000	8.470	17.600	4.851	10.080
Bauwerke IGD	530.100	1.302.000	6.270	15.400	3.591	8.820
Bauwerke PHH	186.000	186.000	2.200	2.200	1.260	1.260
U+A-Einheiten IGD	148.800	186.000	1.760	2.200	1.008	1.260
U+A-Einheiten PHH	55.800	55.800	660	660	378	378
Lager						
Lagerzuwachs PHH	130.200	130.200	1.540	1.540	882	882
Lagergröße PHH	19.902.000	19.902.000	235.400	235.400	134.820	134.820
Lagerzuwachs IGD	344.100	1.153.200	4.070	13.640	2.331	7.812
Lagergröße IGD	25.389.000	25.389.000	300.300	300.300	171.990	171.990
Baurestmassen (o. Bodenaushub)						
	C-min	C-max	N-min	N-max	Pb-min	Pb-max
	t	t	t	t	t	t
Baurestmassen II H&TB	204.600	241.800	2.420	2.860	1.386	1.638
Baurestmassen (Dep)	55.800	65.100	660	770	378	441
Baurestmassen (Exp.)	148.800	176.700	1.760	2.090	1.008	1.197
Bodenaushub						
Bodenmaterial (Import)	8.600	9.890	800	920	120	138
Bodenaushub (Bio- Export)	1.505	1.505	140	140	21	21
Bodenaushub	7.095	8.385	660	780	99	117
Bodenaushub (Dep)	2.150	2.580	200	240	30	36
Bodenaushub (Export)	4.945	5.805	460	540	69	81
Summe - Entsorgung						
Bodenaushub	7.095	8.385	660	780	99	117
Baurestmassen II H&TB	204.600	241.800	2.420	2.860	1.386	1.638
Baurestmassen	57.950	67.680	860	1.010	408	477
Baurestmassen Export	153.745	182.505	2.220	2.630	1.077	1.278

Abschließend werden in der Tabelle 3-67 die Ergebnisse der Stoffflüsse und Lager der Baumaterialienbilanz auf Basis der Stoffkonzentrationen in Baurestmassen und im Wiener Boden dargestellt. Diese Tabelle stellt somit nur zum Teil das Ergebnis der oben geführten Diskussion über die Stofffrachten des Bauwesens dar.

3.2.3 Teilsystem - Wasserbilanz

3.2.3.1 Definitionen

Wasserversorgung

Die Wasserversorgung umfaßt den Import und die Förderung von Wasser sowie die Bereitstellung von Trink-, Brauch- und Prozeßwasser in den Privaten Haushalten und den betrieblichen Abnehmern. Es wird sowohl die öffentliche Wasserversorgung als auch die Bereitstellung von Wasser durch private Brunnen (Eigenversorgung) betrachtet.

Abwasserentsorgung

Die Abwasserentsorgung umfaßt die Sammlung aller im System anfallenden häuslichen und betrieblichen Abwässer sowie deren Behandlung in Kläranlagen oder Senkgruben. Die durch die Sammlung der Abwässer induzierten Wasserflüsse Fremd- und Regenwasser sowie Regenüberlauf werden mitberücksichtigt.

3.2.3.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen

Wasserversorgung:

Die Mengenangaben über die Wasserversorgung sowohl durch die öffentliche Wasserversorgung als auch durch die Eigenversorgung der Betriebe Wiens stammen aus dem Statistischen Jahrbuch der Stadt Wien 1994 [ÖSTAT, 1994] sowie dem Statistischen Jahrbuch Österreichs 1994 [ÖSTAT, 1994c]. Die eigengeförderten Mengen der Privaten Haushalte wurde über die Anzahl der nicht an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossenen Einwohner [Häuser- und Wohnungszählung, 1991] und eines angenommenen Durchschnitts-Pro-Kopf-Verbrauchs errechnet.

Folgende Güter wurden betrachtet:

Quell- und Oberflächenwasser: Subsumiert den Import von Quellwasser (1. und 2. Wiener Hochquellenleitung) und Oberflächenwasser (Wientalwasserleitung) der für die Wasserversorgung verwendet wird.

Grundwasser: Dieses Gut entspricht der Fördermenge von Grundwasser innerhalb Wiens durch die MA 31 (Grundwasserwerke Lobau und Markethäufel).

Grundwassereigenversorgung: Eine Anzahl von Industrie- und Gewerbebetrieben unterhält eigene Grundwasserbrunnen. Die geförderten Mengen werden unter diesem Gut subsumiert. Die Eigenförderung an Wasser durch den Prozeß „Privater Haushalt“ ist gering (kleiner 1 % des Gesamtverbrauchs der privaten Haushalte) und wurde in der Wasserbilanz und den Stoffbilanzen nicht berücksichtigt.

Leitungswasser PHH: Leitungswasser, das in den Privaten Haushalten zur Befriedigung der menschlichen Aktivitäten verwendet wird. Da in den Statistiken der Wasserverbrauch der Pri-

vathaushalte gemeinsam mit den Kleinverbrauchern ausgewiesen wird, wurde je angeschlossenen Einwohner ein Pro-Kopf-Verbrauch von 150 l/Tag angenommen, um die Trinkwassermenge abzuschätzen [Baccini et al., 1993].

Leitungswasser IGD: Mengenmäßiger Anteil der Industrie- und Gewerbebetriebe am Gesamtwasserverbrauch der öffentlichen und privaten Wasserversorgung. Die Statistiken weisen den Jahresverbrauch getrennt für Industrie und Großgewerbe aus (zusätzlich untergliedert nach der Herkunft des Wassers, also öffentliche Versorgung oder Selbstversorgung bzw. andere Versorgung). Der Wasserverbrauch der Kleinverbraucher wird gemeinsam mit jenem der Privathaushalte ausgewiesen und berechnet sich aus der Differenz (Wasserverbrauch Privathaushalte inkl. Kleinverbraucher minus Leitungswasser PHH).

Leitungswasser thermische Entsorgung: Verbrauch der Müll- und Sondermüllverbrennungsanlagen zu Zwecken der Rauchgasreinigung.

Leitungsverluste: Menge der durch Undichtheiten des Leitungsnetzes verursachten Verluste an Trinkwasser. Dabei wird angenommen, daß diese Verluste vollständig in das Grundwasser gelangen. Die Menge wird vom Stat. Jahrbuch der Stadt Wien 1994 [ÖSTAT, 1994] ausgewiesen.

Wassereigenverbrauch: Wasser, das zur Speisung von städtischen Brunnen, Hydranten etc. verwendet wird. Annahme: Zielprozeß dieses Gutes ist vollständig die Abwasserentsorgung. Die Menge wird im Stat. Jahrbuch der Stadt Wien 1994 [ÖSTAT, 1994] ausgewiesen.

Trinkwasserexporte: Export von Trinkwasser über die Stadtgrenze Wiens. Die Menge wird vom Stat. Jahrbuch der Stadt Wien 1991 ausgewiesen.

Abwasserentsorgung:

Die in den Kläranlagen verarbeiteten Wassermengen wurden aus dem Statistischen Jahrbuch der Stadt Wien 1994 [ÖSTAT, 1994] entnommen. Der Trockenwetterabfluß stammt aus der Literatur [Dörflinger et al., 1995], der Anteil an Fremd- und Regenwasser wurde errechnet. Die Kanalverluste wurden seitens der MA 30 abgeschätzt [Kadrnoska, 1995].

Folgende Güter wurden betrachtet:

Im Prozeß „Kanalisation“:

Abwasser PHH: Dieses Gut umfaßt das häusliche Abwasser sämtlicher an eine Kläranlage angeschlossener Einwohner. Unter der Annahme, daß insgesamt ca. 10 l Wasser/E*d [Baccini et al., 1993] für das Bewässern der Rasenflächen verwendet und über den menschlichen Körper aber auch beim Kochen verdunstet werden, gelangen je Einwohner täglich etwa 140 l in das Kanalsystem.

Abwasser IGD: Die Abwassermenge aus dem Prozeß „IGD“, die einer Kläranlage zugeleitet wird, liegt nicht datenmäßig erfaßt vor. Zur Abschätzung der Abwassermenge wurde ange-

nommen, daß der gesamte Wasserverbrauch des Prozesses „IGD“ der Kläranlage zugeleitet wird

Fremdwasser: Als Fremdwasser wird das in das Kanalsystem eindringende Grundwasser bezeichnet. Seine Menge kann bei Kenntnis des Trockenwetterabflusses zu den Kläranlagen und den Einleitungen aus den Prozessen „PHH“ und „IGD“ angenähert werden.

Regenwasser: Regenwasser ist Niederschlagswasser, das über die Misch- bzw. die Trennkanalisation erfaßt wird. Die Menge des Regenwassers in der Mischkanalisation ergibt sich über Bilanzierungen (Zulauf zur Abwasserreinigungsanlage plus Regenüberlauf minus Trockenwetterabfluß). Die Wassermenge im Trennsystem wird durch umlegen der Ergebnisse der Mischkanalisation auf die durch Trennkanalisation entwässerten Flächen errechnet. Die Stofffrachten werden anhand der durch Misch-oder Trennkanalisation entsorgten versiegelten Flächen sowie flächenbezogenen Stoff-Immissionsdaten abgeschätzt.

Wassereigenverbrauch: siehe Kapitel Wasserversorgung

Rohabwasser: Rohabwasser bildet die Summe aus den Inputflüssen in die Kanalisation abzüglich des Regenüberlaufes und der Wassermenge im Trennkanalsystem. Es wird vollständig in den Kläranlagen verarbeitet. Daten über die Zulauffracht werden bei den Kläranlagen erhoben.

Abwasser Trennkanal: Wasser, das über Trennkanäle ohne Behandlung direkt in die Vorfluter eingeleitet wird (Straßenentwässerung, Dach- und Hofflächen).

Regenüberlauf: Jene Abwassermenge die bei stärkeren Regenereignissen über Regenwasserüberläufe oder bei der Kanalreinigung direkt in die Oberflächengewässer emittiert wird. Die Verluste über den Regenüberlauf müssen geschätzt werden.

Abwasser Senkgrube: Die über Senkgruben entsorgte Abwassermenge errechnet sich aus der Anzahl der Einwohner die ihre Abwässer in eine Senkgrube entsorgen und einem durchschnittlichen Pro-Kopf-Wasserverbrauch. Senkgruben sind für die Abwasserentsorgung von Wien ohne Bedeutung, nur rund 2 % der Einwohner entsorgen ihr Abwasser über Senkgruben. Aus diesem Grund werden Senkgruben und die Güter *Senkgrube Versickerung* und *Senkgrubenräumgut* nicht weiter betrachtet.

Senkgrube Versickerung: Jener Anteil des Abwassers Senkgrube das durch Undichtheit der Senkgruben in den Untergrund und anschließend ins Grundwasser infiltriert.

Senkgrubenräumgut: Der nicht versickernde Anteil des *Abwassers Senkgrube*.

Im Prozeß „Abwasserreinigungsanlage“:

Rohabwasser: siehe oben

Gereinigtes Abwasser: Ist das gereinigte Rohabwasser. Dieser Güterfluß errechnet sich aus der Bilanzierung der Input- und Outputflüsse.

Klärschlamm: Dieses Gut entspricht dem im System anfallenden Klärschlamm. Die Mengen werden ebenso wie die Wassergehalte und die Stofffrachten bei den Kläranlagen erhoben. Der gesamte in Wien anfallende Klärschlamm wird in den Entsorgungsbetrieben Simmering verbrannt. Die thermische Entsorgung des Klärschlammes wird im Teilsystem „Produktions- und Konsumgüterbilanz“ behandelt. Das in den Kläranlagen anfallende *Rechen- und Sandfanggut* ist sowohl für die Wasser- als auch eine Stoffbilanz unerheblich und wird nicht näher betrachtet.

Rechen- und Sandfanggut: Ist das in der mechanischen Reinigungsstufe einer Kläranlage rückgehaltene Material.

Abgase ARA: Gasförmige Wasserverluste in den Kläranlagen werden nicht berechnet. Für eine Stoffflußanalyse sind jedoch gasförmige Verluste in die planetare Grenzschicht von Bedeutung. Anhand von spezifischen Transferkoeffizienten für die Kläranlagen wird die in den Prozeß „Planetare Grenzschicht“ emittierte Stofffracht errechnet.

Im Prozeß „Thermische Entsorgung“:

Leitungswasser thermische Entsorgung: siehe oben

Klärschlamm: siehe oben

Abluft thermische Entsorgung: Wasserdampf der bei der Rauchgaswäsche in die Atmosphäre entweicht.

Abwasser thermische Entsorgung: Abwasser aus der Rauchgasreinigung.

3.2.3.3 Berechnungen der Güterflüsse

Berechnungen des Prozesses „Öffentliche und private Wasserversorgung“:

Der Gesamtwasserverbrauch der Stadt Wien beträgt 1991 rund $169.000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. 82,5 % davon stammen aus Quellwasser (1. und 2. Wiener Hochquellenleitung), 14,5 % aus Grundwasser sowie 3 % aus Oberflächengewässer [ÖSTAT, 1994]. $8.700 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ Grundwasser werden von den öffentlichen Wasserwerken, rund $15.000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ von privaten Brunnenbetreibern gefördert.

Quell- und Oberflächengewässer: Im Bilanzjahr werden $138.566 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ Hochquellenwasser sowie $2.290 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ Oberflächenwasser (Wientalleitung) nach Wien importiert.

Grundwasser: $8.668 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ Grundwasser werden durch die öffentliche Wasserversorgung in Wien gefördert.

Grundwassereigenversorgung: Der Anteil der Eigenversorgung der Industrie beträgt $17.800 * 10^3 \text{ m}^3$ und liegt somit bei 60 %. Zum überwiegenden Teil (90 %) erfolgt die Eigenversorgung der Industrie über Grundwasser und eigene Quellen. Da die Statistik keine nähere Aufgliederung dieser Mengen nach der Herkunft enthält, wird für die Stoffbilanzen angenommen, daß die Eigenversorgung zu 100 % aus Grundwasser erfolgt. Die restlichen 10 % werden über Oberflächengewässer gedeckt [ÖSTAT, 1994c].

Der Wasserverbrauch des Großgewerbes wird mit rund $2.100 * 10^3 \text{ m}^3$ ausgewiesen. Dies entspricht etwa 1 % des Gesamtwasserverbrauches. Die Eigenförderung liegt bei 50 % [ÖSTAT, 1994]] und erfolgt über Grundwasser oder eigenen Quellen. Bezüglich der Herkunft wird selbige Annahme wie in der Industrie gemacht. Die Eigenversorgung von Industrie und Gewerbe beträgt somit in Summe rund $18.500 * 10^3 \text{ m}^3$.

Von der Statistik nicht erfaßt wird der Wasserverbrauch der Bewohner mit eigener Wasserversorgung. Etwa 10.000 Personen decken ihren Wasserbedarf über Eigenversorgung (Brunnen, Quellen). Mit obigen Annahmen über den Pro-Kopf-Verbrauch erhält man für diese Personen einen Wasserverbrauch von $552 * 10^3 \text{ m}^3$. Zwecks Vereinfachung wird angenommen, daß nur Grundwasser gefördert wird.

Tabelle 3-68: Gesamtwasserverbrauch der Stadt Wien, 1991

Herkunft	10^3 m^3
Quellwasser	139.000
Grundwasser	25.000
Oberflächengewässer	5.000
Vorratsbehälter	400
	169.400

Leitungswasser PHH: Laut der Häuser- und Wohnungszählung 1991 [HWZ, 1991] sind 94,6 % der Gebäude Wiens an das öffentliche Wasserleitungsnetz angeschlossen. Dadurch werden 99 % aller Wohnungen über öffentliche Wasserleitungen versorgt. Die Statistik weist als größte Wasserverbraucher die privaten Haushalte/Kleingewerbe aus. Sie alleine verbrauchen rund 2/3 des gesamten geförderten Wassers. Kalkuliert man für jeden Einwohner einen Wasserverbrauch von 150 l/Tag so erhält man für den Wasserverbrauch des Prozesses „Priv. Haushalt“ $83,2 * 10^6 \text{ m}^3$, dies entspricht etwa 50 % des Gesamtwasserverbrauches der Stadt Wien.

Leitungswasser IGD: Wie erwähnt, weist die Statistik als größte Wasserverbraucher die privaten Haushalte/Kleingewerbe gemeinsam aus. Durch Differenzbildung kann der Wasserverbrauch des Kleingewerbes abgeschätzt werden. Sie ergibt mit rund $34.300 * 10^3 \text{ m}^3$ etwa 20 % des Gesamtwasserverbrauches.

Die Industrie verbraucht mit $27.800 * 10^3 \text{ m}^3$ rund 18 % des insgesamt geförderten Wassers.

Der Wasserverbrauch des Großgewerbes wird mit rund $2.100 * 10^3 \text{ m}^3$ ausgewiesen. Dies entspricht etwa 1 % des Gesamtwasserverbrauches. Die Eigenförderung liegt bei 50 % [ÖSTAT,

1994c] und erfolgt über Grundwasser oder eigene Quellen. Für das Großgewerbe wird selbige Annahme wie in der Industrie gemacht. Klein- und Großgewerbe und Industrie verbrauchen im Bezugsjahr zusammen $66.150 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. Dies entspricht etwa 39 % des Gesamtwasserverbrauches.

Rund 90 % des Gesamtwasserverbrauches in Wien werden durch die öffentliche Wasserversorgung abgedeckt. Bei Industrie und Großgewerbebetrieben (ohne Kleingewerbe) ist der Anteil an Eigenversorgung bedeutend und liegt bei 58 %.

Tabelle 3-69: Gesamtwasserverbrauch der Stadt Wien nach Herkunft und Verbrauchern, 1991

	öffentl. Versorgung	Eigenversorgung / andere	Gesamtsumme	% der Gesamtversorgung
PHH	83.223	552	83.775	49,6
Kleingewerbe	34.325	0	34.325	20,3
Industrie	11.971	15.786	27.757	16,3
Großgewerbe	1.381	688	2.069	1,2
Therm. Entsorgung	0	2000	2.000	1,1
Leitungsverluste	9.338	0	9.338	5,5
Exporte	2.287	0	2.287	1,4
Werkseigenverbrauch	5.300	0	5.300	3,1
Vorratsbehälter	2.098	0	2.098	1,2
Summe	149.923	19.026	168.949	100

Leitungswasser Thermische Entsorgung: Der Wasserbedarf in der Thermischen Entsorgung beträgt $2.000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Leitungsverluste: Die Leitungsverluste des öffentlichen Wasserleitungsnetzes liegen bei rund 6 % der gesamten durch die Wasserwerke bereitgestellten Wassermengen [ÖSTAT, 1994].

Wassereigenverbrauch: Der Wassereigenverbrauch der öffentlichen Wasserversorgung beträgt $5.300 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Wasserexporte und Lagerveränderungen in den Vorratsbehälter werden nicht weiter berücksichtigt, da sie in Summe nur rund 6 % der Gesamtwassermenge ausmachen.

Abwasser:

Wien betreibt zwei Kläranlagen: die Hauptkläranlage (HKA) und die Kläranlage Blumental. Die Hauptkläranlage verarbeitet 1991 $182.303 * 10^3 \text{ m}^3$ Abwasser [Stat. Jahrbuch Wien, 1991]. Blumental verarbeitete im Betrachtungszeitraum $13.585 * 10^3 \text{ m}^3$ Abwasser [ÖSTAT, 1994]. Die beiden Kläranlagen zusammen verarbeiteten somit rund $196.000 * 10^3 \text{ m}^3$ Abwasser. Die verarbeitete Schmutzfracht betrug 3.580.000 EGW.

Abwasser PHH: Mehr als drei Viertel aller Gebäude (78,8 %) sind an das öffentliche Kanalnetz angeschlossen; 94,6 % aller Wohnungen liegen in diesen Gebäuden. 1,5 Mio. Personen wohnen in diesen Gebäuden. Rund 30.000 Einwohner Wiens entsorgen ihre Abwässer über eine Senkgrube, rund 2.600 über Hauskläranlagen ohne Kanalanschluß oder andere Abwasserbeseitigungsanlagen [HWZ, 1991].

Beim Wasserverbrauch von 150 l/EW*Tag [ÖSTAT, 1994] kann davon ausgegangen werden, daß in etwa 140 l/EW und Tag als Abwasser anfallen. Die restlichen 10 l werden für Gartenbewässerung verwendet, verdampfen beim Kochen, etc. [Baccini et al., 1993] Aufgrund dieser Daten und Annahmen erhält man einen Abwasseranfall im Prozeß „Priv. Haushalt“ von $78.000 * 10^3 \text{ m}^3$. Davon gelangen $76.500 * 10^3 \text{ m}^3$ in die Kanalisation, die restlichen $1.500 * 10^3 \text{ m}^3$ in Senkgruben. Auf Grund des geringen Anteils der Senkgruben wird diese Art der Entsorgung in weiterer Folge nicht weiter brücksichtigt.

Geringe Mengen an Abwasser werden aus den umliegenden Gemeinden importiert (21.000 EGW). Diese Menge entspricht weniger als 0,5 % der in Wien verarbeiteten Abwassermengen. In weiterer Folge werden diese Mengen den Privathaushalten zugerechnet.

Abwasser IGD: Über die Abwassermengen aus Industrie, Gewerbe und Handel die über das öffentliche Kanalnetz entsorgt werden, liegen keine Angaben vor. Von den 1.329 in Wien ansässigen Industriebetrieben leiten 1.019 ihre Abwässer der öffentlichen Kanalisation zu, dies entspricht etwa drei Viertel der Betriebe [ÖSTAT, 1994c].

Eine Abschätzung seitens der Kläranlagenbetreiber über den Anteil der betrieblichen EWG's an der gesamten Abwassermenge liegt nicht vor. Geht man von der Annahme aus, daß alle Industrie- und Gewerbebetriebe ihren gesamten Wasserverbrauch der Kanalisation zuleiten, so erhält man eine Abwassermenge von maximal $66.000 * 10^3 \text{ m}^3$. Da, wie oben dargestellt, nicht alle Betriebe an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sind, wird damit der Anteil der Betriebe an der Abwassermenge überschätzt.

Fremdwasser: Der Trockenwetterabfluß beträgt im Bilanzierungsjahr $179,3 * 10^6 \text{ m}^3$. Die maximal anfallende Abwassermenge aus Haushalten, Betrieben, Eigenverbrauch der öffentlichen Wasserversorgung und Importen beläuft sich auf $149,1 * 10^6 \text{ m}^3$. Die Differenz zwischen Trockenwetterabfluß und maximaler Abwassermenge bildet den Anteil des Fremdwassers (in das Kanalsystem eintretendes Grundwasser) und errechnet sich mit $30,2 * 10^6 \text{ m}^3$. Dieser Wert liegt mit Sicherheit zu niedrig, da einerseits wie bereits oben ausgeführt nicht das ganze betriebliche Abwasser der Kanalisation zugeleitet wird und bei erhöhten Grundwasserständen ein höhere Fremdwasserinfiltration stattfinden wird.

Regenwasser: Über die Bilanzierung der In- und Outputs aus dem Kanalnetz kann auf die Regenwassermenge in der Mischkanalisation rückgerechnet werden. Man erhält etwa $27.500 * 10^3 \text{ m}^3$ was in etwa 15 % der gesamten in den Kläranlagen behandelten Abwassermenge entspricht. Durch die Misch- und die Trennkanalisation werden 15.800 respektive 2.480 ha Stadtfläche entwässert. Nimmt man an, daß beide Teilbereiche im selben Ausmaß entwässert werden, kann der Trennkanalabfluß (*Abwasser Trennkanal*) mit $6.000 * 10^6 \text{ m}^3$ berechnet werden.

Tabelle 3-70: Abwassermengen

	EGW	in 1.000 m ³
verarbeitet	3.577.863	195.888
Verluste	200.000	10.950
Summe	3.777.863	206.838

Tabelle 3-71: Abwassermengen nach Herkunft (ohne Trennkanalisation); Klammerwerte: Werte die sich durch Umrechnung von EGW auf m³ ergeben. (1 EGW entspricht 150 l/E.d)

	10 ³ m ³
Importe	(1.150)
PHH	76.581
Industrie + Gewerbe	66.151
Eigenversorgung	5.300
Regenwasser	27.495
Fremdwasser	30.237
Summe	206.838
Regenüberlauf	(10.950)
	195.888

Regenüberlauf: Im Kanalnetz entstehen Verluste, die durch Kanalreinigung sowie durch das Anspringen der Regenwasserüberläufe bedingt sind, im Gegenwert von 200.000 EGW [Kadrnoska, 1995] oder zumindest $11.000 * 10^3 \text{ m}^3$. Zumindest deshalb, da EGW's CSB (oder BSB, etc.)-bezogen sind und durch die über die Regenwassermenge eintretende Verdünnung des Abwassers ein EGW mehr als 150 l entspricht.

Abwasser Trennkanal: Der Abfluß über die Trennkanalisation wurde mit $6.000 * 10^3 \text{ m}^3$ errechnet (Berechnung siehe oben).

Rohabwasser: Das Rohabwasser bildet die Summe aus den Inputflüssen in den Kanal abzüglich des Regenüberlaufes und der Wassermenge im Trennkanalsystem und entspricht somit der in den Kläranlagen verarbeiteten Abwassermenge von rund $196.000 * 10^3 \text{ m}^3$.

Berechnung des Prozesses „Abwasserreinigungsanlage“:

Rohabwasser: siehe oben

Gereinigtes Abwasser: Das gereinigte Abwasser errechnet sich aus dem zufließenden Rohabwasser abzüglich den Outputgütern Klärschlamm, Rechen- und Sandfanggut und dem Abgas ARA. Man erhält $195,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Klärschlamm: In der Hauptkläranlage fällt 1991 56.670 t TS Klärschlamm an [EbS, 1995]. Da die Anlage in Blumental ihren Klärschlamm zur Hauptkläranlage leitet, wird dieser bei der Hauptkläranlage miterfaßt. In Wien wird der anfallende Klärschlamm in den Entsorgungsbetrieben Simmering in einem Wirbelschichtofen verbrannt. Dabei wird vor der Verbrennung der Klärschlamm in Zentrifugen entwässert und das abgepreßte Wasser in die Kläranlage rückgeleitet. Die Verbrennung des Klärschlammes wird im Prozeß Thermische Entsorgung behandelt.

An Hand des anfallenden Klärschlammes (t TS) und dem Wassergehalt von 33,4 % kann die durch den Klärschlamm entzogene Wassermenge mit $110 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ errechnet werden (dies entspricht in etwa 0,5 Promille der behandelten Abwassermenge).

Rechen- und Sandfanggut: Im Bilanzjahr fallen zusätzlich 12.200 m^3 Rechengut (entsprechend 7.330 t) sowie 2.957 m^3 Sandfanggut (entspricht gewichtsmäßig den Mengen) an. Vom Rechengut wurden 1991 20 % im Wirbelschichtofen verbrannt und 80 % im Drehrohrofen. Das Sandfanggut ging 1991 vollständig auf die Deponie der MA 48 [EbS, 1995]. In weiterer Folge werden Rechen- und Sandfanggut auf Grund der geringen Mengen nicht weiter betrachtet.

Berechnung des Prozesses „Thermische Entsorgung“:

Leitungswasser thermische Entsorgung: siehe oben

Klärschlamm: siehe oben

Abluft thermische Entsorgung: Dieses Gut berechnet sich aus dem Wasserverbrauch der Thermischen Entsorgung ($2.000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$) plus dem im Klärschlamm enthaltenen Wasser abzüglich des in den Thermischen Entsorgungsanlagen anfallenden Abwassers ($480 \cdot 10^3 \text{ m}^3$).

Abwasser thermische Entsorgung: Das Abwasser der thermischen Entsorgung wird nach Vorbehandlung der Kanalisation zugeleitet. Die Abwassermenge entspricht etwa 0,2 Promille der in den Kläranlagen verarbeiteten Abwassermengen und wird deshalb in weiterer Folge nicht mehr betrachtet.

3.2.3.4 Berechnungen der Stoffflüsse

Wasserversorgung

Quell- und Oberflächenwasser: In Wien wurden 1991 138,5 Mio. m³ Quellwasser sowie 5 Mio. m³ Oberflächenwasser in die Wasserversorgung eingespeist.

Stickstoff: Die Stickstoffkonzentration des Quellwassers wurde anhand von Wiener Wasseranalysen errechnet. Die Bandbreite der Nitratkonzentrationen reicht von 2,1 bis 6,6 mg Nitrat/l [MA15, 1995]. Die Nitritwerte liegen immer unter 0,05 mg/l, die Ammoniumwerte unter 0,005 mg/l. Auf Grund dieser geringen Konzentrationen sind Nitrit und Ammonium für die Stoffbilanz unbedeutend. Für die Nitratbelastung errechnet sich für die Fördermengen der Hochquellenleitungen ein gewichteter Mittelwert von 3,9 mg/l (Mittelwert aus 12 Analysen der 1. Hochquellenleitung), 11 Analysen der 2. Hochquellenleitung).

Oberflächenwasser wird aus dem Wienerwaldsee, der von der Wien durchflossen wird, entnommen. Für die Konzentration des Oberflächenwassers wurde die Nitrat, Nitrit und Ammoniumkonzentration des Wienflusses (NO₃: 12-24 mg/l; NO₂: 0,04-0,21 mg/l; NH₄: 0,04-2,9mg/l) an der Landesgrenze angenommen [ÖSTAT, 1994].

Kohlenstoff: Zur Abschätzung der C-Fracht des Quellwassers wurden die Konzentrationen an TOC (gesamter organischer Kohlenstoff), Hydrogencarbonat und Gesamthärte auf C-Konzentrationen umgerechnet. Da für Oberflächengewässer keine Daten gefunden wurden, wurde dieser Fluß, der weniger als 3 % des insgesamt geförderten Wassers ausmacht, vernachlässigt.

Blei: Die Bleikonzentrationen des Quellwassers liegen unter der Bestimmungsgrenze von 30 µg/l. Nach Stark 1995 liegt die Bleifracht im Trinkwasser pro Kopf und Jahr unter 100 mg Pb. Dies entspricht bei einem Pro-Kopf-Verbrauch von 150 l/EW*d einer Pb-Konzentration von 1,8 µg/l. Nimmt man diesen Wert an, so erhält man einen Pb-Fluß durch Quellwasser von 0,25 t. Zur Überprüfung der Pb-Konzentration wird die Pb-Konzentration in Regenwasser herangezogen. Literaturangaben darüber schwanken zwischen 5µg/l [BMFT-Verbundprojekt, 1992] und 12 µg/l in ländlichen Regionen [Galloway et al., 1982 in Fiedler & Rösler, 1993]. Der letztere Wert kann, da aus dem Jahre 1982 stammend, nicht als für 1991 relevant angesehen werden.

Das im Niederschlag enthaltene Blei wird im Boden in bodeneigene Bindungsformen und Verbindungen umgewandelt (abhängig von pH, Gesamtgehalt von Blei- und Stoffbestand des Bodens, Redoxbedingungen). Blei ist in Böden sehr immobil und weist bei pH >5 in der Regel eine sehr geringe Löslichkeit auf [Scheffer & Schachtschabel, 1992]. Deshalb dürfte mit genannten 5 µgPb/l im Regenwasser die Konzentration für Quellwasser überschätzt werden.

Aus diesen Gründen wird die Pb-Fracht des Quellwassers bei 0,25 t Pb belassen.

Oberflächenwasser wird auf Grund nicht vorhandener Daten und der geringen Wassermenge vernachlässigt.

Grundwasser:

Stickstoff: Laut MA 15 beträgt der N-Gehalt des in Wien geförderten Grundwassers $< 1 \text{ mg NO}_3$.

Kohlenstoff: Laut MA15 [MA15, 1995] beträgt die C-Konzentration des Grundwassers umgerechnet rund 47 mg C/l .

Blei: Eine Bleikonzentration des Grundwassers liegt nicht vor. Sie liegen jedoch zwischen 1 und $6 \text{ } \mu\text{g/l}$ [Scheffer&Schachtschabel 1992]. Zur Vereinfachung wird die selbe Konzentration von $1,8 \text{ } \mu\text{g Pb/l}$ wie für Quellwasser angenommen.

Grundwassereigenversorgung:

Für die Grundwassereigenversorgung wird angenommen, daß die Stoffgehalte denjenigen der öffentlichen Wasserversorgung entsprechen (siehe obiger Absatz Grundwasser).

Leitungswasser PHH:

Eine Durchschnittskonzentration für die betrachteten Stoffe aller geförderter Wasserressourcen läßt es nicht zu, die Versorgungsstruktur (Anteil Quell-, Grund, Oberflächenwasser) von Privaten Haushalten und IGD zu berücksichtigen. Da die N- und Pb-Konzentrationen im Wasser, unabhängig woher es stammt, sehr gering sind (siehe Punkt Wasserversorgung), werden die Stoffgehalte im Leitungswasser mit Durchschnittskonzentrationen berechnet. Das heißt, die den Berechnungen zu Grunde liegende Stoffkonzentration ist ein Durchschnittswert aus sämtlichen Stofffrachten die den Prozeß Wasserversorgung durchfließen. Durch Gewichtung der Stoffkonzentrationen mit den verbrauchten Wassermengen erhält man für die insgesamt geförderten Wassermengen eine Konzentration von $0,85$ bis $1,06 \text{ mg N/l}$ sowie $1,8 \text{ } \mu\text{g/l}$ für Blei. Das Leitungswasser, das im PHH verwendet wird, wird somit nicht stofflich nach seiner Herkunft zugeordnet (Anteil Quell-, Grund, Oberflächenwasser).

Für Kohlenstoff wurde die Versorgungsstruktur der Wasserabnehmer berücksichtigt und deswegen mit den Konzentrationen für Quellwasser sowie Grundwasser gerechnet (Details siehe *Quell- und Grundwasser*).

Leitungswasser IGD:

Wie im Prozeß „PHH“ wird eine Durchschnittsstoffkonzentration des Wassers zur Berechnung der N- und Pb- Frachten verwendet. Somit wird für diese beiden Stoffe die Versorgungsstruktur des Prozesses bei der Berechnung ebenfalls wie im Privaten Haushalt nicht berücksichtigt.

Leitungsverluste, Wassereigenverbrauch:

Für die Stoffkonzentration der Leitungsverluste und des Wassereigenverbrauchs werden die durchschnittlichen Stoffkonzentrationen von Leitungswasser für die betrachteten Elemente angenommen.

Abwasserentsorgung

In Wien sind zwei Kläranlagen in Betrieb: Die Hauptkläranlage (HKA) und die Kläranlage Blumental. In der HKA wurden im Bilanzierungsjahr 1991 $182.303 * 10^3 \text{ m}^3$, dies entspricht in etwa 3,4 Mio EGW, in der Anlage Blumental $13.485 * 10^3 \text{ m}^3$ Abwasser, entsprechend etwa 250.000 EGW, gereinigt. Die Stofffrachten von Kohlenstoff und Stickstoff werden für das Jahr 1991 für die Hauptkläranlage mit 35.056 t C sowie 10.428 Stickstoff angegeben [EbS ,1995]. Für Blei wurden keine Angaben gemacht.

Bei diesen Werten muß folgendes berücksichtigt werden:

- In den Zulauffrachten sind sowohl der aus Blumental zur Hauptkläranlage zugeleitete Klärschlamm enthalten, als auch das in der EbS bei der Entwässerung des Klärschlammes anfallende Abwasser.
- Die C-Frachten entsprechen TOC-Frachten
- Die N-Frachten entsprechen dem TKN (Totaler Kjehldal-Stickstoff) -Frachten.

Die Stofffracht aus der Kläranlage Blumental wird durch die Annahme von Wirkungsgraden der Anlage Blumental berücksichtigt. Die bei der Entwässerung des Klärschlammes anfallende Abwassermenge beinhaltet vernachlässigbare Stofffrachten.

Auf Grund der Datenlage ist eine vollständig den TOC (total organic carbon) und TIC (total inorganic carbon) umfassende C-Bilanz nicht möglich. Für alle Flüsse werden die TOC-C-Frachten abgeschätzt. Die TIC-C-Frachten werden nur anhand der vorhandenen Daten abgeschätzt.

Der TKN-Wert im Zulauf entspricht der totalen Zulauffracht. Der TKN-Wert im Gereinigten Abwasser entspricht bei der Hauptkläranlage, die im Bilanzierungsjahr über keine Nitrifikations- oder Denitrifikationsstufe verfügt, dem totalen N.

Man erhält somit Jahresfrachten in die Kläranlagen von 36 280 t C bzw. 10 975 t N, die in den Abwasserreinigungsanlagen behandelt werden.

Eine Zuordnung der Stofffrachten für C und N nach Verursacher ist laut EbS nicht möglich [EbS, 1995]. Dessen ungeachtet soll im folgenden Abschnitt eine Zuordnung versucht werden, wohlwissend um die damit verbundene Problematik und Unsicherheit der Resultate.

Abwasser PHH: 1.498.657 Einwohner Wiens sind an die Kanalisation angeschlossen. Zusätzlich werden Abwässer in einem Gegenwert von 20.000 EGW importiert.

Stickstoff: Die N-Fracht aus den Privaten Haushalten wurde mittels drei verschiedener Ansätze angenähert:

1) Daten des Lebensmittelverbrauchs in Österreich: Die Daten des ÖSTAT über den Lebensmittelverbrauch sind Produktionszahlen, das heißt, sie geben diejenigen Mengen wieder, die in Österreich produziert wurden und in Österreich verblieben bzw. importiert wurden. Um von diesen Produktionszahlen auf den Verzehr in den Haushaltungen zu schließen, sind die bei der Verarbeitung, dem Transport, der Lagerung, etc. entstehenden Verluste abzuziehen. Laut ÖSTAT können diese Verluste mit etwa 30 % angenommen werden. Bei Getränken werden keine Verluste angesetzt. Unter Verzehr in den Haushaltungen ist jene Menge an Lebensmitteln zu verstehen, die in die Haushaltungen gelangt, nicht jedoch jene Menge, die tatsächlich verzehrt wird. Um die tatsächlich verzehrte Menge an Lebensmitteln zu erhalten sind die in den Privaten Haushaltungen anfallenden biogenen Abfälle abzuziehen.

Folgende Annahmen werden gemacht:

- Die Produktionszahlen der festen Lebensmittel liegen um 30% über den in die Haushaltungen gelangenden Mengen
- 100 kg biogener Abfallanfall /Kopf*Jahr
- Der N-Gehalt der biogenen Abfälle entspricht dem N-Gehalt der konsumierten festen Lebensmittel

Mit genannten Angaben und Annahmen erhält man einen N-Fluß je Einwohner und Jahr von 3,65 bis 4,2 kg N.

Zur Überprüfung der Annahme über die Umrechnung von Produktionszahlen in die in die Haushaltungen gelangenden Lebensmittelmengen soll der zweite Ansatz dienen.

2) Werden Konsumgütererhebungen der Privaten Haushalte durch Marktforschungsinstitute für St. Gallen [Baccini et al., 1993] mit Stickstoffkonzentrationen für die diversen Güter verknüpft, so erhält man einen N-Flux durch Lebensmittel und Getränke von 4,6 kg N. Reduziert man diesen Flux wie unter Annahme 1) um den Anfall biogener Abfälle, so erhält man 3,3 kg N/E.a. Man sieht, daß der Wert aus St. Gallen in etwa bei den für Wien errechneten Werten liegt.

3) Nimmt man den in der Abwassertechnik gebräuchlichen Wert von 11 g N/Ew bzw. EGW und Tag (AVT Arbeitsblatt 131), so entspricht dies 4 kg N/E.a. Man erhält so 6.180 t N, die durch häusliches Abwasser in die Kanalisation gelangen.

Für die Berechnung der Stickstofffracht im Abwasser wurde eine Bandbreite von 3,3 bis 4,2 kg N/E.a angenommen. Der N-Input in die Kanalisation durch Speisereste beträgt weniger als 4 % der N-Fracht durch menschliche Ausscheidungen und wird deshalb nicht weiter betrachtet. Der N-Fluß durch den Verbrauch von Leitungswasser beträgt etwa 0, 1 kg N/Ew*a und wird ebenfalls nicht weiter betrachtet.

Kohlenstoff: Für die Berechnung des Kohlenstoffanteils werden zusätzlich zu den verzehrten Nahrungsmitteln der C-Flux durch Speisereste, durch Reinigungsprozesse (Schmutz), sowie

der Verbrauch von Waschmitteln berücksichtigt. Der Pro-Kopf-Anfall an Kohlenstoff durch die Ausscheidung von Urin und Fäkalien beläuft sich auf rund 9,2 kg C/E.a [Baccini et al., 1993]. 10,5 kg Speisereste je E.a gelangen ins Abwasser [Baccini et al., 1993]. Es wird angenommen, daß diese Reste die gleiche Stoffkonzentration wie die verbrauchten Lebensmittel aufweisen. Der C-Flux durch den Schmutzanfall bei der Körperreinigung liegt bei etwa 1,3 kg/E.a, durch Wäschewaschen bei 1,4 kg C/E.a [Baccini et al., 1993]. Es wird angenommen, daß dieser Schmutz organischer Natur ist. Durch den Einsatz von Wasch und Reinigungsmitteln wird ein C-Flux von 0,9 [Beschoner, 1996; Baccini et al., 1993] bis 1,2 kg C/E.a [Baccini et al., 1993] verursacht. Der C-Flux durch WC-Papier beläuft sich auf etwa 1,6 kg C/E.a, der Flux durch Speisereste auf 1,4 kg C/E.a.

Durch Staub aus den Haushalten sowie Schmutz durch die Autoreinigung entsteht ein C-Flux von rund 0,75 kgC/E.a. Es wird angenommen, daß diese C-Frachten anorganisch sind.

Blei: Die jährlichen Bleiemissionen belaufen sich auf 0,6 g Pb/E.a (Stark, 1995). Diese Pro-Kopf-Emission betrachtet jedoch die Korrosion von Bleileitungen in den Haushaltungen nicht. Sie dürfte somit zu niedrig liegen. Aufgrund fehlender Daten wird jedoch mit genannter Emission gerechnet.

Abwasser IGD:

Wie erwähnt gibt es keine Zuordnung der zu behandelnden Abwässer auf die Verursacher. Der Inputstrom der am schwierigsten anhand der Datenlage abzuschätzen ist, ist die Stofffracht durch betriebliche Einleiter. Deshalb werden die Stofffrachten dieses Gutes jeweils über die Bilanzierung errechnet. Als Ausgangsbasis der Bilanzierung dient dabei für C und N die Zulauffrachten zu der Hauptkläranlage. Da Blei im Zulauf nicht gemessen wird, dienen als Ausgangsdaten Pb-Konzentrationen des Klärschlammes, respektive deren Mittelwert, der mittels eines Transferkoeffizienten auf das Rohabwasser umgerechnet wird. Es wird angenommen, daß der Transferkoeffizient von Blei im Abwasser in den Klärschlamm 0,6 beträgt.

Fremdwasser:

Zur Berechnung der Stofffracht des Fremdwassers werden die Mengen an Fremdwasser mit Grundwasserkonzentrationen verknüpft. Diese Grundwasserkonzentrationen entsprechen nicht den Konzentrationen des für Trinkwasserzwecke geförderten Wassers.

Stickstoff: Es ist unbekannt, wo wieviel Fremdwasser in welchen Mengen in die Kanalisation eindringt. Um sich stark ändernden Grundwasserkonzentrationen von Stickstoff Rechnung tragen zu können, wurde ein Konzentrationsbereich von 20 bis 80 mg NO₃ im Grundwasser angenommen [UBA, 1993].

Kohlenstoff: Für dieses Element wurde die selbe Kohlenstoffkonzentration von rund 47mg C/l, wie bei der Förderung von Grundwasser für Trinkwasserzwecke bzw. anderen Nutzungen, angenommen.

Blei: Bleigehalte des Grundwassers liegen typischerweise in einem Bereich von 1 bis 6 µg/l [Scheffer & Schachtschabel, 1992].

Regenwasser:

Stickstoff: Zur Abschätzung des Stickstoffeintrages durch Regenwasser wurde die versiegelte Fläche Wiens, die über Misch- oder Trennkanalisation entwässert wird, mit den jährlichen Stickstoffdepositionen verknüpft.

In Wien werden rund 15.800 ha Stadtfläche über Mischkanalisation und 2.500 ha über Trennkanalisation entwässert (Dörflinger et al., 1995). Die Stickstoffdepositionen am Exelberg bei Wien betragen rund 34 kg N/ha.a [Gesellschaft Österreichischer Chemiker, 1990]. Der genannte Wert stammt aus den Jahren 85/86 für die nassen Depositionen und 86/87 für die trockenen Depositionen. Annahme: Die Höhe der N-Deposition hat sich in den Jahren bis 1991 nicht verändert.

Vergleicht man die errechneten Wassermengen des Regenwassers, das in die Kanalisation eindringt (ca. 33 Mio m³), mit dem gesamten Niederschlag, der nicht verdunstet (ca 90 Mio m³ [Dörflinger et al., 1995]), also entweder versickert oder oberflächlich bzw. über die Kanalisation abfließt, so erkennt man, daß etwa 30 % des nicht verdunsteten Niederschlags in die Kanalisation gelangt, und der Rest versickert. In einem weiteren Schritt werden über die Kanalisation entsorgten Regenwasser die versiegelten Flächen, die über Trenn- oder Mischkanalisation entwässert werden, zugerechnet und mit den Depositionsangaben verknüpft.

Die Evapotranspiration wird geprägt durch die Oberfläche. In Städten (bebauten Gebieten) kann die Evapotranspiration um 30 bis 60 % unter den Werten des Umlandes liegen (Dörflinger et al., 1995). Obige Studie bezieht sich auf die gesamte Fläche Wiens. Dies bedeutet, daß die Evapotranspirationsmenge nicht rein anteilmäßig auf die über Kanalisation entwässerte Flächen umgelegt werden kann, ohne die Evapotranspiration zu überschätzen. Mit der Annahme „30 % des nicht verdunsteten Wassers gelangt in die Kanalisation“ wird die Evapotranspiration der versiegelten Flächen überschätzt. Die Umlegung dieser Wassermenge auf die Fläche und der Verknüpfung mit der Deposition liefert deshalb zu hohe Werte (170 t N).

Literaturwerte von Konzentrationen in Abwasser in Trennkanalisationen liegen zwischen 2,6 und 4,3 mg N/l [BMFT-Verbundprojekt, 1992]. Multipliziert mit der abgeschätzten, in die Kanalisation gelangenden Regenwassermenge [Dörflinger et al., 1995] erhält man 85 bis 140 t N.

Kohlenstoff: Literaturwerte von Konzentrationen von Abwasser in Trennkanalisationen liegen zwischen 16 und 40 mg TOC/l [BMFT-Verbundprojekt, 1992].

Blei: Literaturwerte von Blei-Konzentrationen von Abwasser in Trennkanalisationen liegen zwischen 163 und 304 µg Pb/l [BMFT-Verbundprojekt, 1992]. Man erhält 5,4 bis 10 t Pb. Diese Literaturwerte stammen jedoch aus einer Zusammenstellung diverser Autoren aus den Jahre 1975 bis 1984. Somit tragen diese Werte nicht der Entwicklung der Bleiemissionen in den letzten Jahren Rechnung. Xanthopoulos verwendet bei der Abschätzung der Bleiemissionen in die Trennkanalisation im Bereich von Karlsruhe von flächenspezifischen Belastun-

gen aus [Xanthopoulos, 1995]. Dieser Ansatz soll in dieser Studie verfolgt werden. Dabei wird für Verkehrsflächen 700 g Pb/ha.a und für Dach- und Hofflächen 40 g/ha.a angesetzt. Werden diese flächenspezifischen Belastungen mit den über Trenn- oder Mischkanalisation entwässerten Verkehrs- (4.790 ha Straßen- und Bahnflächen), Dach-, und Hofflächen (13.500 ha Dach- und Hofflächen) [Dörflinger et al., 1995] verknüpft, so ergibt sich der Pb-Fluß.

Regenwasser Trennkanal:

Der Anteil an Regenwasser, der über die Trennkanalisation das Kanalsystem wieder verläßt wird anteilig vom gesamten Regenwasser berechnet. Es wird davon ausgegangen, daß sich auch die Stofffrachten anteilig verhalten (2.500 ha über Trennkanal, 15.800 ha über Mischkanal entwässert).

Regenüberlauf:

Für den Regenüberlauf werden 200.000 EGW angegeben [Kadnoska, 1995]. Für die in der Güterbilanz berechneten Abwassermengen, die durch die Regenüberläufe verloren gehen, wird eine durchschnittliche Abwasserkonzentration aus der Jahres-Stofffracht und der behandelte Abwassermenge berechnet. Da der Regenüberlauf in EGW abgeschätzt ist, und diese Angabe Aussagen über die C-Fracht (und damit auch über die N-Fracht) ermöglicht, ist diese Annahme gerechtfertigt.

Rohabwasser:

Stickstoff, Kohlenstoff: Für die Stickstoff- und Kohlenstofffracht des Rohabwassers zur Hauptkläranlage liegen Jahresfrachten im Zulauf vor (10.975 t C, 10.428 t N) [EbS, 1995a]. Zur Hauptkläranlage wird jedoch nicht nur Rohabwasser geleitet sondern auch der in der Kläranlage Blumental anfallende Klärschlamm. Die gemessenen Zulauffrachten beinhalten somit auch die Stofffracht des zugeleiteten Klärschlammes der Kläranlage Blumental [Dornhofer, 1995]. Werden die in Blumental verarbeiteten Abwassermengen berücksichtigt und wird für jeden Stoff ein Transferkoeffizient von Stoffen im Rohabwasser in das gereinigte Abwasser, in den Klärschlamm und in die Abluft angenommen, so kann die Miterfassung des Klärschlammes aus Blumental berechnet werden (Transferkoeffizienten siehe unter „Klärschlamm“). Vorausgesetzt wird bei diesen Berechnungen, daß sich das Abwasser in der Anlage Blumental gleich wie in der Hauptkläranlage zusammensetzt.

Für die Kohlenstofffracht des Rohabwassers zur Hauptkläranlage werden 35.056 t C (TOC) angegeben (inklusive der C-Fracht durch den Klärschlamm der Kläranlage Blumental). Nimmt man an, daß die Zulauffracht zur Kläranlage Blumental im Verhältnis zur verarbeiteten Abwassermenge gleich hoch ist, so erhält man in Summe eine C-Fracht von 36.280 t C (TOC), die in die Kläranlagen gelangen.

Blei: Die Bleifracht im Rohabwasser werden über Bleikonzentrationen im Klärschlamm unter Annahme eines Transferkoeffizienten der Kläranlagen von 0,6 rückgerechnet. Der Mittelwert aus 45 Klärschlammanalysen über das Jahr 1993 verteilt beträgt 119 mg/kgTS [Arvin, 1995]. Es wird angenommen, daß dieser Wert auch für 1991 gilt.

Klärschlamm: Die Stoffkonzentrationen von C, N und Pb liegen als Mittelangaben für einen Monat vor [EbS, 1995b]. Die Stoffkonzentration im Klärschlamm eines Monats kann nicht als repräsentativ für das ganze Jahr angesehen werden. Deshalb werden die Stofffrachten von N und C des Klärschlammes zusätzlich anhand von Transferkoeffizienten (Verhältnis Output : Gesamtinput) aus der Literatur abgeschätzt. Für Blei im Klärschlamm der Hauptkläranlage konnten 45 Analyseergebnisse aus 1993 (verteilt auf alle 12 Monate) zur Berechnung herangezogen werden.

Für das Jahr 1991 wird ein Klärschlammmanfall von 56.670 t TS angegeben [EbS, 1995a].

Stickstoff: Die Hauptkläranlage verfügt über keine Nitrifikations- und Denitrifikationsstufe. Dies bedeutet, daß sämtlicher Stickstoff der der Anlage zugeleitet wird, entweder über den Klärschlamm dem Abwasser entzogen wird oder über den Ablauf in den Vorfluter gelangt. Analysedaten von Klärschlamm für einen Monat [EbS, 1995b] geben eine N-Konzentration von 4,2% der TS an. Mit diesem Wert errechnen sich rund 2.800 t N, die über den Klärschlamm entzogen würden. Da diese N-Fracht nicht mit der Differenz von Zulauf- und Ablauffracht [EbS, 1995a] in Einklang gebracht werden kann, wird mit diesem Wert nicht weiter gerechnet.

Durch Differenzbildung aus den Zulauf- und Ablauffrachten [EbS, 1995a] (unter Berücksichtigung der N-Fracht des Klärschlammes aus Blumental) kann die im Klärschlamm zurückgehaltene Menge an N berechnet werden.

In der Kläranlage Blumental findet sowohl eine Nitrifikation als auch eine Denitrifikation statt. Da diese Anlage hochbelastet gefahren wird, findet die Denitrifikation nicht vollständig statt. Es wird deshalb angenommen, daß sich im gereinigten Abwasser etwa 50 % der N-Fracht befinden, 25 % in die Atmosphäre entweichen, sowie 25 % im Klärschlamm enthalten sind.

Kohlenstoff: Es wird angenommen, daß sowohl in der HKA als auch in der Anlage Blumental die C-Gesamtfracht (TOC) zumindest zu 50 % durch den Klärschlamm gebunden wird. Der Mittelwert von Analyseergebnissen des Klärschlammes für einen Monat [EbS, 1995b] sowie C-Frachten im Zu- und Ablauf der HKA ergeben einen Transferkoeffizienten von 0,68 in den Klärschlamm. Dieser Wert erscheint zu hoch zu sein. Um den „wahren“ Wert einzugrenzen wird eine Spannweite des Transferkoeffizienten von 0,5 bis 0,68 angenommen. Desweiteren wird angenommen, daß die TIC-C-Fracht nicht in den Klärschlamm eingebaut wird.

Blei: Es wird angenommen, daß sowohl in der HKA als auch in der Anlage Blumental die Pb-Gesamtfracht zu 60 % durch den Klärschlamm gebunden wird.

Abluft ARA:

Stickstoff: Es wird angenommen, daß in der Kläranlage Blumental der Transferkoeffizient in die Luft für Stickstoff 25 % der Zulauffracht beträgt.

Kohlenstoff: Nach den Klärschlammanalyseergebnissen [EbS, 1995b] für einen Monat ergibt sich ein Transferkoeffizient für Kohlenstoff in die Luft von 0,07 (vergleiche Klärschlamm, Kohlenstoff). Dieser Wert erscheint zu niedrig im Vergleich mit der Literatur. Es wird deshalb ein zusätzlicher Transferkoeffizient in die Luft von 0,25 angenommen. Es wird angenommen daß kein TIC-C des Rohabwassers in die Atmosphäre abgast.

Blei: Es finden keine gasförmigen Bleiverluste statt.

Gereinigtes Abwasser:

Für N (6.052 t N) und C (8.185 t N) liegen Jahresfrachten im gereinigten Abwasser der Hauptkläranlage vor [EbS, 1995a]. Für die Kläranlage Blumental wird die Stofffracht von Stickstoff im Ablauf bilanziert. Die Kohlenstofffracht im gereinigten Abwasser der Hauptkläranlage liegt vor [EbS, 1995a]. Kohlenstoff im gereinigten Abwasser der Anlage Blumental wird anteilmäßig von den errechneten bzw. erhaltenen Werten im gereinigten Abwasser der Hauptkläranlage umgelegt. Bei Blei wird angenommen, daß 40 % der errechneten Bleifracht im Zulauf (siehe Rohabwasser) sowohl in der Hauptkläranlage als auch in der Anlage Blumental in den Ablauf gelangt.

3.2.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz

3.2.4.1 Definitionen

Wirtschaftsgüter

Wirtschaftsgüter sind Güter, die relativ knapp und potentiell disponibel sind und die zugleich eine Eignung zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse aufweisen [Schierenbeck, 1985].

Produktions- und Konsumgüter

Die Unterscheidung hebt darauf ab, ob die Wirtschaftsgüter nur indirekt oder direkt ein menschliches Bedürfnis befriedigen. Während Konsumgüter (z.B. Schuhe, Personenwagen, Waschmittel) als solche unmittelbar dem Konsum dienen, und somit fast ausschließlich in den Privathaushalten landen, sind Produktionsgüter (z.B. Werkzeuge, Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse) zumeist Inputgüter für Produktionsprozesse, wobei am Ende einer jeden Produktionskette schlußendlich grundsätzlich Konsumgüter stehen [Schierenbeck, 1985].

Verbrauchs- und Gebrauchsgüter

Das Begriffspaar Verbrauchs- und Gebrauchsgüter wird in der Praxis vor allem für Konsumgüter verwendet. Es werden Wirtschaftsgüter nach ihrer Beschaffenheit gegliedert. Verbrauchsgüter sind jene, die bei einem einzelnen Einsatz verbraucht werden, d.h. daß sie nach einmaligem Gebrauch wirtschaftlich gesehen untergehen (z.B. Wasch- oder Lebensmittel). Bei Gebrauchsgütern ist ein wiederholter Gebrauch, eine längerfristige Nutzung möglich (z.B. Kleidungsstücke, Einrichtungsgegenstände) [Schierenbeck, 1985]. In dieser Arbeit werden jene Güter mit einer Nutzungsdauer von >1 Jahr als Gebrauchsgüter bezeichnet.

Abfallflüsse

Wenn nicht einwandfrei erkennbar war, um welche Art von Abfälle es sich handelt, wurden die in der jeweiligen Literatur verwendeten Begriffe verwendet. Es gibt daher z.B. bei den nicht gefährlichen Abfällen die Bezeichnung *Systemmüll*, *Restmüll* und *Gewerbemüll* für Abfälle, die von ähnlicher Zusammensetzung sind.

Hausmüll

Alle Abfälle aus dem Privaten Haushalt, die nicht getrennt gesammelt werden. Wird in der Literatur oft auch als Restmüll bezeichnet.

Systemmüll

Gemisch aus Hausmüll und hausmüllähnlichen Industrie- und Gewerbeabfällen.

Gewerbemüll

Hausmüllähnlicher Industrie- und Gewerbemüll, der kommunal gesammelt wird.

Restmüll IGD

Hausmüllähnlicher Industrie- und Gewerbemüll, der von industriell/gewerblichen Abfallsorgern gesammelt wird.

Restmüll BggG

Restmüll, der in der Vorsortierung der Abfallbehandlungsanlage ausgeschieden wird und auf die Deponie geht.

Restmüll Export

Restmüll, der aus dem Prozeß „IGD“ stammend, exportiert wird.

Altstoffe Export

Altstoffe, die in der Abfallbehandlungsanlage gesichtet und sortiert werden und außerhalb der Systemgrenze in einen Wiederverwertungsprozeß gehen.

Getrennt gesammelte Abfälle PHH

Alle Abfälle aus dem Prozeß "Privater Haushalt", die in irgend einer Form separat gesammelt werden und nicht zum *Hausmüll* zählen.

Getrennt gesammelte Abfälle IGD

Alle Abfälle aus dem Prozeß "IGD", die in irgend einer Form separat gesammelt werden und nicht zum *Gewerbe- und Restmüll* des Prozesses "IGD" zählen.

Abfälle Th.E

Unter diesem Begriff sind der in den Müllverbrennungsanlagen entsorgte *Systemmüll* und die in Wien anfallenden *gefährliche Abfälle*, die in der EbS behandelt werden, zusammengefaßt.

Gefährliche Abfälle Import

Gefährliche Abfälle, die zur Entsorgung in der Sondermüllverbrennungsanlage nach Wien importiert werden.

Abfälle BggG

Sammelbegriff aller in der Abfallaufbereitungsanlage (ABA) sortierten und behandelten Abfälle und der in chemisch-physikalischen Behandlungsanlagen behandelten *gefährlichen Abfälle CP* aus Wien.

Abfälle Deponie

Sammelbegriff für kommunal und industriell/gewerblichen Systemmüll, Abfällen aus der Straßenreinigung und anderen Abfällen untergeordneter Bedeutung aufgrund ihrer Massen.

Gefährliche Abfälle CP

Gefährliche Abfälle, die in Wien anfallen und in einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage behandelt werden.

Gefährliche Abfälle CP Import

Gefährliche Abfälle, die in eine chemisch-physikalische Behandlungsanlage kommen und nach Wien zur Entsorgung importiert werden.

Behandelte gefährliche Abfälle

Gefährliche Abfälle, die in einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage behandelt worden sind.

Altautos

Personen- und Lastkraftwagen die außerhalb des Systems entsorgt werden.

Kompost

Biogene Abfälle nach der Kompostierung.

3.2.4.2 Methodik der Berechnung und getroffene Annahmen

Annahmen zum Prozeß „Verteilung von Produktions- und Konsumgütern“ (P+KG):

Alle Produktions- und Konsumgüter, die dem Prozeß „Privater Haushalt“ und dem Prozeß „IGD“ zufließen, werden über den fiktiven Prozeß „Verteilung von Produktions- und Konsumgütern“ in das anthropogene System der Stadt Wien geführt. Die Einführung eines solchen Verteilungsprozesses ist notwendig, um einerseits die Auswirkungen bestehender Unsicherheiten in der Datenlage (sie werden bei den einzelnen Prozessen besprochen) möglichst gering zu halten, und um andererseits das Verhältnis zwischen den Konsum- und den Produktionsgütern darzustellen.

Inputgüter dieses Prozesses sind die Produktionsgüter, die dem Prozeß „IGD“ zufließen. Weitere Inputgüter sind die Ge- und Verbrauchsgüter, die von den Wiener Privathaushalten konsumiert werden. Für diese Gütergruppen wurde die Annahme getroffen, daß sie zu 100 %

in die Stadt importiert werden und vom Verteilungsprozeß unverändert in die Privaten Haushalte gelangen.

Annahmen zum Prozeß „IGD“:

Der Produktionssektor ist gekennzeichnet durch den Verbrauch an Produktionsgütern und die Produktion von Konsumgütern. Produktionsgüter werden in der Industrie und Gewerbestatistik unter der Bezeichnung Roh- und Hilfsstoffe geführt. Sie umfassen jene Güter, die in der Stadt Wien zur Produktion eingesetzt werden. Es wurde angenommen, daß alle in der Wiener Industrie- und Gewerbestatistik angeführten Produktions- und Konsumgüter tatsächlich in Betrieben innerhalb der Stadtgrenze eingesetzt bzw. produziert werden. Ein Teil der zur Nahrungs- und Genußmittelerzeugung sowie in der Holzverarbeitenden Industrie benötigten Rohstoffe wird innerhalb der politischen Grenze der Stadt Wien „geerntet“. Die auf dem Wiener landwirtschaftlichen Boden produzierten Produkte und das im Wiener Forst geschlagene Holz gelangen als *Ernteprodukte*, in den Produktionsgütern inkludiert, aus dem Prozeß „Boden“ des Systems „natürlicher Stoffhaushalt“ in den Prozeß „Verteilung von P und KG“. Das Gut *Handelsdünger* wird im Gegenzug als Export in Konsumgütern von IGD dem Prozeß „Boden“ zugeführt. Für die im Prozeß „IGD“ produzierten Konsumgüter wurde die Annahme getroffen, daß sie zu 100 % aus der Stadt exportiert werden, da eine korrekte Aufteilung der Wiener Güterproduktion zwischen der Verwendung in den Wiener Privathaushalten und dem Export nicht möglich ist. Eine Deckung der Güterbedürfnisse der Privathaushalte ausschließlich aus stadteigener Produktion erscheint nicht wahrscheinlich.

Alle *Produktionsgüter* werden über den Prozeß „Verteilung von P+KG“ in die Stadt Wien importiert. In der Wiener Industrie- und Gewerbestatistik sind für die in Tabelle 3-72 angeführten Gewerbe- und Industriezweige Produktions- und Konsumgüter enthalten.

Die in der Bauindustrie, im Bauhilfsgewerbe und in der Stein- und keramischen Industrie eingesetzten Güter werden in der Baumaterialienbilanz berücksichtigt. Die Güter der Audiovisions- und Filmindustrie konnten nicht berücksichtigt werden, da sie nicht mengenmäßig, sondern lediglich wertmäßig vorlagen. Die Güter der erdölfördernden und erdölverarbeitenden Betriebe blieben ebenfalls unberücksichtigt, da sie nicht ausgewertet werden konnten. Ein Großteil der in dieser Branche produzierten Güter sind jedoch die Energieträger, die bereits in der Energieträgerbilanz berücksichtigt werden. Für alle anderen Branchen wurden Güterbilanzen erstellt.

Tabelle 3-72: Gewerbe- und Industriezweige laut Wiener Industrie- und Gewerbestatistik, 1991

Gewerbestatistik	Industriestatistik
Bauhilfsgewerbe	Audiovisions- und Filmindustrie
Bekleidungs-gewerbe	Bekleidungsindustrie
chemisches Gewerbe einschl. Kunststoffbe- u. Kunststoffverarbeiter	Chemische Industrie
Glas be- und verarbeitendes Gewerbe	Erdölförder- und -Erdölverarbeitungs- betriebe
graphisches und Papier verarbeitendes Gewerbe	Glasindustrie
Holzverarbeitendes Gewerbe	Holzverarbeitende Industrie
Ledererzeugendes und verarbeitendes Gewerbe	Ledererzeugende Industrie
Metallbe- und verarbeitendes Gewerbe	Lederverarbeitende Industrie
Nahrungs- und Genußmittelgewerbe	Nahrungs- und Genußmittelindustrie
Textilgewerbe	Nichteisen-Metallindustrie
	Papierverarbeitende Industrie
	Stahl- und Metallverarbeitende Industrie: Gießereien, Maschinen und Stahlbau, Fahrzeugbau, Eisen- und Metallwaren, Elektroindustrie
	Stein- und keramische Industrie
	Textilindustrie

Prozeß „Privater Haushalt“:

Datengrundlage für die Bestimmung des Inputs in diesen Prozeß bilden eine am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft durchgeführte Diplomarbeit zum Thema „Die Entsorgung als Spiegel der Versorgung“ [Beschorner, 1996] und eine in der Schweiz durchgeführte Untersuchung, welche den Beitrag der Privathaushalte am gesamten Stoffhaushalt einer Stadt quantifizierte [Baccini et al., 1993].

Mangels verfügbarer Daten für das Jahr 1991 wurde für alle Inputgüter als Erhebungsjahr das Jahr 1990 gewählt. Die Inputgüter sind Verbrauchs- und die Gebrauchsgüter. Der Luftbedarf (Luft PHH) besteht im Luftverbrauch des menschlichen Körpers, der Bedarf an Luft für Verbrennungsprozesse wird in der Energieträgerbilanz dargestellt. Der Wasserverbrauch wird in der Wasserbilanz berücksichtigt.

Beim Output an festen Abfällen (Hausmüll und separat gesammelte Abfälle PHH) wurden wien-spezifische Daten, auf das Jahr 1991 bezogen, verwendet. Der Output an flüssigen Abfällen (Abwasser PHH) und an Abluft PHH ergab sich rechnerisch aus den Inputdaten aus dem Jahr 1990.

Die Abschätzung des Lagers im Prozeß „Privater Haushalt“ basiert auf Daten der Schweizer Untersuchung [Baccini et al., 1993] und bezieht sich daher auf das Jahr 1990. Es umfaßt ausschließlich das Lager an den mobilen Gütern (ohne Energieträger) in den Privathaushalten, die immobilien Güter werden in der Baumaterialienbilanz betrachtet.

Entsorgungsprozesse („private und öffentliche Abfallsammlung“, „Thermische Entsorgung“, „Behandlung getrennt gesammelter Güter“ und „Deponie“):

Bei der Quantifizierung der Abfallflüsse stützt sich die Arbeit im wesentlichen auf den Leistungsbericht der MA48 [MA48, 1992] für das Jahr 1991 und auf mündliche Mitteilungen von Mitarbeitern der MA48. Dadurch war es möglich, die kommunal gesammelten Abfälle sehr genau zu beschreiben. Unsicherheit liegt vor allem bei jenen Abfällen aus dem Prozeß „IGD“ vor, die durch industriell/gewerbliche Abfallentsorger gesammelt und einem industriell/gewerblichen Entsorgungs- bzw. Wiederverwertungsprozeß zugeführt werden. Für diese Abfälle wurde angenommen, daß ihr Zielprozeß außerhalb der Systemgrenze liegt.

Bei der Bestimmung des Lagers in den Deponien wurden Daten aus einer Arbeit der MA45 [MA45, 1991] verwendet. Diese Abschätzung ist unvollständig, da nicht alle Deponien erfaßt sind. Zusätzlich gibt es nur Angaben zur qualitativen Zusammensetzung der Deponieinhalte. Daher konnten das Lager der Baurestmassenabfälle, analog zur Bilanz der Abfallflüsse, nicht explizit behandelt werden. Aufgrund der ungenügenden Datenlage über die Zusammensetzung der Deponiekörper war es nicht möglich, Abschätzungen über den Sickerwasser- und Deponiegasanfall zu machen.

Bei jenen Abfallflüssen, denen innerhalb des Systemes kein Zielprozeß zugeordnet werden konnte, wurde die Annahme getroffen, daß sie exportiert werden. Beispielsweise wurde angenommen, daß die Wiederverwertung von Altstoffen nicht in Wien stattfindet (eine Ausnahme stellen die biogenen Abfälle dar).

Bei der Berechnung des Luftbedarfes, der Reststoffe, der Abluft und der sonstigen In- und Outputgüter der beiden Wiener Müllverbrennungsanlagen, wurden für beide Anlagen Werte der MVA Spittelau herangezogen. Da die beiden Wiener Müllverbrennungsanlagen verfahrenstechnisch relativ ähnlich aufgebaut sind, sollte der durch diese Vereinfachung entstehende Fehler gering sein.

3.2.4.3 Berechnungen der Güterflüsse

Berechnungen des Prozesses „IGD“:

Die Daten, die zur Berechnung der Güterflüsse dieses Prozesses zur Verfügung standen, stammen aus der Wiener Industrie- und Gewerbestatistik 1991. Meldepflichtig und somit in dieser Auswertung erfaßt sind alle Industriebetriebe und alle Gewerbebetrieb mit mehr als 20 Mitarbeitern. Der Güterumsatz ist gegliedert nach Rohstoffeinsatz Industrie und Gewerbe und Produktionsergebnissen Industrie und Gewerbe.

Das vorliegende Datenmaterial, das ausschließlich für diese Studie auf Anfrage der MA 18 der Stadt Wien vom ÖSTAT freigegeben wurde, enthält aggregierte Einzeldaten. Das bedeutet, daß alle Güter, die statistisch erfaßt werden, zur Berechnung des Güterumsatzes der Wiener industriellen und gewerblichen Produktion vorlagen. Da viele dieser Daten der Geheimhaltung unterliegen, können sie in diesen Bericht lediglich in hoch aggregierter Form berücksichtigt werden. Alle Daten stammen aus dem Jahr 1991. Es wurden ausschließlich mengenmäßige Positionen (z.B. Stück, Paar, Dutzend, l, hl, t, kg, m, m³) in die Berechnung der Güterbilanz einbezogen. Die Umrechnung sämtlicher Einheiten auf Tonnen erfolgte durch Schätzungen.

Tabelle 3-73 enthält die Auswertung der Wiener Industrie- und Gewerbestatistik aus dem Jahre 1991. Es werden die umgesetzten, aggregierten Gütermengen der Wiener Industrie- und Gewerbestatistik aus dem Jahre 1991 dargestellt.

Unter Roh- und Hilfsstoffe werden alle Güter gemeldet, die der Betrieb einkauft. Würde z.B. ein Chemiebetrieb Luftstickstoff synthetisieren und anschließend zur Düngemittelproduktion verwenden, so würden zwar die produzierten Düngemittel statistisch erfaßt werden, nicht jedoch der synthetisierte Luftstickstoff.

Tabelle 3-73: Güterumsätze von Industrie und Gewerbe nach Branchen geordnet, 1991 (ohne Berücksichtigung von Wasser, Luft und Energieträgern)

Branche	Inputgüter (Roh- und Hilfsstoffe) in t	Outputgüter (Erzeugnisse) in t
Nahrungs- und Genußmittelgewerbe und Industrie	643.200	1.087.300
Chem. Gewerbe einschl. Kunststoffbe- u. -verarbeiter, Chemische Industrie	432.200	579.000
Graphisches und Papier verarbeitendes Gewerbe, Papierverarbeitende Industrie	365.800	336.600
Metallbe- und Verarbeitendes Gewerbe, Stahl- Metallverarbeitende Industrie, Gießereien, Maschinen und Stahlbau, Fahrzeugbau, Eisen- und Metallware, Elektroindustrie, NE-Metallindustrie	365.800	361.000
Holzverarbeitendes Gewerbe und Industrie	21.300	12.100
Textilgewerbe und Industrie, Bekleidungsgewerbe und Industrie, Leder erzeugendes und verarbeitendes Gewerbe und Industrie	5.600	17.500
Glas be- und verarbeitendes Gewerbe, Glasindustrie	940	920
Summe	1.834.800	2.394.400

Für den Prozeß „IGD“ wäre eine Bilanz zu erwarten, die einen höheren Materialeinsatz im Verhältnis zu den Produktionsergebnissen ausweist, da Produktionsabfälle nicht berücksichtigt wurden. Die Abweichung zwischen dem Input und Output in einzelnen Branchen sind

zum Teil sehr hoch. Allerdings sind bei zwei Branchen (Chemie, Nahrungs- und Genußmittel) die Produktionsmengen deutlich höher, als die eingesetzten Rohstoffmengen. Folgende Fakten könnten Gründe für diese Differenzen sein:

- Wasser, das im Produkt verbleibt, wird als Rohstoff nicht in der Industrie- und Gewerbestatistik erfaßt. Da in manchen Produkten Wasser enthalten ist bzw. manche Produkte zum größten Teil aus Wasser bestehen, ist ein Teil der Differenz zwischen In- und Output dadurch erklärbar.
- Produkte werden einem innerbetrieblichen Wiedereinsatz zugeführt. Ein Produkt wird erzeugt und gemeldet. Im nächsten Monat wird aus demselben Produkt ein neues Produkt erzeugt, das wiederum gemeldet wird. Das bedeutet, daß aus einer Einheit Rohstoff zwei Einheiten Produkte erzeugt werden. Vorallem in der Chemiebranche kann es zu solchen Doppelzählungen kommen, da z.B. aus Rohöl in mehreren Zwischenschritten verschiedene Produkte erzeugt werden können [Matzanek, 1995].
- Viele Roh- und Hilfsstoffe sind nur wertmäßig angegeben. Da einem Wert kein Gewicht zuordenbar ist, wurden die ausschließlich wertmäßig erfaßten Güter nicht berücksichtigt. Allerdings handelt es sich bei den wertmäßig erfaßten Güter hauptsächlich um Güter, die für Instandhaltung, Kantine oder Büro verwendet werden. Für die Chemie- und Nahrungs- und Genußmittelbranche dürfte dieser Fehler eine untergeordnete Rolle spielen.
- Ungenauigkeit bei der Datenerfassung bei den Betrieben. Dies ist eine mögliche, jedoch nicht überprüfbare Fehlerquelle.

Bei den Mengen, sowohl auf der Input- als auch auf der Outputseite handelt es sich um Untergrenzen, da Gewerbebetriebe erst ab einer Beschäftigtenzahl von 20 Mitarbeitern dazu verpflichtet sind, Güterflüsse zu melden.

Rund 13 % der Rohstoffe, die in der Nahrungs- und Genußmittelindustrie verarbeitet werden, stammen aus der Wiener Landwirtschaft und dem Obstbau. In der Holzverarbeitenden Branche wird dieselbe Menge an Holz verarbeitet, welche in der Wiener Forstwirtschaft geschlägert wird. Die in Tabelle 3-74 angeführten Mengen stammen aus dem Statistischen Jahrbuch 1991 der Stadt Wien.

Tabelle 3-74: Importe aus der Wiener Land- und Forstwirtschaft, sowie dem Obstbau

Landwirtschaftliche Ernteprodukte	59.000 t
Obst	27.000 t
Holz	20.000 t

Das Lager im Prozeß „IGD“:

Das Lager im Prozeß „IGD“ wurde nicht bestimmt

Berechnungen des Prozesses „Privater Haushalt“:

Für die Bestimmung des Inputflusses in den Prozeß „Privater Haushalt“ stand eine Arbeit aus Österreich [Beschorner, 1996] und der Schweiz [Baccini et al., 1993] zur Verfügung (siehe auch Anhang IV, Tabellen IV-3 und IV-4).

Tabelle 3-75: Vergleich von Güterflüssen durch Österreichische (1) und Schweizer (2) Privathaushalte, 1990 (1)[Beschorner, 1996] (2)[Baccini et al., 1993]

INPUT	Ö 1990 (1)	CH 1990 (2)	Ö 1990 (1)	CH 1990 (2)
Güter	kg/E.a	kg/E.a	t/Wien.a	t/Wien.a
Luft PHH	6.400	6.400	9.849.600	9.849.600
Verbrauchs- und Gebrauchsgüter	871	1.139	1.340.469	1.752.921
Verbrauchsgüter	811	1.043	1.248.129	1.605.177
<i>Lebensmittel, Getränke</i>	685	776	1.054.215	1.194.264
<i>Verpackungen</i>	103	134	158.517	206.226
<i>Druckerzeugnisse</i>	n.b.	75	n.b.	115.425
<i>Wasch- u. Reinigungsmittel</i>	23	24	35.397	36.936
<i>Restl. Güter</i>	23	34	35.397	52.326
Gebrauchsgüter	60	96	92.340	147.744
<i>Elektrogeräte</i>	18	14	27.086	21.546
<i>Personenwagen, Motorrad, u.a.</i>	42	46	64.638	70.794
<i>Einrichtungsgegenstände</i>	n.b.	28	n.b.	42.784
<i>Restl. Güter</i>	0	8	0	12.312
	Ö 1990 (1)	CH 1990 (2)	Ö 1990 (1)	CH 1990 (2)
LAGER	kg/E	kg/E	t/Wien	t/Wien
Gebrauchsgüter	507	1.241	780.581	1.910.207
<i>Elektrogeräte</i>	111	154	171.291	237.314
<i>Personenwagen, Motorrad, u.a.</i>	282	416	433.844	640.224
<i>Einrichtungsgegenstände</i>	n.b.	516	n.b.	794.124
<i>Restl. Güter</i>	114	155	175.446	238.545
Lagerveränderung in %	n.b.	+1 %	n.b.	+1 %
OUTPUT	Ö 1990 (1)	CH 1990 (2)	Ö 1990 (1)	CH 1990 (2)
Güter	kg/E.a	kg/E.a	t/Wien.a	t/Wien.a
Abluft PHH (nur menschl. Körper.)	6.600	6.600	10.157.400	10.157.400
Abwasser PHH (menschl. Ausscheidg.)	602	591	926.478	909.549
Hausmüll	396	195	609.444	300.105
Sep. ges. Abfälle PHH	n.b.	131	n.b.	201.609

Die Untersuchung über die Schweizer Privathaushalte verfügt über einen vollständigeren Datensatz. Die Untersuchung über den Input in die Österreichischen Privathaushalte enthält unvollständige Daten über den Papierfluß. Weiters wurden die Einrichtungsgegenstände und die separat gesammelten Güter nicht bestimmt. Teilweise wurde in der Österreichischen Untersuchung auf Daten der Schweizer Studie Bezug genommen.

Tabelle 3-76: Vergleich von Haushaltskennzahlen; Durchschnitt Österreich bzw. Schweiz mit Wien, 1990

	Wien	Österreich	Schweiz
Einwohner/Haushalt	2,03	2,54	2,4
Haushaltsgrößen in %			
1 Personen-HH	41,6	29,7	29,0
2 Personen-HH	31,2	27,8	29,7
3 Personen-HH	15,0	17,7	15,8
4 Personen-HH	8,7	14,9	16,4
5 Personen-HH	2,4	6,0	6,2
6 Personen-HH bzw. >5 Pers.-HH	0,7	2,4	2,9
7 Personen-HH bzw. >/= 7 Pers.-HH	0,3	1,4	n.b.
>/=8 Personen-HH	0,1	n.b.	n.n.

Ein Vergleich der Haushaltskennzahlen von Österreich und der Schweiz mit Wien zeigt, daß der durchschnittliche Wiener Haushalt weder dem Österreichischen noch dem Schweizer Durchschnitt entspricht. Bemerkenswert ist vor allem der mit fast 42 % sehr hohe Anteil von 1 Personen Haushalten.

Mangels zusätzlicher Daten wird die Annahme getroffen, daß die Ergebnisse der Wr. Untersuchung den Minimalwert und diejenigen der Schweizer Studie den Maximalwert des Inputflusses in die Wiener Privathaushalte darstellen. In der Bilanz wird ein Mittelwert ausgewiesen, d.h. die Verbrauchsgüter betragen 1,4 Mio t und die Gebrauchsgüter belaufen sich auf 0,12 Mio t. Für die Bestimmung der Outputflüsse aus dem Prozeß „Privater Haushalt“ wurden die Ergebnisse der Schweizer Untersuchung als Kontrollgröße herangezogen.

Das Lager im Prozeß „Priv. Haushalt“:

Die Abschätzung des Lagers erfolgt aufgrund der Daten der Schweizer Untersuchung. Es beinhaltet die Elektrogeräte, die Einrichtungsgegenstände und die Personenwagen.

Berechnung der Abfallflüsse:

Prozeß „private und öffentliche Abfallsammlung“:

Durch öffentliche (kommunale) und industriell/gewerbliche Abfallsammlung werden jährlich rund 1,2 Mio t an in Wien anfallenden Abfällen (ohne 5,5-6,5 Mio. t Baurestmassen) gesammelt. Davon entfallen ca. 70 % auf Systemmüll (Hausmüll und Gewerbe- und Restmüll) und 30 % auf getrennt gesammelte Abfälle (Altstoffe, Sperrmüll, Spitalmüll, etc.). Für Systemmüll sind nur die Mengen aus der kommunalen Entsorgung (Hausmüll und Gewerbemüll) gesichert dokumentiert. Auch die Restmüllmenge aus "IGD", die von privaten Unternehmen zur Deponie Rautenweg gebracht wird, ist aus dem Leistungsbericht der MA48 [MA48, 1992] ersichtlich (89.000 t/a). Die Menge an Restmüll aus dem Prozeß "IGD" (300.000 t/a), die von industriell/gewerblichen Unternehmen gesammelt wird und nicht in kommunale Entsorgungsprozesse geht, ergibt sich aus der Differenz der oben genannten Abfallflüsse zur Gesamtabfallmenge (einschl. der Baurestmassen) von rund 7 Mio t/a [MA48, 1995].

Um den Anteil des Prozesses "Privater Haushalt" am kommunal gesammelten *Systemmüll* abzuschätzen, kann als obere Grenze die im Bundesabfallwirtschaftsplan 1992 [BUAWP, 1992] angegebene Menge für Wien von 357 kg/Ea angenommen werden. Diese Zahl beinhaltet aber noch Gewerbeabfälle und ist somit zu hoch. Als untere Grenze könnten Restmüllmengen von ländlichen Regionen ohne signifikantes Industrie- und Gewerbeaufkommen herangezogen werden (vergl. auch Bundesabfallwirtschaftsplan 1995: Steiermark, Vorarlberg unter 130 kg/E.a).

Für Wien wurde in Anlehnung an Studien über die Stadt Wien [Vogel, 1991] mit 188 kg Hausmüll/E.a und über die Stadt St. Gallen [Baccini et al., 1993] mit 195 kg Hausmüll/E.a bzw. nach persönlicher Rücksprache mit der MA48 [MA48, 1995] ein Fluß von 200 kg Systemmüll/E.a angenommen, was einer Hausmüllmenge von 308.0000 t entspricht.

Tabelle 3-77: Güterflüsse durch den Prozeß „private und öffentliche Abfallsammlung“, z.T. aus [MA48, 1992]

Herkunftsprozeß	Input		[t/a]
PHH	Hausmüll	308.000	
	Getrennt gesammelte Abfälle PHH	221.311	
	Getrennt gesammelte Altstoffe		110.024
	Altpersonenwagen		54.000
	Rest- und Sperrmüll		34.000
	Biogene Abfälle PHH		19.450
	Starterbatterien		2.167
	Problemstoffe		1.670
	Σ Abfälle PHH	529.311	
IGD	Gewerbe- und Restmüll	551.000	
	Gewerbemüll (komm. gesammelt)		162.000
	Restmüll IGD		389.000
	Getrennt gesammelte Abfälle IGD	154.330	
	Abfälle aus der Straßenreinigung		35.000
	Gewerbe- und Marktabfälle		34.500
	Gefährliche Abfälle		34.000
	Altlastkraftwagen		21.000
	Spitalmüll		7.900
	Altstoffe IGD		7.000
	Asche IGD		6.000
	Biogene Abfälle IGD		5.300
	Altglas IGD		3.630
	Σ Abfälle IGD	705.330	
Σ Gesamt	1.234.641		
Zielprozeß	Output		[t/a]
Th.E	Abfälle Th.E		
	Systemmüll		340.000
	Gefährliche Abfälle Th.E		27.000
	Σ Abfälle Th.E	367.000	
BggG	Abfälle BggG		
	Altstoffe und Restmüll		125.400
	Biogene Abfälle		24.750
	Gefährliche Abfälle CP		7.000
Σ Abfälle BggG	157.150		
Deponie	Abfälle Deponie		
	Systemmüll Deponie		219.000
	Abfälle aus der Straßenreinigung		35.000
	Asche IGD		6.000
Σ Abfälle Deponie	260.000		
Export	Altpapier	74.000	
	Starterbatterien	2.519	
	Altautos	75.000	
	Restmüll Export	300.000	
Σ Gesamt	1.235.669		

Altautos:

Aus der Bestands- und Zulassungsstatistik für Wien [MA66, 1994] ergibt sich die Anzahl der jährlich zu entsorgenden PKWs der letzten Jahre zu rund 54.000 und die der LKWs zu 5.600 (Anhang IV, Tabellen IV-1 und IV-2). Zweispurige Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuge mit geringen Kontingenten wie Zugmaschinen etc. wurden nicht berücksichtigt. Für PKWs wurde eine durchschnittliche Masse von 1.000 kg/PKW angenommen, dies ergibt einen jährlichen Fluß von 54.000 t aus dem Prozeß „Privater Haushalt“. Für LKWs wurde anhand der Bestandsstatistik der Kraftfahrzeuge eine durchschnittliche Masse [ÖSTAT, 1991] von 3.700 kg/LKW berechnet. Dies ergibt einen jährlichen Fluß von 21.000 t aus dem Prozeß „IGD“. Als Gesamtfluß an Altautos ergeben sich somit 75.000 t/a. Es wird angenommen, daß diese Altautos die Systemgrenze Wien verlassen.

Baurestmassen:

Baurestmassen (inkl. 20.000 t von Mistplätzen) die dem Prozeß "Priv. Haushalt" zuzurechnen sind, werden in der Baumaterialienbilanz beschrieben und bilanziert.

Berechnungen des Prozesses „Thermische Entsorgung“:

Der Prozeß "Thermische Entsorgung" besteht einerseits aus den beiden Müllverbrennungsanlagen Flötzersteig und Spittelau und andererseits aus der Sondermüllverbrennungsanlage (EbS). Im Jahr 1991 wurden in den Müllverbrennungsanlagen rund 340.000 t *Systemmüll* verbrannt. Die Angaben über Wasser- und Betriebsmittelverbrauch wurden der Untersuchung „Messung der Güter- und Stoffbilanz einer Müllverbrennungsanlage“ [Schachermayer et al., 1995] entnommen. Der Luftbedarf für beide Anlagen wurde mit 6.000 N m³/t Müll angenommen. Es ergeben sich somit für MVA I + II auf der Inputseite ca. 2,7 Mio t *Luft*, 330.000 t *Wasser* und 2.300 t an *Betriebsmitteln*. Auf der Outputseite gehen rund 96.000 t *Asche und Schlacke MVA* zur Verfestigungsanlage und weiter zur Deponie Rautenweg. Weiters werden 7.800 t *Eisenschrott* aus der Schlacke zurückgewonnen und zur Wiederverwertung exportiert. Durch Verbrennung und Rauchgasreinigung entstehen rund 3,1 Mio t *Reingas*, 150.000 t *Abwasser* und 700 t *Rauchgasreinigungsprodukte*.

In den Entsorgungsbetrieben Simmering (EbS) wurden 1991 75.000 t gefährlicher Abfälle (*Gefährliche Abfälle* und *Gefährliche Abfälle Import*) und 6.000 t nicht gefährlicher Abfälle, die in der Bilanz vernachlässigt wurden, entsorgt [Dreier et al., 1995]. Weiters wurden 170.000 t *Dickschlamm* aus der Hauptkläranlage in den Wirbelschichtöfen verbrannt. Der Verbrauch an Wasser betrug im Jahr 1994 bei ähnlicher Abfallbehandlungsmenge 300.000 m³. Um den Luftbedarf der Drehrohröfen zu ermitteln, wurden 10.000 Nm³/t Sondermüll angenommen. Der Bedarf an Verbrennungsluft ergibt sich somit mit rund 1 Mio t. Der Trockensubstanzgehalt des Dickschlammes liegt bei 33,4 %, das entspricht einer verbrannten Menge von 56.670 t TS Klärschlamm. Der Luftbedarf wurde aus der Elementaranalyse der Trockensubstanz [EbS, 1995b] (C 40,7 %, H 5,8 % und N 4,2 % bezogen auf TS, Mittelwerte über ein Monat) und einem üblichen Luftbedarf für Wirbelschichtöfen ($\lambda=1,2$) wie folgt abgeschätzt.

Tabelle 3-78: Berechnung des Sauerstoffbedarfs der Wirbelschichtöfen der EbS in kmol

	[%]	[t/a]	[kmol]	Sauerstoffbedarf vollst. Oxidation [kmol O ₂]
C	40,7	23.065	1.922.000	1.922.000
H	5,8	3.287	3.287.000	822.000
N	4,2	2.380	170.000	170.000 (NO ₂)
Σ				2.913.000

Der Sauerstoffgehalt im Klärschlamm wurde mit 28 % angenommen, was einer O₂-Menge von ca. 500.000 kmol entspricht und vom ursprünglichen Sauerstoffbedarf abzuziehen ist. Es ergibt sich damit unter Berücksichtigung von λ ein Luftbedarf von 400.000 t/a.

An *Aschen und Schlacken EbS* wurden 39.000 t in die Deponie Rautenweg eingebaut, zusätzlich entstanden weitere 700 t an Rauchgasreinigungsprodukten. Aus der Massenbilanz ergibt sich eine *Reingasmenge* von 3 Mio t für die gesamte EbS. Von den gefährlichen Abfällen kommen ca. 1/3 (26.700 t) [Janak, 1995] aus Wien, der Rest aus den Bundesländern. Der Verbrauch an Betriebsmitteln wurde nicht berücksichtigt.

Die trockene Reingasmenge für den Prozeß „Thermische Entsorgung“ beträgt rund 4,5 Mio t/a.

Tabelle 3-79: Güterflüsse durch den Prozeß „Thermische Entsorgung“

Herkunftsprozeß	Input		[t/a]
O&pAS	Abfälle Th.E		
	Systemmüll Th.E		340.000
	Gefährliche Abfälle		27.000
	Σ Abfälle Th.E	367.000	
Import	Gefährliche Abfälle Import	48.000	
ARA	Dickschlamm	170.000	
Atm.	Luft		
	Luft MVA		2.700.000
	Luft EbS		1.400.000
	Σ Luft	4.100.000	
Kanal.	Wasser		
	Wasser MVA		330.000
	Wasser EbS		1.660.000
	Σ Wasser	1.990.000	
IGD	Betriebsmittel MVA	2.300	
	Σ Gesamt	6.677.300	
Zielprozeß	Output		[t/a]
Deponie	Schlacken und Aschen		
	Schlacken und Aschen MVA		96.000
	Schlacken und Aschen EbS		39.000
	Σ Schlacken und Aschen	135.000	
Export	Eisenschrott	7.800	
Atm.	Abluft (Reingas)		
	Abluft (Reingas) MVA		3.100.000
	Abluft (Reingas) EbS		2.930.000
	Σ Abluft (Reingas)	6.030.000	
Kan.	Abwasser		
	Abwasser MVA		150.000
	Abwasser) EbS		330.000
	Σ Abwasser	480.000	
Export	Rauchgasreinigungsprodukte (RGP)		
	RGP MVA		700
	RGP EbS		700
	Σ Rauchgasreinigungsprodukte	1.400	
	Σ Gesamt	6.654.200	

Berechnungen des Prozesses „Behandlung getrennt gesammelter Güter“:

Der Prozeß "Behandlung getrennt gesammelter Güter" umfaßt die Abfallbehandlungsanlage (ABA), die Kompostierung und chemisch-physikalische Behandlungsanlagen. In der ABA werden alle *getrennt gesammelten Altstoffe*, einschließlich der Altstoffe von Mistplätzen behandelt. Bei der Eingangskontrolle in die ABA wurden rund 74.000 t altstoffarmer Abfälle aussortiert, die mit ca. 6.000 t Restabfällen aus der ABA auf die Deponie Rautenweg gingen (*Restmüll BggG*). Aus den Privathaushalten und den Mistplätzen entstammen rund 20.000 t Biogener Abfälle, aus dem Prozeß "IGD" weitere 5.300 t. Bei den Altstoffen kommen 7.000 t aus „IGD“, 27.000 t aus der kommunalen Sammlung und 11.000 t von den Mistplätzen. Der *Kompost* wird zur Gänze innerhalb Wiens auf landwirtschaftlich genutzten Flächen aufgebracht. In 3 chemisch-physikalischen Behandlungsanlagen werden rund 21.000 t an organischen und anorganischen Abfällen behandelt. Diese Zahl bezieht sich auf das Jahr 1993 [Dreier et al., 1995]. Es wird angenommen, daß analog zu den thermisch entsorgten Abfällen 1/3 dieser Abfälle aus Wien stammt (*gefährliche Abfälle CP*). Über den Einsatz von Betriebsmitteln und die entstehenden Reststoffe können keine Angaben gemacht werden. Es wird angenommen, daß sie als *behandelte gefährliche Abfälle* exportiert werden.

Tabelle 3-80: Güterflüsse durch den Prozeß „Behandlung getrennt gesammelter Güter“

Herkunftsprozeß	Input		[t/a]
O&pAS	Abfälle BggG		
	Abfälle ABA		
	Altstoffe PHH		26.800
	Altstoffe MP		10.900
	Altstoffe IGD		7.000
	Σ Altstoffe		44.700
	Restmüll		80.700
	Σ Abfälle ABA	125.400	
	Biogenen Abfälle		
	Biogene Abfälle PHH		19.450
	Biogene Abfälle IGD		5.300
	Σ Biogene Abfälle	24.750	
	Gefährliche Abfälle CP	7.000	
Σ Abfälle BggG	157.150		
	Gefährliche Abfälle CP Import	14.000	
	Σ Gesamt	171.150	
Zielprozeß	Output		[t/a]
Export	Altstoffe		
	Papier + Karton		5.750
	Altglas		21.975
	FE-Schrott		11.421
	NE-Metalle		11
	Bildschirmgeräte		447
	Elektronikschrott		224
	Kunststoff		1.045
	Altreifen		98
	Altholz		3.300
	Σ Altstoffe	44.271	
Deponie	Restmüll BggG	80.600	
Export	Kompost	15.000	
Atmosph.	Abluft Kompostierung	10.000	
Export	Behandelte gefährliche Abfälle	21.000	
	Σ Gesamt	170.871	

Berechnungen des Prozesses „Deponie“:

Auf kommunal betreute Deponien gingen 1991 rund 300.000 t hausmüllähnliche Abfälle, 140.000 t an Aschen und Schlacken, hauptsächlich aus Müllverbrennungsanlagen, und ca. 110.000 t an Zuschlagstoffen zur Verfestigung der Verbrennungsrückstände. Insgesamt wurden 1991 etwa 0,6 Mio t an Abfällen (exkl. der Baurestmassen) deponiert. Inkl. Baurestmassen (Erdaushub und Bauschutt) ergibt sich somit eine Menge von 1,18 Mio t/a.

Tabelle 3-81: Güterflüsse in den Prozeß „Deponie“

Herkunftprozeß		Input	[t/a]
Ö&pAS	Abfälle Deponie		
		Systemmüll (kommunal gesammelt)	131.000
		Restmüll aus IGD (privat gesammelt)	89.000
		Abfälle aus der Straßenreinigung	35.000
		Asche IGD	6.000
	Σ Abfälle Deponie	261.000	
BggG	Restmüll BggG	80.600	
Th.E	Schlacken und Aschen	135.000	
Import	Zuschlagstoffe zur Verfestigung	111.000	
	Σ Gesamt	587.600	

Abschätzung des Lagers im Prozeß „Deponie“:

Das Lager im Prozeß "Deponie" besteht aus der noch aktiven Deponie Rautenweg und den geschlossenen Deponien Gotramgasse, Heuberggstätten, Wienerberg West, Donaupark - Bruckhaufen, Löwy Grube, Spitzau und Langes Feld. Für die Deponien Gerasdorf und Schafflerhof konnte das Lager nicht abgeschätzt werden. Die eingebauten Mengen wurden aus einer Arbeit der MA 45 entnommen [MA45, 1991]. Da es sich bei den Angaben nur um eine qualitative Zusammensetzung der Deponiekörper handelt, mußte zur Umrechnung von Volumen- auf Masseneinheiten eine mittlere Dichte angenommen werden.

Dichte des Deponiekörpern:	Hausmüll:	bis 1,3 t/m ³
	Bauschutt:	bis 1,7 t/m ³
	Mineralölprodukte	1 t/m ³
	Aushubmaterial:	1,3 t/m ³

Als mittlere Dichte wurden Werte von 1,0 bis 1,5 t/m³ angenommen.

Weiters sind private Deponien innerhalb Wiens nicht berücksichtigt.

Tabelle 3-82: Abschätzung des Lagers im Prozeß „Deponie“

Deponie	Volumen [m ³]	Dichte [t/m ³]	Masse [t]	
			von	bis
Gotramgasse	30.000	1	30.000	30.000
Rautenweg	8.000.000	1,3 bis 1,5	10.400.000	12.000.000
Altlast "Heuberggstätten"	2.000.000	1,3 bis 1,5	2.600.000	3.000.000
Altlast "Wienerberg West"	9.000.000	1,3 bis 1,5	11.700.000	13.500.000
Altlast "Hasswellgasse"	160.000	1,3 bis 1,5	208.000	240.000
Altlast "Donaupark-Bruckhaufen"	5.000.000	1,3 bis 1,5	6.500.000	7.500.000
Altlast "Löwy-Grube"	1.700.000	1,3 bis 1,5	2.210.000	2.550.000
Altlast "Rudolf-Zeller Gasse"	250.000	1,3 bis 1,5	325.000	375.000
Altlast "Spitzau"	400.000	1,3 bis 1,5	520.000	600.000
Altlast "Langes Feld"	4.000.000	1,3 bis 1,5	5.200.000	6.000.000
Summe	30.540.000		39.693.000	45.795.000

Aufgrund der unvollständigen Datenlage wird das Lager im Prozeß „Deponie“ auf ca. 50 Mio. t geschätzt.

3.2.4.4 Berechnungen der Stoffflüsse

Berechnungen des Prozesses „IGD“:

Der Berechnung der Stoffbilanzen für Stickstoff, Kohlenstoff und Blei liegt die Güterbilanz des Prozesses „IGD“ zugrunde. Informationen und Daten über die Stoffkonzentrationen der Güter liegen in unterschiedlicher Qualität vor. Ein Teil der Güter ist stofflich gut untersucht. Hierzu gehören z.B. die Nahrungs- und Genußmittel, an die, da sie zum menschlichen Verzehr bestimmt sind, hohe Qualitätsanforderungen gestellt werden und ihre stoffliche Zusammensetzung deshalb bekannt sein muß.

Grundsätzlich kann gesagt werden, daß die Abschätzung des Stoffgehaltes eines Gutes um so schwieriger wird, je komplexer seine Zusammensetzung ist. Ein Beispiel hierfür sind die Produkte der metallbe- und -verarbeitenden Branche. Einen großen Anteil an den produzierten Gütern dieser Branche machen Haushaltsgeräte und Geräte der Audio/Videotechnik aus. Diese Güter bestehen aus einem Materialmix. Um die stoffliche Zusammensetzung bestimmen zu können, müßte man die Massenanteile der Materialien am Gesamtgewicht und das Material selbst kennen. Diese Informationen sind natürlich nicht für jedes einzelne Gut vorhanden. So liegen in der Abschätzung der Stoffgehalte der Mehrkomponentengüter im allgemeinen die größten Schwachstellen. In Wien sind es vorallem die Güter der Chemiebranche und der Metallbe- und -verarbeitenden Branche, deren stoffliche Zusammensetzung schwer abzuschätzen ist.

Um den Fehler so gering wie möglich zu halten, wurde wie folgt vorgegangen:

1. Soweit aus der Literatur bekannt, wurden die Stoffkonzentrationen den betreffenden Gütern zugeordnet.

2. Im nächsten Schritt wurden jene Güter ausgewählt, die mengenmäßig für die Branche bedeutend sind. Es wurden alle Güter betrachtet, deren Menge >1 % der Gesamtmenge bezogen auf die Masse (d.h. alle Roh- und Hilfsstoffe >1 % der gesamt eingesetzten Roh- und Hilfsstoffe der Branchen bzw. alle produzierten Güter >1 % der gesamten Produktionsmenge der Branchen) der Branchen sind.
3. Für die restlichen Güter wurden die Stoffgehalte mit Minimal- bzw. Maximalwerten abgeschätzt. Diese Vorgehensweise wurde für die Stoffe Kohlenstoff und Stickstoff gewählt.

Blei ist ein Stoff, der zwar hinsichtlich seiner Schadwirkungen vielfach untersucht wurde, dessen Konzentration aber nur in wenigen Gütern genau bekannt ist. Der Bleifluß mußte daher auf eine andere Art abgeschätzt werden.

Berechnung der Kohlenstoffflüsse:

Kohlenstoff ist ein Grundbaustein organischer Stoffe und ist Hauptbestandteil der fossilen Energieträger und findet sich auch in Eisen und Stahl. Dementsprechend befindet sich Kohlenstoff in den meisten Gütern der betrachteten Branchen. Die Kohlenstofffrachten in den PG und KG-Gütern wurden mittels Literaturdaten berechnet. Tabellen IV-3 und IV-4 im Anhang IV geben einen Überblick über die Größenordnung des C-Gehaltes einiger Güter.

In der Tabelle 3-83 sind die C und N-Flüsse der einzelnen Branchen aufgelistet (siehe auch Anhang IV, Tab. IV-5).

Tabelle 3-83: Übersicht über die N und C-Flüsse nach Branchen gegliedert

Branche	Produktionsgüter (Roh- u. Hilfsstoffe)				Konsumgüter (Produktionsergebnisse)			
	t N von	t N bis	t C von	t C bis	t N von	t N bis	t C von	t C bis
Nahrungs- und Genußmittelproduktion	8.360	11.285	159.341	159.341	10.300	13.400	215.768	215.768
Chemie	3.698	3.698	103.645	103.645	16.825	16.825	291.294	291.294
Graphik und Papierverarbeitung	363	726	182.091	182.091	337	673	168.300	168.300
Holzverarbeitung	93	120	9.640	12.779	9	61	61	5464
Textil- und Bekleidungsproduktion, Lederbe- und - verarbeitung	9	16	2.455	2.455	10	30	5.236	9.128
Metall- und Nichtmetallbe- und -verarbeitung	n.b.	n.b.	2.303	2.303	n.b.	n.b.	48.066	48.066
Glasbe- und -verarbeitung	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	12.523	15.845	459.475	462.614	27.481	30.989	728.725	738.020

Da es sich, wie vorne beschrieben, bei den durch den Prozeß „IGD“ induzierten Güterflüssen hinsichtlich der Mengen um Mindestgüterflüsse handelt, gilt dasselbe auch für die Stoffflüsse. Die Mengen der Kohlenstoff- und Stickstoffflüsse sind daher als Untergrenze zu betrachten.

Berechnung der Stickstoffflüsse:

Stickstoff ist bekannterweise ein essentieller Pflanzennährstoff. Deshalb kann man davon ausgehen, daß alle Güter der Branchen, die Pflanzen verarbeiten, einen Teil zur Stickstoffbilanz beitragen. Diese Branchen sind in Wien die Nahrungs- und Genußmittelbranche, die Holz- und die Papierverarbeitende Branche, sowie die Textil- und Bekleidungsbranche. In Tabelle IV-6 im Anhang IV sind die durchschnittlichen Gehalte der wichtigsten Güter angeführt.

Die Nahrungs- und Genußmittelproduktion und die Chemieproduktion dominieren den Stickstofffluß des Prozesse „IGD“.

In den Produkten der Chemiebranche befindet sich Stickstoff hauptsächlich in Kunstharzen und Kunststoffen auf Basis von Aminoplasten (Verbindungen aus Melamin bzw. Harnstoff und Formaldehyd). Aminoplaste sind geruch- und geschmacklos und für Lebensmittel geeignet. Der Anwendungsbereich der Aminoplasten ist groß, sie finden Verwendung als Massivwerkstoff für elektrotechnische Artikel (z.B. Haushaltsgeräteeile), Haushaltsgegenstände (z.B. Eß- und Trinkgeschirr), als Schichtpreßstoff (z.B. für Tischplatten), als Deckfolie (z.B. für künstliches Möbelfurnier), als Schaumstoff zur Schall- und Wärmedämmung, als Lackharz oder Holzklebstoff. Ein weiterer in Wien produzierter N-hältiger Kunststoff ist das Polyurethan. Es wird zu ca. 80 % als Hart- und Weichschaum für selbsttragende Bauelemente, aber auch für Möbel oder Kunstlederbeschichtungen verwendet. Die Stickstoffgehalte dieser Güter wurden über ihre chemischen Summenformeln berechnet.

Wie in der Kohlenstoffbilanz ist auch in der Stickstoffbilanz die Differenz zwischen In- und Output sehr groß. Als mögliche Erklärung bieten sich folgende Gründe an:

1. Die Differenz zwischen In- und Output auf der Güterebene pflanzt sich auf der Stoffebene fort.
2. In der Wiener Chemiebranche wird Luftstickstoff zur Erzeugung von Stickstoffprodukten synthetisiert, der in der Statistik nicht aufscheint.
3. Der Stickstoffgehalt für Kunstharze auf Basis von Aminoplasten wurde zu hoch angenommen. Diese Annahme wurde überprüft, indem der Stickstoffgehalt der Kunstharze auf Basis von Aminoplasten aus dem Stickstoffgehalt der Ausgangsstoffe zur Erzeugung der Kunstharze auf Basis von Aminoplasten berechnet wurde. Für die Produktion von rund 81.000 t Kunstharzen auf Basis von Aminoplasten und Phenol stehen 730 t Stickstoff aus Harnstoff, Melamin und „anderen Kunstharzen und Kunststoffen“ als Inputgüter zur Verfügung. Trifft man die weitere Annahme, daß 50 % dieser Kunstharze auf Basis von Aminoplasten bestehen, so beträgt der prozentuelle Anteil von Stickstoff in Kunstharzen auf Aminoplastenbasis ca. 1,8 %. Diesem Wert steht ein Stickstoffgehalt zwischen 31 % und 40 %, der über die chem. Formel von Aminoplasten berechnet wurde, gegenüber.

Die drei Annahmen zeigen mögliche Ursachen der Differenz zwischen In- und Output auf. Es konnte nicht geklärt werden, welche Ursachen tatsächlich für den großen Unterschied zwischen In- und Output verantwortlich sind.

Berechnung der Bleiflüsse:

Der Bleifluß konnte nicht mit derselben Vorgangsweise abgeschätzt werden wie die beiden anderen Flüsse, da für Blei Literaturdaten zur Berechnung der Bleikonzentrationen der Güter weitgehend nicht verfügbar waren. Es sind zwar jene Güter bekannt die Blei enthalten (siehe Anhang IV, Tabelle IV-7), die Bleikonzentration dieser Güter ist jedoch zum einen nicht bekannt, zum anderen sind diese Güter den in der Industrie und Gewerbestatistik ausgewiesenen Gütern nicht zuordenbar.

Zur Abschätzung des Bleiflusses durch den Prozeß „IGD“ wurden nur die Güter herangezogen, von denen aus dem Namen entnommen werden konnte, daß sie Blei enthalten. Von diesen Gütern wurde der Bleigehalt mittels Literaturdaten abgeschätzt. Da viele Bleidaten der Geheimhaltung unterliegen, können nur die gesamten In- und Outpuzahlen bekannt gegeben werden.

Berechnungen des Prozesses „Privater Haushalt“:

Für die Berechnung der Stoffflüsse wurden als Grundlage die Minimal- und Maximalwerte der beiden zur Verfügung stehenden Güterbilanzen herangezogen. Dementsprechend ergeben sich dann auch für die Stoffbilanzen Minimal- und Maximalwerte. In Tabelle 3-84 und Tabelle 3-85 werden, ausgehend von den Stoffkonzentrationen pro kg Gut, die drei Stoffbilanzen in g pro Einwohner und Jahr und hochgerechnet in Tonnen pro Wien und Jahr dargestellt. Das Lager wird in kg pro Einwohner und in Tonnen pro Wien ausgedrückt.

Die Angaben in den beiden nachfolgenden Tabellen stellen eine Zusammenfassung von sich im Anhang (siehe Anhang IV, Tabellen IV-3 und IV-4) befindlichen detaillierteren Tabellen dar, in denen die Ver- und Gebrauchsgüter und das Lager in die mengenmäßig wichtigsten Kategorien aufgeschlüsselt werden.

Tabelle 3-84: C, N und Pb-Flüsse durch den Prozeß „Priv. Haushalt“ in g/E.a

INPUT Güter	Güterfluß kg/E.a				g C/E.a	g N/E.a	g Pb/E.a
		g C/kg	g N/kg	g Pb/kg			
Luft PHH	6.400	0,13	n.b.0	0	832	n.b.0	0
Verbrauchsgüter	811-1.043	229- 237	5-6	0,03-0,07	190.000- 240.000	4.800-5.100	30-70
Gebrauchsgüter	60-96	136- 260	24-41	16-23	8.000- 25.000	1.400-3.900	1.400-1.500
Schmutz	18	190 n.b.		0,0155	3.420	n.b.	0,28
LAGER	507-1.235	274	41	4	70.000- 340.000	10.000- 50.000	3.400-5.000
Lagerveränderung in %	1%				n.b.	n.b.	n.b.
OUTPUT							
Abluft PHH (nur menschl. Körper)	6.600	21	0	0	136.620	n.b.0	0
Abwasser PHH (menschl. Ausscheidungen, Wasch- u. Reinigungsmittel)	602-615	29	6	0,0009	18.000	3.500	0,50
Hausmüll	195-396	307	7	0,43	60.000- 120.000	1.300-2.600	80-170
Sep. ges. Abfälle PHH	131	275	n.b.	4,5	36.000	n.b.	590

Tabelle 3-85: C, N und Pb-Flüsse durch den Prozeß „Priv. Haushalt“ in t/Wien.a

INPUT Güter	Güterfluß t/Wien.a			
		t C/Wien.a	t N/Wien.a	t Pb/Wien.a
Luft PHH	9.900.000	1.280	n.b.0	0
Verbrauchsgüter	1.200.000-1.600.000	300.000-370.000	7.400-7.900	40-110
Gebrauchsgüter	90.000-150.000	12.000-38.000	2.000-6.000	2.100-2.300
Schmutz	28.000	5.300	n.b.	0,43
LAGER	680.000-1.800.000	100.000-500.000	16.000-78.000	5.300-7.800
Lagerverändg. in %	1%	n.b.	n.b.	n.b.
OUTPUT				
Abluft PHH	10.000.000	210.000	n.b.0	0
Abwasser PHH	930.000-950.000	26.000	5.200-5.300	0,80
Hausmüll	300.000-600.000	90.000-190.000	2.000-4.000	130-260
Sep. ges. Abfälle PHH	200.000	55.000	n.b.	910

Für die Outputflüsse der Stoffbilanzen gilt dasselbe wie für die Güterbilanz, d.h. die Outputflüsse aus dem Privathaushalt dienen ausschließlich dem Vergleich mit den im Bericht verwendeten Abfalldaten aus der Stadt Wien. Die Lagerveränderung der Stoffe konnte nicht bestimmt werden.

Kohlenstoff:

Für die Bestimmung des Kohlenstoffflusses durch den Prozeß „Priv. Haushalt“ wurden die Stoffkonzentrationen der Güter aus der Untersuchung über die Stadt St. Gallen [Baccini et al., 1993] entnommen.

Der größte C-Inputfluß in den Prozeß „Priv. Haushalt“ läuft mit 300.000-370.000 Tonnen über die kurzlebigen Konsumgüter (Verbrauchsgüter). In den langlebigen Konsumgütern stecken zwischen 12.000 und 38.000 Tonnen. Im Lager befinden sich zwischen 100.000 und 500.000 Tonnen Kohlenstoff.

Stickstoff:

Die Stoffkonzentrationen der Güter für die Stickstoffbilanz beruhen auf einer am Institut durchgeführten Untersuchung [Kaas et al., 1994], in der eine Stickstoffbilanz des Kremstaales durchgeführt wurde.

Wie in der Kohlenstoffbilanz gelangt auch in der Stickstoffbilanz die größte Fracht (7.400-7.900 Tonnen) über die kurzlebigen Konsumgüter in den privaten Haushalt. In den Gebrauchsgütern befinden sich 2.000-6.000 Tonnen. Das Stickstofflager beträgt zwischen 16.000 und 78.000 Tonnen.

Blei:

Die Konzentrationen der Güterflüsse Lebensmittel (sie sind ein Teil der Verbrauchsgüter), Schmutz und Abwasser PHH wurden dem am Institut erstellten Bericht „Wo liegen die Grenzen der Schadstoffentfrachtung des Klärschlammes?“ [Stark et al., 1995] entnommen. Die Konzentrationen der restlichen Güter stammen aus jener Literatur, die für die Bestimmung der Abfallflüsse verwendet wurde.

Das Blei gelangt zum überwiegenden Teil (ca. 2.200 Tonnen) über die langlebigen Konsumgüter in den Privathaushalt. Über die kurzlebigen Konsumgüter fließen 40-110 Tonnen. Das Bleilager beträgt zwischen 5.300 und 7.800 Tonnen.

Berechnung der Abfallflüsse:

Aufbauend auf der Güterbilanz für die Prozesse der Entsorgung wurden anhand von Literaturdaten, eigenen Berechnungen und Annahmen Stoffkonzentrationen für die Abfälle ermittelt.

Eine prozeßbezogenen Zusammenstellung aller bilanzierten Abfälle mit den jeweiligen Stoffkonzentrationen befindet sich im Anhang IV (Tabellen IV-8, IV-9 und IV-10).

Hausmüll, Gewerbe- und Restmüll

Für die in Tabelle 3-86 aufgelisteten Abfälle wurden für Blei und Kohlenstoff Werte aus einer am Institut durchgeführten Untersuchung [Schachermayer et al., 1995], in der die Müllzusammensetzung für Wien durch Messungen an der MVA Spittelau bestimmt wurde, herange-

zogen. Diese Konzentrationen wurden für Systemmüll ermittelt. Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, daß vor allem die Bleikonzentration im Hausmüll geringer ist, als im Rest- und Gewerbemüll aus dem Prozeß "IGD". Da die Aufteilung des in Wien anfallenden Systemmülls zwischen den Prozessen "Priv. Haushalt" und "IGD" aber auf Annahmen basiert, wurde es als nicht sinnvoll erachtet, für den Gewerbemüll eigene unterschiedliche Konzentration zu bestimmen. Daher wurden für alle hausmüllähnlichen Abfälle die Konzentrationen für Systemmüll angesetzt. Für den Bleigehalt in Abfällen von Industrie und Gewerbe (*Restmüll IGD*) wurde versucht über Schlüsselnummern eine genauere Quantifizierung durchzuführen. Angaben zu bleihaltigen Abfällen zum Zeitraum um das Jahr 1991 unterscheiden sich auf Grund der sich ändernden Gesetzeslage zum Teil so stark, daß auf ihre Einarbeitung verzichtet wurde. Der Beitrag des Prozesses "IGD", vor allem zum Bleihaushalt der Stadt Wien, ist jedenfalls noch nicht ausreichend genau bekannt. Die Konzentration für Stickstoff stammt aus [Spaun et al., 1994].

Tabelle 3-86: Abfälle mit hausmüllähnlicher Zusammensetzung

Abfälle	C	N	Pb
Hausmüll	200 g/kg	7 g/kg	0,6 g/kg
Rest- und Sperrmüll			
Gewerbe- und Restmüll			
Gewerbe- und Marktabfälle			
Spitalmüll			
Systemmüll Th.E			
Systemmüll Deponie			
Restmüll BggG			
Restmüll Export			

Getrennt gesammelte Abfälle

- Vernachlässigte Abfälle

Für die Abfälle und Güter aus Tabelle 3-87 wurden keine oder nicht alle Stoffkonzentrationen ermittelt, da sie entweder aufgrund ihres geringen Massenstromes und/oder ihrer abgeschätzten Stoffkonzentrationen für die Bilanz von geringer Bedeutung sind.

Tabelle 3-87: Abfälle mit geringer Bedeutung für die Stoffbilanzen

Altstoffe IGD	Asche IGD	Sandfanggut
Abfälle aus der Straßenreinigung	Wasser MVA und EbS	Abwasser MVA und EbS
Betriebsmittel	Eisenschrott	Altglas IGD
Rauchgasreinigungsprodukte		

- Getrennt gesammelte Altstoffe und Problemstoffe

Die Stoffkonzentrationen der in Tabelle 3-88 angeführten Abfälle wurden anhand der bekannten qualitativen und quantitativen Zusammensetzung (Tabellen IV-11, IV-12 und IV-13 im Anhang IV) berechnet. Dabei zeigen sich je nach Stoff wichtige Güter für den Gesamtinhalt der bilanzierten Elemente.

Tabelle 3-88: Stoffspezifisch wichtige Güter von Abfällen und deren Stoffkonzentrationen

	Getrennt gesammelte Altstoffe PHH	Problemstoffe	Altstoffe BggG
Kohlenstoff [g/kg]	360	460	130
wichtige Güter	Altpapier, Kunststoffe, Altholz	Alt Speiseöl, Altmotoröl, Organische Abfälle	Altpapier, Kunststoffe, Altholz
Stickstoff [g/kg]	1	7	0
wichtige Güter	Altpapier	Leergebinde, Organische Abfälle	Altpapier, Bildschirmgeräte
Blei [g/kg]	0,22	126	1
wichtige Güter	Altmetalle und Weißblech, Bildschirme	Starterbatterien	Eisenschrott

- **Altautos**

Beim Bleianteil der Altautos wurde angenommen, daß dieser Stoff hauptsächlich in den Starterbatterien vorkommt. Kabelstränge wurden somit nicht berücksichtigt, die Bleikonzentration der Karosserie ist im Vergleich zum Beitrag der Batterien klein [Baccini & Brunner, 1991]. Die Werte für Kohlenstoff [Baccini et al., 1993] und Stickstoff [Kaas et al., 1994] wurden der Literatur entnommen. Der Bleigehalt einer Starterbatterie wurde mit 12 kg angesetzt [Spanzel & Damberger, 1994].

Tabelle 3-89: Stoffkonzentrationen für Altautos

[g/kg]	C	N	Pb
Alt PKW			12
Alt LKW	80	25	3
Altautos			9,5

- **Biogene Abfälle**

Die Stoffgehalte für Biogenen Abfälle stellen übliche Werte aus der Literatur [Amlinger et al., 1993] dar. Als Transferkoeffizient der Stoffe in den Kompost wurde für Kohlenstoff 0,5, für Stickstoff 0,65 und für Blei 1 angenommen. Der Wassergehalt der Biogenen Abfälle wurde mit 60 bis 70 % abgeschätzt.

Tabelle 3-90: Stoffkonzentrationen für Biogene Abfälle, bezogen auf Trockensubstanz

[g/kg TS]	C	N	Pb
Biogene Abfälle	400	10 - 20	0,07

- Gefährliche Abfälle

Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte der gefährlichen Abfälle, die in der Sondermüllverbrennungsanlage entsorgt werden, wurden aus der bekannten qualitativen und quantitativen Zusammensetzung abgeschätzt und berechnet (siehe Tabelle IV-14 im Anhang IV). Der Bleigehalt der Abfälle wurde aus den von den EbS zur Verfügung gestellten Bleikonzentrationen der Emissionen und Reststoffe zurückgerechnet [EbS, 1995a]. Sie gelten für das Jahr 1994, in dem aber praktisch identische Mengen an Abfällen wie 1991 verbrannt wurden. Ein Vergleich der Zusammensetzung der Abfälle über die Jahre 1990 bis 1993 [Dreier et al., 1995] zeigt, daß sich zumindest in diesem Zeitraum keine wesentlichen Veränderungen eingetreten sind.

Tabelle 3-91: Grobe Bleibilanz über die Sondermüllverbrennungsanlage

Output	Abluft	Abwasser	Schlache und Asche	Rauchgasreinigungsprodukte	Summe Output
Konzentration [ppm]		0,01	1513	1650	
Fracht [t/a]	0,097	0,003	59	1,1	60
Input			Dickschlamm	Gefährliche Abfälle	Summe Input
Konzentration [ppm]			120	710	
Fracht [t/a]			6,8	53	60

Die Stoffkonzentrationen der gefährlichen Abfälle, die einer chemisch-physikalischen Behandlung zugeführt werden, konnten nicht ermittelt werden. Mit 21.000 t/a Gesamtmasse ist nicht auszuschließen, daß sie einen relevanten Beitrag zum Stoffhaushalt leisten.

Abschätzung der Stickoxidemissionen der Entsorgung

Analog zur Energieträgerbilanz wurden in der Produktions- und Konsumgüterbilanz für Verbrennungsprozesse nur Stichoxid assoziierte Stickstoffflüsse berücksichtigt. Anders als bei den meisten Verbrennungsprozessen werden in den Müllverbrennungsanlagen durch katalytische Entstickungsanlagen ein bedeutender Anteil der Stickoxide reduziert, sodaß nur rund 1 % des Stickstoffinputs als Stickoxid emittiert wird.

Tabelle 3-92: Abschätzung der Stickoxidemissionen der Wr. Müllverbrennungsanlagen

	Reingas	Dichte [kg/m ³]	NO _x [mg/Nm ³]	NO _x [t/a]	N ₂ [t/a]
MVA	3.100.000	1,3	100	240	73
EbS	2.900.000			140	43

Als mittlere Stickoxidkonzentration der Müllverbrennungsanlagen Spittelau und Flötzersteig wurde für 1991 unter Berücksichtigung der jeweiligen Emissionsfaktoren und entsorgten Müllmengen 100 mg/Nm³ angenommen. Heute liegen diese Konzentrationen durch den Einbau der Denox-Anlage im Flötzersteig wesentlich unter dem gesetzlich festgelegten Grenzwert von 100 mg/Nm³. Die Stickoxidfracht der Sondermüllverbrennungsanlage ist eine Angabe der EbS [EbS, 1995a] und gilt für das Jahr 1994.

Lager

Für das Lager der Deponien ist nur die qualitative Zusammensetzung bekannt. Ausgehend von den Stoffkonzentrationen für Hausmüll (Systemmüll), Bauschutt, Erdaushub, Aschen und Schlacken wurde eine mittlere Stoffkonzentration für das Lager angenommen, wobei die Flüchtigkeit von Kohlenstoff und Stickstoff grob berücksichtigt wurde.

Tabelle 3-93: Stoffkonzentrationen von auf Deponien abgelagerten Abfällen und mittlere Konzentration des Lagers

[g/kg]	C	N	Pb
Hausmüll	200 - 250	7	0,6
Bauschutt	93	n.b.	0.63
Erdaushub	2,2	0,2	0,03
Aschen	20	0,4	10
Schlacken	50	0,4	2
Lager	85	3,7	0,5

Mit der durchschnittlichen Konzentration ergibt sich ein Lager für Kohlenstoff mit 4,6 Mio t, für Stickstoff mit 0,2 Mio t und für Blei mit 30.000 t (vergl. Tabelle IV-15 im Anhang IV).

Zusammenfassung der wichtigsten Abfälle

Tabelle 3-94: Güterfluß, Stoffkonzentrationen und Stoffflüsse der wichtigsten Abfälle

	Güter 1.000 t/a	C g/kg	N g/kg	Pb g/kg	C t/a	N t/a	Pb t/a
Hausmüll	308	200	7	0,6	61.600	2.156	185
Getrennt gesammelte Abfälle PHH	221	250	8,2	4,1	54.220	1.807	904
Gewerbe- und Restmüll	551	200	7	0,6	110.200	3.857	331
Getrennt gesammelte Abfälle IGD	154	160	9	0,7	25.212	1.368	115
Abfälle Th.E	367	220	8	0,6	82.310	2.983	223
Abfälle Deponie	260	170	6	0,5	43.800	1.533	131
Abfälle BggG	157	160	4	0,6	25.416	689	95
Dickschlamm	170	136	26	0,12	21.500	4.350	7
Gefährliche Abfälle Imp.	48	530	19	0,7	25.440	912	53
Aschen und Schlacken	135	20	0,3	2	2.700	38	263
Altpapier + Altautos + Starterbatterien	149	288	13	6	43.000	1.986	932
Restmüll Export	300	200	7	0,6	60.000	2.100	180
Restmüll BggG	80	200	7	0,6	16.120	564	48
Altstoffe Export	44	130	0	1	5.864	-	46
Kompost	15	120	5	<0,1	2.100	75	1

4 Ergebnisse

4.1 Güterbilanz

4.1.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz

Der gesamte Input an Gütern betrug im Jahre 1991 rund 45 Mio. t. Dies entspricht pro Wiener knapp 30 t. Der größte Teil dieses Güterflusses besteht aus Luft. Die gesamte Luftmenge, die in Wien im Jahre 1991 zur Umwandlung von Energie eingesetzt worden ist, hat eine Größe von 42 Mio. t. Der gesamte Energieträgerbedarf der Stadt Wien betrug 1991 rund 3 Mio. t. Dies bedeutet pro Wiener einen jährlichen Energieträgerfluß von 2 t oder 7 % des gesamten Güterinputs. Ungefähr ein Drittel der Energieträger wird im Verkehrswesen einerseits zur Befriedigung der Mobilität (Personenverkehr) und andererseits zur Versorgung der Stadt mit Gütern (Güterverkehr) eingesetzt. Zwei Drittel fließen in die Erzeugung von Raumwärme, Prozeß- und Antriebsenergie. Der Energieträgerfluß der außerhalb von Wien gelegenen Privathaushalte zur Befriedigung der Mobilität innerhalb von Wien (Prozeß „IWEP- PHH“) ist von vernachlässigbarer Größe (<1 %).

Durch die Transformation der in Wien eingesetzten Energieträger in Nutzenergieformen, werden rund 45 Mio. t Abluft innerhalb der Stadtgrenze in die Atmosphäre exportiert. Diese Abluft ist Trägermedium einiger wichtiger umweltrelevanter Verbindungen (CO₂, NO_x, CO, Schwermetalle etc.). Die in Wien konsumierten, aber nicht innerhalb der Stadtgrenzen eingesetzten Energieträger (EWIP-Prozesse) werden über die Systemgrenze exportiert. Diese Menge ist in der Größenordnung von 0.7 Mio. t nicht vernachlässigbar.

Der Vergleich des Energieträgerverbrauchs der Privathaushalte mit Industrie, Gewerbe und Dienstleistung (Prozeß „Restl. IGD“) zeigt, daß rund 60 % der Energieträger durch den Prozeß "Restl. IGD" und ca. 40 % durch die Wiener Privathaushalte fließen.

Im Prozeß „Priv. Haushalt“ werden rund 45 % der eingesetzten Energieträger zur Befriedigung der Mobilität und 55 % zur Befriedigung des Bedürfnisses nach Wohnen eingesetzt. Davon wird wiederum der Hauptanteil (70 - 80 %) zur Bereitstellung von Raumwärme benötigt.

Im Prozeß „Restl. IGD“ hingegen werden weniger als 25 % der eingesetzten Energieträger für Transporttätigkeiten verwendet, der Großteil (rund 75 %) wird zur Erbringung von Raumwärme und Dienstleistungen eingesetzt. Wie im Privathaushalt wird auch im Prozeß "Restl. IGD" der Hauptanteil der Brennstoffe für Heizzwecke eingesetzt (ca. 50 %).

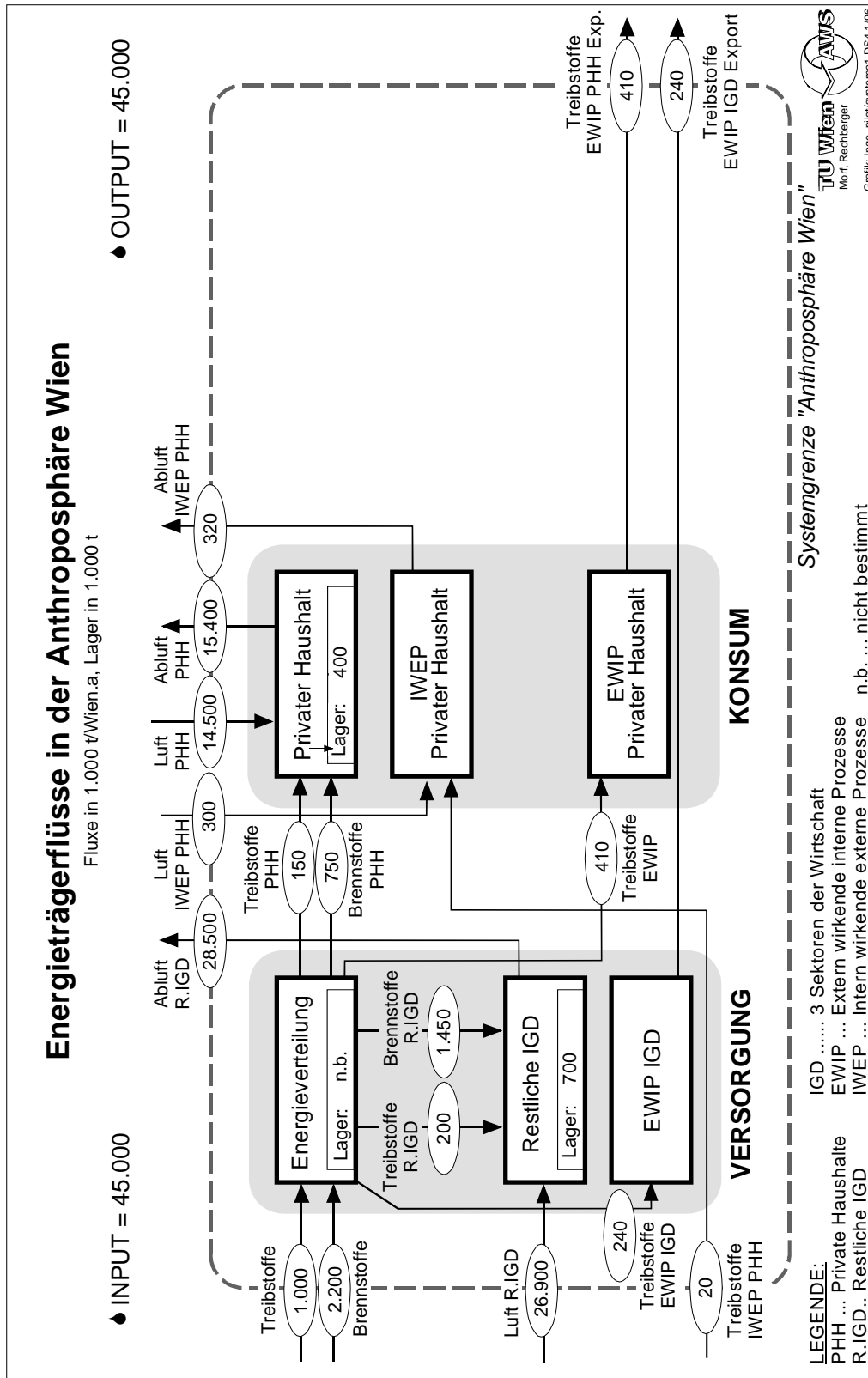


Abbildung 4-1: Energieträgerbilanz des „anthropogenen Stoffhaushaltes“ der Stadt Wien in 1.000 t

Ein Vergleich der Treibstoffverbräuche aller intern wirksamen („Restl. IGD“, „Priv. Haushalt“, „IWEPP-PHH“) mit den extern wirksamen („EWIP IGD“, „EWIP-IGD“) Prozessen zeigt, daß unter den getroffenen Annahmen (Referenzszenario für den Verkehr) rund 70 % der Energieträger nicht in der Stadt selber verbraucht werden. Da die Datenlage für diese Aussage sehr lückenhaft ist und auf vielen Annahmen beruht, wurde neben dem Referenzszenario noch ein weiteres Verkehrsszenario betrachtet. Der Vergleich dieser beiden Szenarien wird erst auf stofflicher Ebene diskutiert und ist im Anhang I.2 dokumentiert.

4.1.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz

Der Baumaterialienimport nach Wien betrug 1991 zwischen 7,7 Mio. und 16 Mio. Tonnen. Das durch die Bautätigkeit anfallende und umgelagerte *Bodenmaterial* belief sich auf 4 bis 4,6 Mio. Tonnen, d.h. insgesamt bewegte sich der Import zwischen 10 und 20 Mio. Tonnen.

Von dem innerhalb von Wien ausgehobenen *Bodenmaterial* (4 - 4,6 Mio. Tonnen), wird der größte Teil (ca. 85 %) deponiert. Lediglich 15 % (0,7 Mio. t) an Bodenaushub wurden innerhalb der Stadt zur Wiederbefüllung von Baugruben verwendet. Insgesamt verließen 3,9-4,6 Mio. t an *Baurestmassen* das System, wovon ein Großteil in Deponien rund um Wien abgelagert wurde. Der Rest wurde dem Recycling zugeführt.

Im Prozeß „Hoch- und Tiefbau“ wurden 0,6 Mio. Tonnen der Bauwerke aus dem privaten Haushalt und zwischen 1,6 und 2 Mio. Tonnen aus dem Prozeß „IGD“ abgebrochen oder umgebaut. Diese Umbau- bzw. Abbruchtätigkeit im Hoch- und Tiefbau ergab einen Baurestmassenfluß (Baurestm. II H&TB) in die Entsorgung von 2,2 bis 2,6 Mio. Tonnen.

Stellt man die 10 bis 20 Mio. t importierten Bau- und Bodenmaterial den etwa 5 Mio. exportierten Tonnen gegenüber, verbleiben jährlich zwischen 5 und 15 Mio. Tonnen im System. Dieser Lagerzuwachs teilt sich einerseits in den Baumaterialienverbrauch (5 - 13,8 Mio. t) der Neu- und Umbauten des Hoch- und Tiefbaues, andererseits in die Baurestmassenentsorgung (2 - 2,5 Mio. t) auf die Deponien innerhalb des Systems. Das in Wien erfaßte Lager an verbauten Baumaterialien hatte ein Gewicht von 487 Mio. Tonnen. Der Großteil des Lagers (410 Mio. t) besteht aus dem Hochbau. Es befindet sich zu jeweils etwa 50 % in den Prozessen „Privater Haushalt“ und „IGD“. Das Lager im Tiefbau konnte nur unvollständig erhoben werden, etwa 80 Mio. Tonnen konnten identifiziert werden.

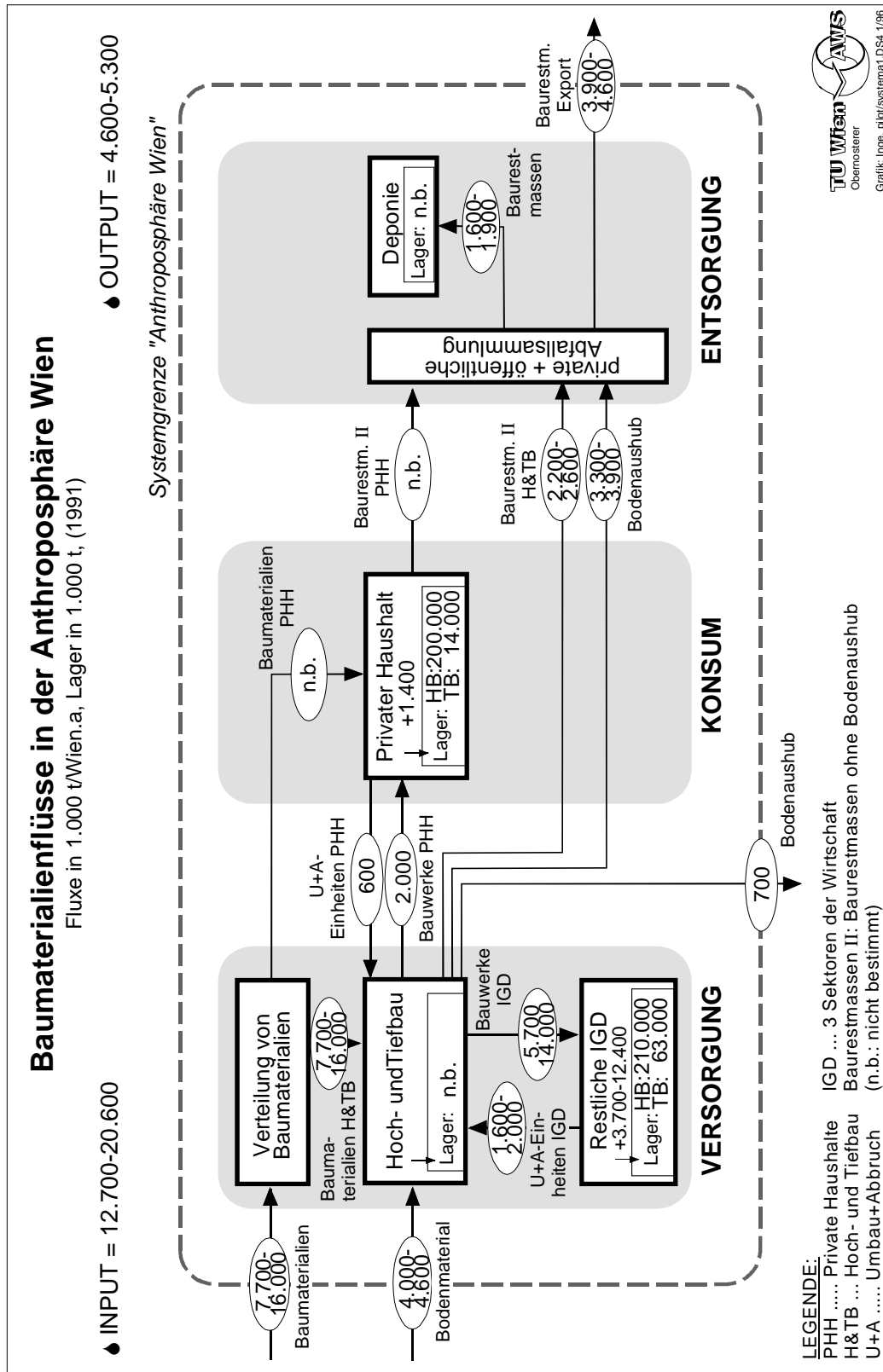


Abbildung 4-2: Baumaterialienbilanz des „anthropogenen Stoffhaushaltes“ der Stadt Wien in 1.000 t

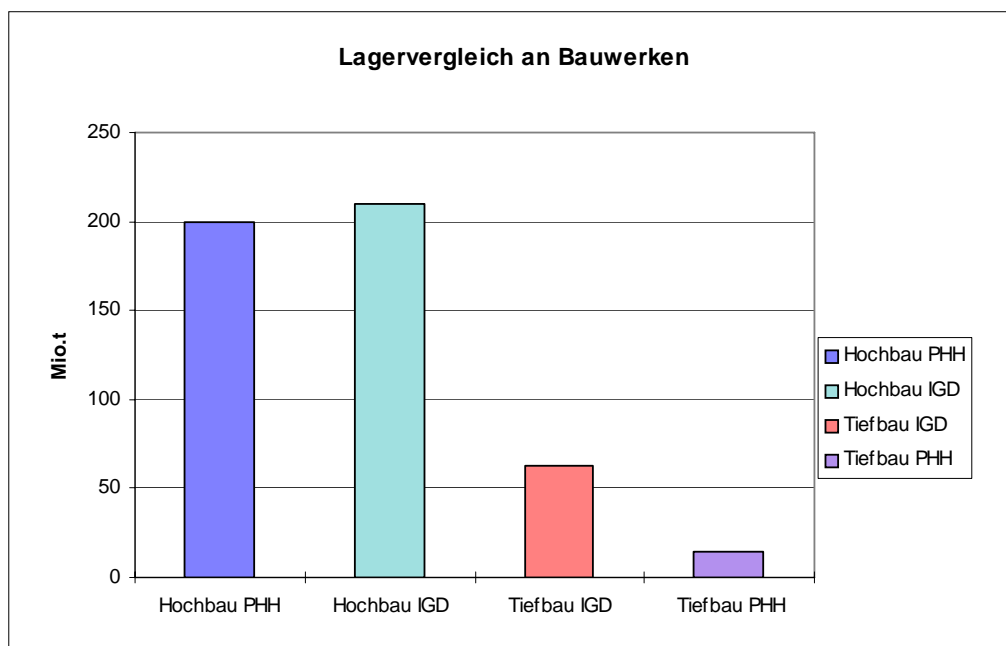


Abbildung 4-3: Vergleich der Lager im Hoch- und Tiefbau in Wien, 1991

Vom gesamten Baumaterialienimport (7,7-16 Mio. t) wurden im Hoch- und Tiefbau etwa 2 Mio. Tonnen für den Privathaushalt verbaut. Die restliche Menge (5,7 bis 14 Mio. t) an Bauwerken wurde dem Prozeß „IGD“ zugerechnet. Der Lagerzuwachs im Prozeß „Privater Haushalt“ betrug 1991 0,7 %, im Prozeß „IGD“ 1,5 bis 4,8 %.

4.1.2.1 Teilsystem - Wasserbilanz

Der größte anthropogene Wasserfluß Wiens ist das *Rohabwasser* (1991: 196 Mio. m³). Es setzt sich aus dem häuslichen (ca. 40 %) und betrieblichen Abwasser (max. 30 %), der Infiltration von Fremdwasser in das Kanalsystem (ca. 15 %) und dem Regenwasser aus der Entwässerung von Dach- und Hofflächen und aus Straßenabläufen (ca. 15 %) zusammen.

Praktisch gleich groß dem Rohabwasser ist die Wassermenge im Ablauf der Kläranlagen, nur etwa 0,1 % des Wassers verlassen im Klärschlamm die Abwasserreinigungsanlage und werden thermisch entsorgt.

Nach dem Rohabwasser und dem Ablauf der Kläranlagen ist der Import von Quell- und Oberflächenwasser durch die Wasserversorgung mit rund 140 Mio. m³ der drittgrößte Wasserfluß. Diese Menge entspricht 55 % des Jahresniederschlages. Vergleicht man diese Menge (reduziert um die 176 Mio. m³ Wasser durch Evapotranspiration [Dörflinger et. al., 1995], die oberflächlich abfließt oder in den Untergrund bzw. das Grundwasser versickert mit dem gesamten Wasserverbrauch in Wien von 1991, so erkennt man, daß das natürliche Wasserangebot weniger als 60 % des Wasserverbrauches der Stadt beträgt.

Rund 90 % des Gesamtwasserverbrauches in Wien werden durch die öffentliche Wasserversorgung abgedeckt. Bei Industrie und Gewerbebetrieben (ohne Kleingewerbe) ist der Anteil an Eigenversorgung bedeutend und liegt mit 16 Mio. m³ bei knapp 60 %.

Bemerkenswert ist der hohe Importanteil an Trinkwasser von rund 90 % des Gesamtwasserverbrauches. Dieses importierte Quellwasser ist damit die mit Abstand bedeutendste Trinkwasserressource.

Der größte Wasserverbraucher sind die Privathaushalte, die mit 83 Mio. m³ rund 50 % des in Wien verbrauchten Wassers konsumieren. Industrie und Gewerbe verbrauchen etwa 40 % des geförderten Wassers. Für die Wasserversorgung der Industrie spielt die Eigenversorgung mit rund 16 Mio. m³ Wasserförderung eine wichtige Rolle.

Die Leitungsverluste des öffentlichen Wasserleitungsnetzes sind mit rund 6 % der gesamten durch die Wasserwerke bereitgestellten Wassermengen als niedrig zu bewerten.

Ohne größere Bedeutung für die Wasserbilanz (Anteil jeweils kleiner als 5 % des Gesamtwasserverbrauches) sind der Werkseigenverbrauch, der gasförmige Wasserverlust in den Privathaushalten in die Atmosphäre, die Entwässerung des Stadtgebietes über die Trennkanalisation, der Export von Trinkwasser, der Verbrauch an Wasser in der thermischen Entsorgung, die Entsorgung von Abwässern über Senkgruben sowie die im Klärschlamm enthaltene Wassermenge.

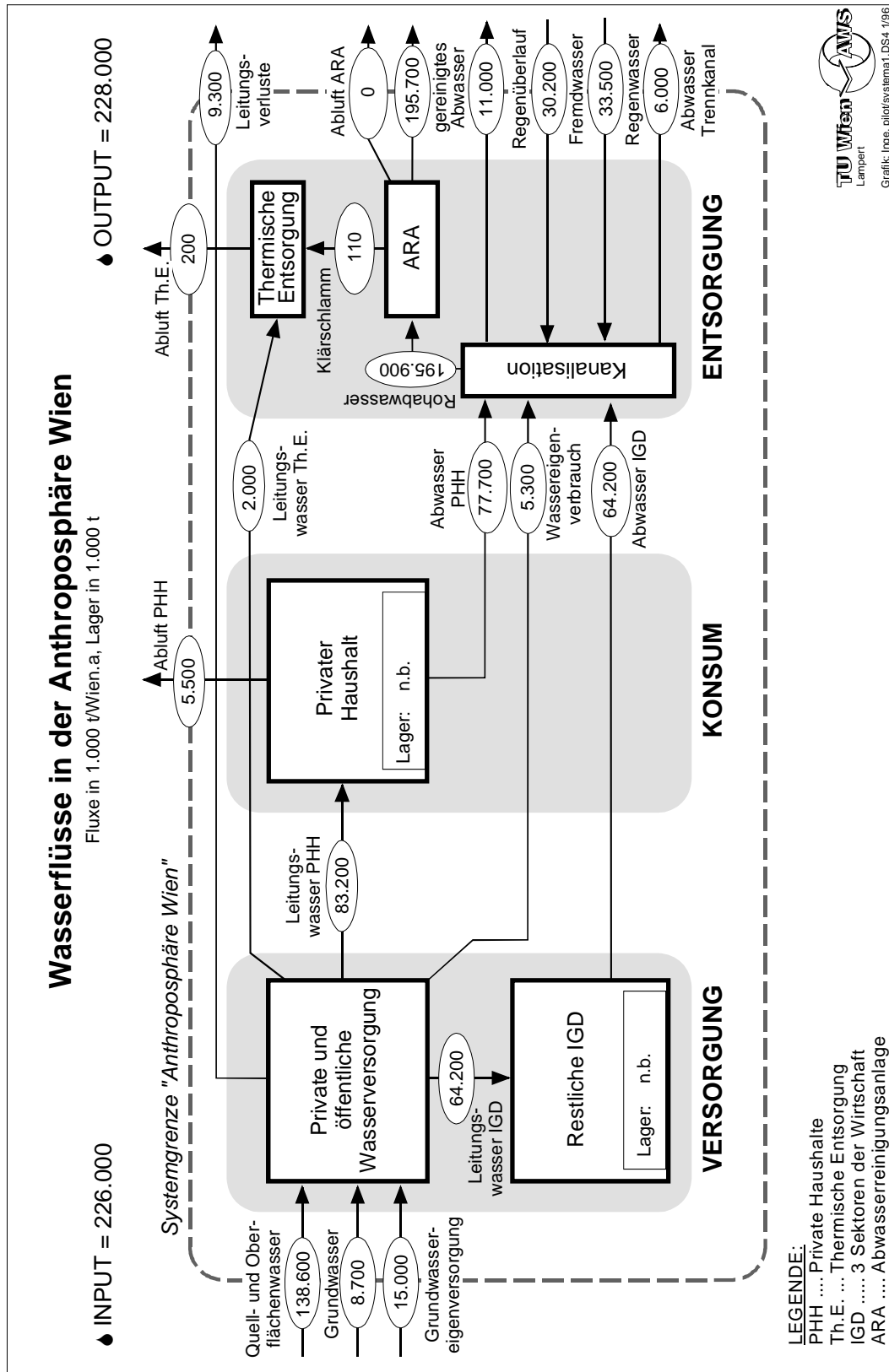


Abbildung 4-4: Wasserbilanz des „anthropogenen Stoffhaushaltes“ der Stadt Wien in 1.000 t

4.1.2.2 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz

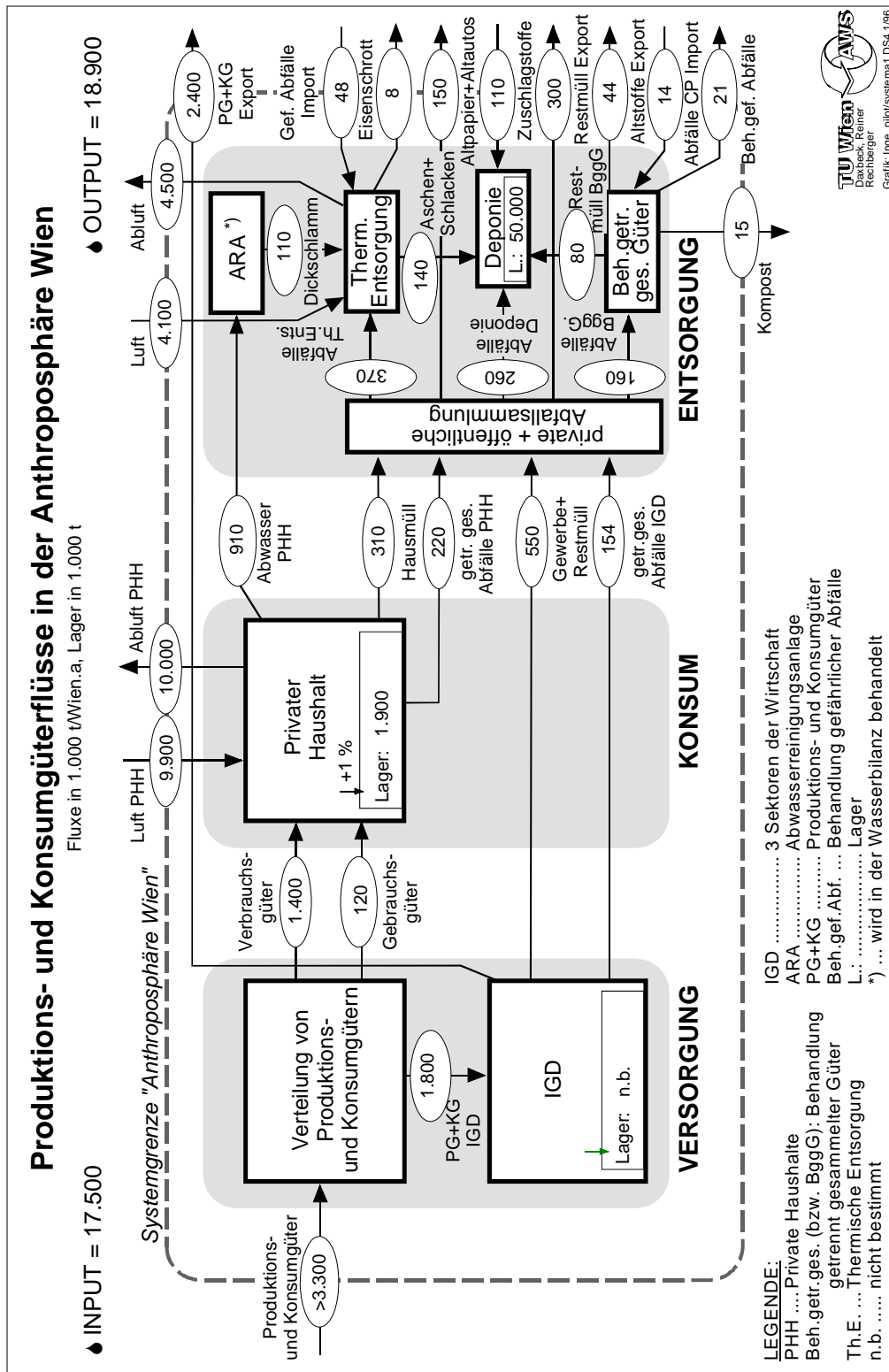


Abbildung 4-5: Produktions- und Konsumgüterbilanz des „anthropogenen Stoffhaushaltes“ der Stadt Wien in 1.000 t

Die größten Güterflüsse in der Produktions- und Konsumgüterbilanz sind mit dem Luftverbrauch der Prozesse „Privater Haushalt“ und „Thermische Entsorgung“ verbunden. Der Luftverbrauch im Privathaushalt besteht aus der menschlichen Atmung und ist rund 7 mal größer als der Bedarf an Konsumgütern. Die veratmete Luftmenge des Privathaushaltes ist rund 7 mal größer als alle festen und flüssigen Abfälle dieses Prozesses. In Summe machen die Luftimporte rund 80 % aller Inputflüsse und die Abluft rund 85 % aller Outputflüsse in der Produktions- und Konsumgüterbilanz aus.

Die Güterflüsse, die durch den Prozeß „IGD“ fließen liegen eine Größenordnung unter der Luft. Der Summe der in den Prozeß „IGD“ gelangenden Produktions- und Konsumgüter steht die Menge der hergestellten Produktions- und Konsumgüter und ihre Aufsplittung nach Branchen gegenüber. Bei den Produktionsgütern der Industrie und Gewerbestatistik ist das Wasser als Rohstoff für Produkte nicht inkludiert. Das führt vorallem bei der Nahrungs- und Genußmittelbranche zu einem zu niedrigen Roh- und Hilfsstoffeinsatz an den gesamt eingesetzten Produktionsgütern von Industrie und Gewerbe.

Die Produktion von Wiener Industrie und Gewerbe (Produktion von Konsumgütern und Produktionsgüter) liegt bei 2,4 Mio. t (die Anteile der einzelnen Branchen sind in Abbildung 4-6 dargestellt). Damit liegt sie in derselben Größenordnung wie der Verbrauch an Konsumgütern durch die Wiener Privathaushalte. Die Betrachtung der Produktion nach Branchen zeigt, daß die gesamte Produktion von der Nahrungs- und Genußmittelbranche dominiert wird. Sie deckt fast die Hälfte der Wiener Produktion ab. Die andere Hälfte der Konsumgüter wird von der Chemiebranche (24 %), der metallbe- und -verarbeitenden Branche (inkl. der Nichteisenmetallindustrie) und der Papierbranche produziert. Eine hinsichtlich der Produktionsmenge untergeordnete Rolle spielen die Glasbe- und -verarbeitung (<1 %, wurde in dieser Abbildung nicht berücksichtigt), die Bekleidungs- und Textilbranche und die Holzverarbeitung.

An mobilen, festen Gütern gelangen ca. 1,5 Mio. Tonnen in die Privathaushalte, wobei über 90 % davon aus kurzlebigen Gütern bestehen, die praktisch ohne große Aufenthaltszeit (< 1 Jahr) die Privathaushalte wieder verlassen. Der größte Teil (ca. 60 %) der Güter fließen über das Abwasser aus dem Haushalt. Die restlichen 10 % tragen zu dem Aufbau des Lagers bei. In den Wiener Haushalten hat sich ein Lager von knapp 2 Mio. Tonnen an mobilen Gütern angehäuft. Aufgrund früher durchgeführter Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, daß dieses gegenwärtig noch immer im Steigen (+1 %) begriffen ist.

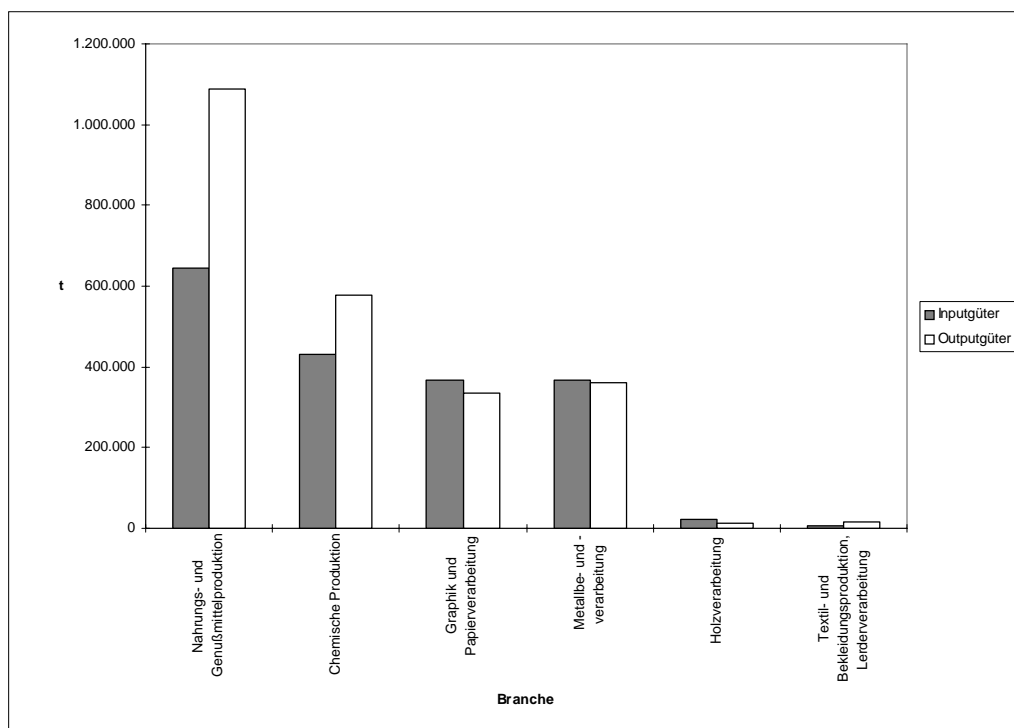


Abbildung 4-6: Anteil der einzelnen Branchen am In- und Output der Produktions- und Konsumgüterbilanz in %

Auf die große Unsicherheit bei der Erfassung der Abfälle im Prozeß „IGD“ und die daraus resultierenden Annahmen wurde bereits hingewiesen. Von den jährlich rund 1,2 Mio. t/a Abfällen, wurden etwa 13 % einer Wiederverwertung zugeführt.

Tabelle 4-1: Wiederverwertete Güter (Abfälle) in der Anthroposphäre Wien

	1991	1993
	[t/a]	[t/a]
Eisenschrott	7.800	11.770
Altpapier	74.000	92.000
Altstoffe	44.000	60.000
Biogene Abfälle	25.000	58.000
Gesamt	150.800	221.770

Ein Vergleich der Sammelleistung 1991 mit 1993 zeigt, daß diese auf etwa 1/5 der eingesammelten Abfallmenge steigt, was eine Entlastung für den Deponieraum in Wien bedeutet. Eine zusätzliche Entlastung wird durch die Verbrennung von *Gefährlichen Abfällen* und vor allem von *Systemmüll* bewirkt. Wurden 1991 etwa 72 % des *Systemmülls* thermisch verwertet, konnte dieser Anteil in den Folgejahren gesteigert (1993 an die 90 %) und somit der Anteil an hausmüllähnlichen Abfällen im Vergleich zu verfestigten *Aschen und Schlacken* und anderen als reaktionsärmer einzustufenden Abfällen (*Sandfanggut, Abfälle aus der Straßenreinigung, Bauschutt und Erdaushub*) verringert werden.

4.1.2.3 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien

Obwohl von Städten als Dienstleistungszentren ein geringer Güterumsatz von Industrie und Gewerbe zu erwarten wäre, hat die Berechnung der Güterbilanz gezeigt, daß Industrie und Gewerbe in Wien einen hohen Güterumsatz hat. In die Stadt Wien gelangen jährlich etwa 300 Mio. Tonnen an Gütern. Pro Wiener ergibt das einen anthropogenen Güterfluß von knapp 200 t/Einwohner und Jahr. Ungefähr 75 % des Güterinputs ist Wasser, knapp 18 % besteht aus Luft, der Import an Baumaterialien beläuft sich auf 2 bis 5 %. Der Beitrag der Produktions- und Konsumgüter ist kleiner als jener des in Wien bewegten Bodenmaterials und liegt bei etwa 1 %.

Vom gesamten Import an Gütern fließen knapp 40 % in die Privathaushalte und zwischen 35 und 40 % in Industrie und Gewerbe. Der Anteil des Regen- und Fremdwassers liegt bei knapp über 20 %. Betrachtet man den Güterumsatz nach Branchen und vergleicht sie mit dem Privaten Haushalt, so sind die Privathaushalte der wichtigste Prozeß für den anthropogenen Güterfluß durch die Stadt Wien.

Das anthropogene Güterlager der Stadt Wien beträgt knapp über 500 Mio. Tonnen. Pro Kopf ergibt dies eine Menge von 350 Tonnen. Das Lager an Gütern in der Anthroposphäre wächst jährlich um etwa 1 - 3 %. Aufgrund der getroffenen Annahmen entfällt der größte Teil des Lagers in Form von Baumaterialien auf Industrie und Gewerbe. Der Anteil der Deponie am gesamten anthropogenen Lager liegt bei knapp 10 % und wächst jährlich um etwa 1 %.

Von den knapp 300 Mio. Tonnen an Abfällen, verläßt praktisch die gesamte Menge die Anthroposphäre von Wien. Der größte Teil (76 %) läuft über das Abwasser aus der Stadt, der Output über die Luft beträgt ca. 20 % und an festen Abfällen werden knapp 2 % exportiert. Etwa 0,2 % der festen, flüssigen und gasförmigen Abfälle werden in Wien deponiert.

Der In- und Output des Prozesses „IGD“ paßt nicht zusammen. Dem auf Basis der Industrie- und Gewerbestatistik erhobenen Input von 1,8 Mio. Tonnen steht ein Output von 2,4 Mio. Tonnen gegenüber, d.h. es verlassen um 600.000 Tonnen mehr an produzierten Konsum- und Produktionsgütern die Anthroposphäre der Stadt als in sie hineinfließen.

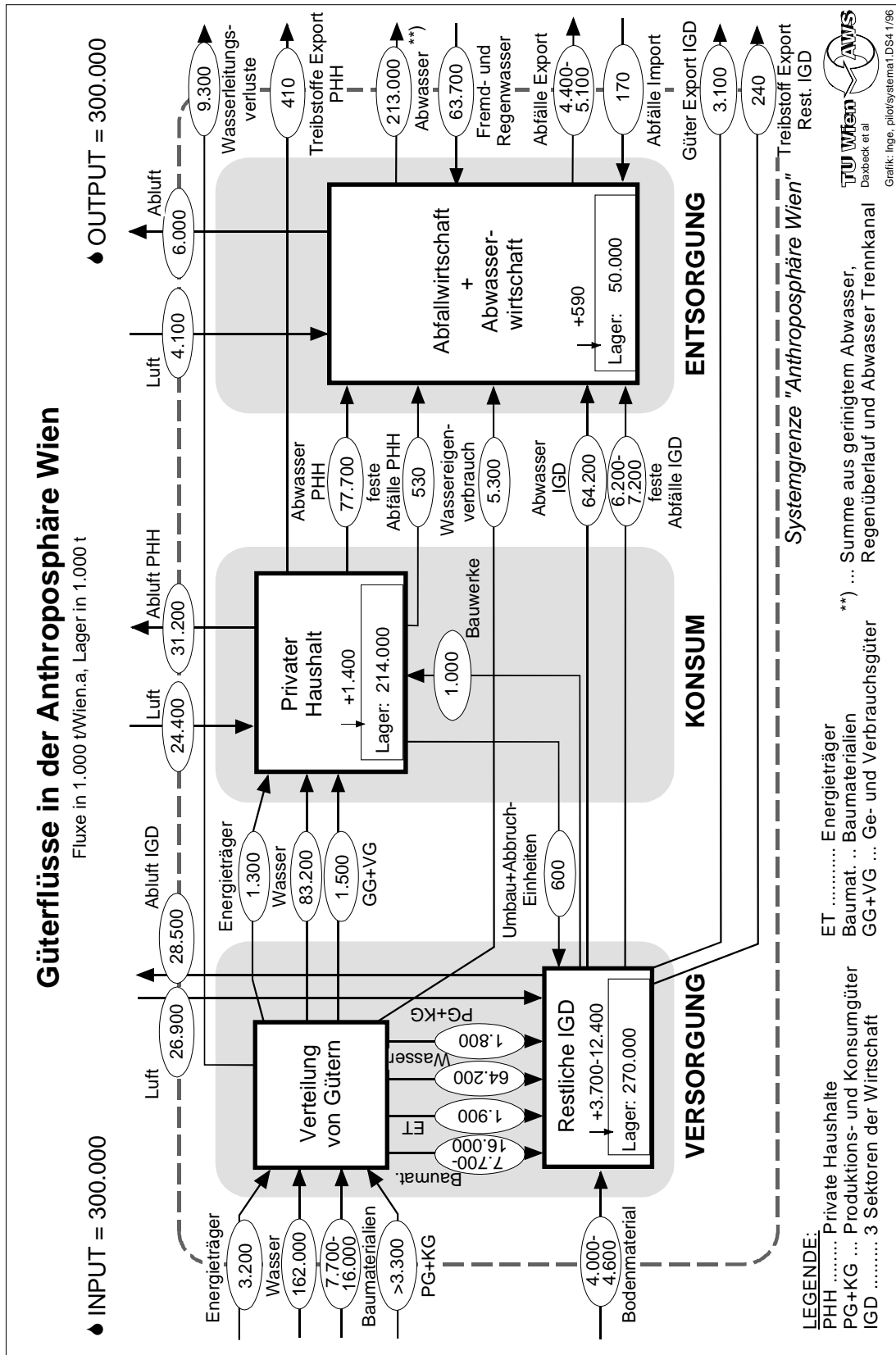


Abbildung 4-7: Güterbilanz des „anthropogenen Stoffhaushaltes“ der Stadt Wien in 1.000 t

4.2 Stoffbilanzen

4.2.1 Kohlenstoff

4.2.1.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz

Kohlenstoffflüsse sind bei Verbrauch an fossilen Energieträgern direkt proportional zum Kohlenstoffgehalt der verwendeten Brenn- und Treibstoffe. Sie repräsentieren mehr oder weniger direkt proportional den Verbrauch von fossilen Energieträgern. Nicht berücksichtigt werden in einer Kohlenstoffbilanz nichtfossile Primärenergieformen (Wasserkraft, Nuklearenergie etc.) oder importierter Strom als Endenergie. Es ist daher nicht zulässig, die ermittelte C-Bilanz als Abbild für Energieverbrauch schlechthin anzusehen.

Total gesehen fließt pro Jahr ca. 2,6 Mio. t brenn- und treibstoffgebundener Kohlenstoff ins System der Stadt Wien. Rund 1/3 davon (870.000 t/a) ist als Kohlenstoff in Treibstoffen gebunden und dient der Abdeckung der Mobilität der Wiener, rund 2/3 (1.700 Mio. t/a) im Brennstoff gebundener Kohlenstoff ermöglicht Aktivitäten und die Befriedigung von Bedürfnissen in der „Versorgung“ (Arbeiten) und im Bereich „Konsum“ (Wohnen).

Gut 80 % (2.000.000 t/a) des total importierten Kohlenstoffs werden unter den in dieser Studie getroffenen Annahmen durch Transformationen im System in die Atmosphäre emittiert. Die restlichen 20 % (555.000 t/a) werden unter den im Referenzszenario für den Wiener Individual- und Güterverkehr getroffenen Annahmen über die Systemgrenzen exportiert und außerhalb der Systemgrenzen der Stadt Wien emittiert. Die in dieser Studie definierten EWIP-Prozesse spielen dabei eine nicht unbedeutende Rolle. Treibstoffgebundener, importierter Kohlenstoff wird dabei zu mehr als 60 % über die Systemgrenzen exportiert. Brennstoffgebundener Kohlenstoff hingegen zu 100 % im System emittiert. Selbst in einem zweiten betrachteten Szenario sinkt der Anteil der außerhalb emittierten Menge auf nicht weiter als 14% des gesamten energieträgergebundenen Kohlenstoffexportes, was immer noch einen nicht unbedeutenden Anteil darstellt.

IWEP-Prozesse können bei den getroffenen Annahmen in erster Näherung vernachlässigt werden (<1 % des gesamten Kohlenstoffimports).

Rund 60 % (1.530.000 t/a) des energieträgergebundenen Kohlenstoffes fließen aus der Versorgung in den Prozeß „Restliche IGD“. Die anderen 40 % (1.060.000 t/a) gehen in die Prozesse „PHH“ und „EWIP PHH“. Dabei wird treibstoffgebundener Kohlenstoff zu rund 45 % (382.000 t/a) vom Prozeß „Restliche IGD“ zu Versorgungszwecken (Straßengüterverkehr) umgesetzt und zu rund 55 % (483.000 t/a) vom Privaten Haushalt (Prozesse „PHH“ und „EWIP PHH“) zur Befriedigung von Mobilitätswzwecken emittiert. Brennstoffgebundener Kohlenstoff teilt sich hingegen zu 2/3 (1.1147.000 t/a) auf den Prozeß „Restliche IGD“ und 1/3 (579.000 t/a) auf den Prozeß „PHH“ auf.

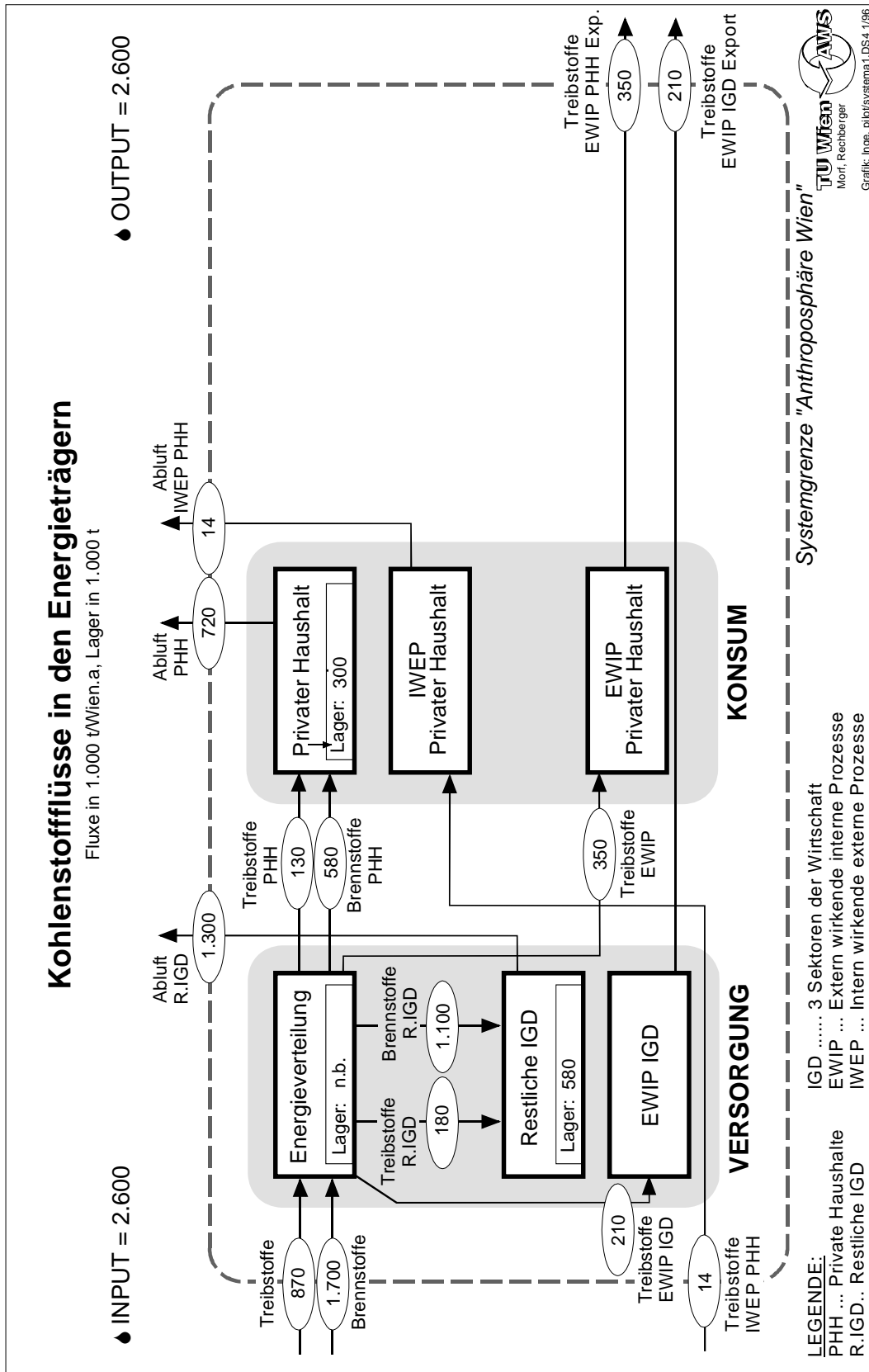


Abbildung 4-8: Kohlenstoffflüsse in den Energieträgern in 1.000 t

Für die Energieträgerbilanz gibt es innerhalb der Systemgrenzen keine Senke für Kohlenstoff. Die Lager dienen praktisch (mit Ausnahme des nicht bekannten Lagers im Prozeß „Energieverteilung“) der kurzzeitigen Speicherung von Energie. Die Lagerbestimmung für energieträgergebundenen Kohlenstoff wurde grob mit rund 1 Mio. t abgeschätzt. Die durchschnittliche Aufenthaltszeit des Kohlenstoffs im System beträgt demnach weniger als ein Jahr.

Akkreditiert man den „Wienern“ den von ihnen außerhalb der Stadtgrenzen in die Luft emittiert Kohlenstoff, so erhöht sich die totale Menge auf rund 2,6 Mio. t C/a. Dies würde bedeuten, daß 1991 jeder Wiener rund 1.700 kg energieträgergebundenen Kohlenstoff emittiert hat.

4.2.1.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz

Der Kohlenstoffimport über die Baumaterialien nach Wien betrug zwischen 0,7 und 1,5 Mio. Tonnen. Durch das anfallende und umgelagerte Bodenmaterial der Bautätigkeit ergab sich ein Kohlenstoffimport von 10.000 Tonnen, d.h. dieser C-Import liegt um ca. 2 Größenordnungen unter dem C-Import über die Baumaterialien. Insgesamt verließen in den Baurestmassen 150.000 bis 190.000 t Kohlenstoff das System.

In der Stadt verbleiben jährlich etwa 1 Mio. t Kohlenstoff. Dieser Lagerzuwachs teilt sich einerseits in den Baumaterialienverbrauch (ca. 90 %) der Neu- und Umbauten des Hoch- und Tiefbaus, andererseits in die Baurestmassenentsorgung (ca. 10 %) innerhalb des Systems auf die Deponien. Das in Wien erfaßte Kohlenstofflager in der Bausubstanz betrug 45 Mio. Tonnen.

Durch die Bautätigkeit wurden für den Privathaushalt etwa 0,2 Mio. t, für den Prozeß „IGD“ 0,3 bis 1,15 Mio. t Kohlenstoff verbaut. Die Umbau- bzw. Abbruchtätigkeiten ergaben in den Baurestmassen (Baurestm. II H&TB) einen Kohlenstofffluß von 200.000 bis 250.000 t.

Unter der Annahme, daß der organische Kohlenstoffgehalt der Baumaterialien im Durchschnitt 6 % beträgt, sind in Wien etwa 30 Mio. t organischer Kohlenstoff in den Bauwerken gebunden. In Bezug auf den gesamten Kohlenstoff muß an dieser Stelle erwähnt werden, daß aufgrund der geologischen Verhältnisse im Wiener Raum der Anteil des anorganischen Kohlenstoffes höher liegen könnte und dem ermittelten C-Lager von 45 Mio. t noch ein Anteil an anorganischen Kohlenstoff zuzurechnen wäre. Nach einer ersten groben Abschätzung mit Wiener Daten könnte das Gesamtkohlenstofflager etwa 65 Mio. t betragen. Es kann nach den vorliegenden Erhebungen für die Bausubstanz Wiens nicht gefolgert werden, in welchem Verhältnis der organische zum anorganischen Kohlenstoff steht. Für die getroffenen Schlußfolgerungen wurde davon ausgegangen, daß aufgrund der gewählten Bandbreite der Baumaterialienbilanz die Menge an Kohlenstoff in der richtigen Größenordnung erfaßt worden ist.

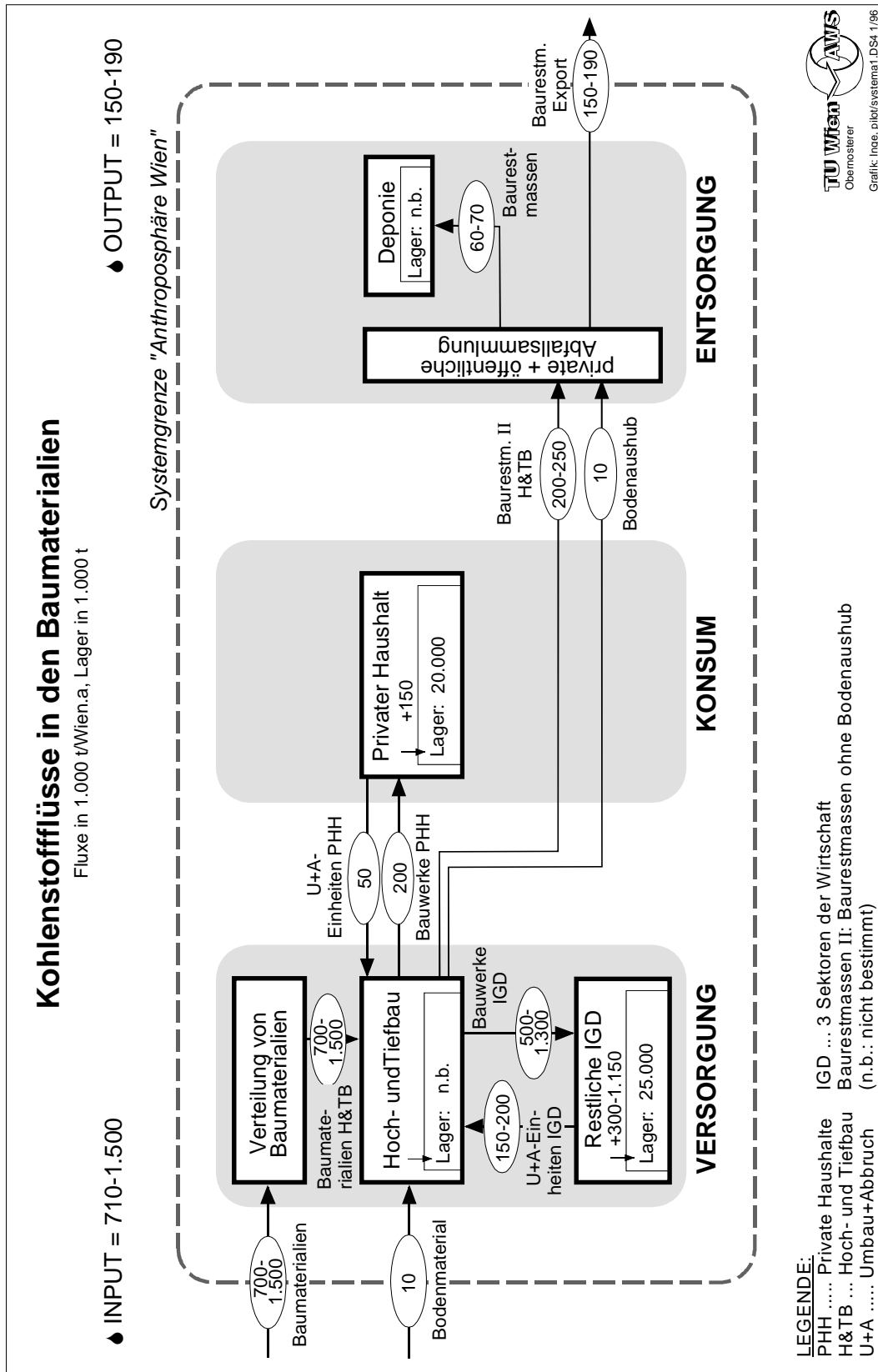


Abbildung 4-9: Kohlenstoffflüsse in den Baumaterialien in 1.000 t

4.2.1.3 Teilsystem - Wasserbilanz

Der größte Kohlenstoffemittent in die Kanalisation sind die Privaten Haushalte mit insgesamt 28.500 bis 29 000 t C/a. Ihr Anteil an der Gesamtkohlenstoffbelastung des Abwassers beträgt zwischen 60 und 65 %. Betrachtet man nur die organische Kohlenstoffbelastung so beträgt der Anteil ebenfalls zwischen 60 und 65 %.

Die C-Emissionen aus den Privaten Haushalten gliedern sich wie folgt auf:

- menschliche Ausscheidungen: 13.820 t TOC-C
- Einsatz von Wasch- und Reinigungsmitteln: 1.300 bis 1.800 t TOC-C
- Schmutz durch Körper- und Wäschereinigung: 4.000 t TOC-C
- Verbrauch von WC-Papier: 2.350 t TOC-C
- Speisereste: 2.000 t TOC-C
- Staub und Autowaschen: 1.500 t TIC-C
- Verbrauch an Leitungswasser: 3.370 t TIC-C

In Summe gelangt also eine TOC-C-Fracht von 23.500 bis 24.000 t und rund 5.000 t TIC-C aus den Privaten Haushalten in die Kanalisation.

Der Prozeß „IGD“ ist der zweitgrößte C-Emittent, sein Anteil an der Gesamt-C-Belastung liegt bei etwa 35 %.

Die C-Frachten von Fremd- (1.400 t TIC-C) und Regenwasser (510 bis 1.300 t TOC-C) sind jeweils kleiner als 5 % der Gesamtfracht in der Kanalisation.

In den Klärschlamm gelangen rund 18.300 bis 24.800 t TOC-C, in die Abluft der Kläranlagen 2.700 bis 9.200 t C organischen Ursprungs. Die Ablauffracht an organischem Kohlenstoff in die Oberflächengewässer beträgt 8 800 t, die Fracht an Gesamtkohlenstoff rund 17 700 t.

Die C-Verluste über den Regenüberlauf betragen rund 2.500 t Kohlenstoff.

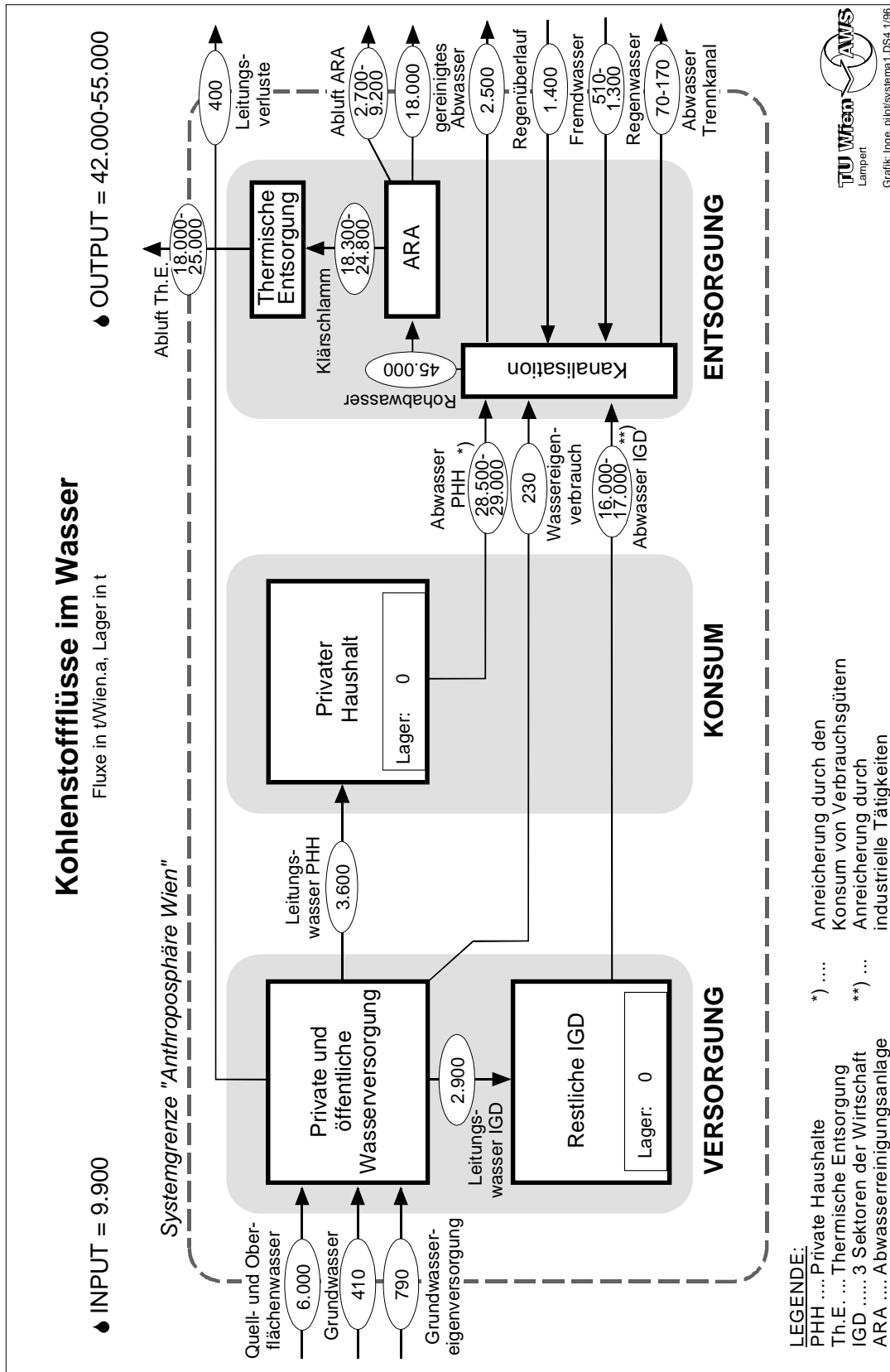


Abbildung 4-10: Kohlenstoffflüsse im Wasser in t

4.2.1.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz

In die Stadt Wien gelangen über die Produktions- und Konsumgüter mindestens 825.000 t Kohlenstoff, wovon knapp 50 % in Form von Konsumgütern direkt in die Privathaushalte fließen.

Der Gesamtoutput an produzierten Gütern (PK+KG Export) beträgt mindestens 700.000 t C, wobei knapp über 40 % von der Chemiebranche (290.000 t) stammen, gefolgt von der Nahrungs- und Genussmittelbranche mit 220.000 t C und der papierver- und papierbearbeitenden Branche mit 168.000 t C. In der Chemiebranche sind die wichtigsten Güter für den Kohlenstofffluß das bituminöse Straßenbaumischgut, das Bitumen und das Kunstharz.

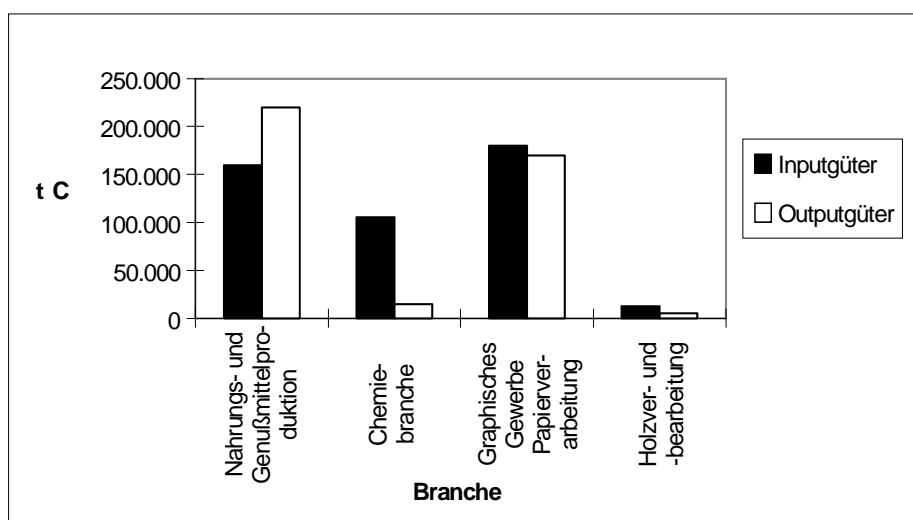


Abbildung 4-11: Vergleich der Kohlenstoffflüsse durch den Prozeß „IGD“ in t/Wien und Jahr

Es zeigen sich die Differenzen zwischen In- und Output bei der Nahrungs- & Genussmittel-Branche sowie der Chemiebranche. Da die Differenzen wieder in der Chemiebranche besonders hoch sind, muß angenommen werden, daß sie auf den vorhandenen Differenzen auf Güterebene beruhen.

Der hohe C-Gehalt von Papier wirkt sich auf die C-Bilanz der papier- und pappeverarbeitenden Branche aus. Sie liegt mit rund 182.000 t C in Roh- und Hilfsstoffen an der Spitze aller Branchen. Ihr folgt die Nahrungs- und Genussmittelbranche mit rund 160.000 t C und der Chemiebranche mit rund 104.000 t C in den Inputgütern.

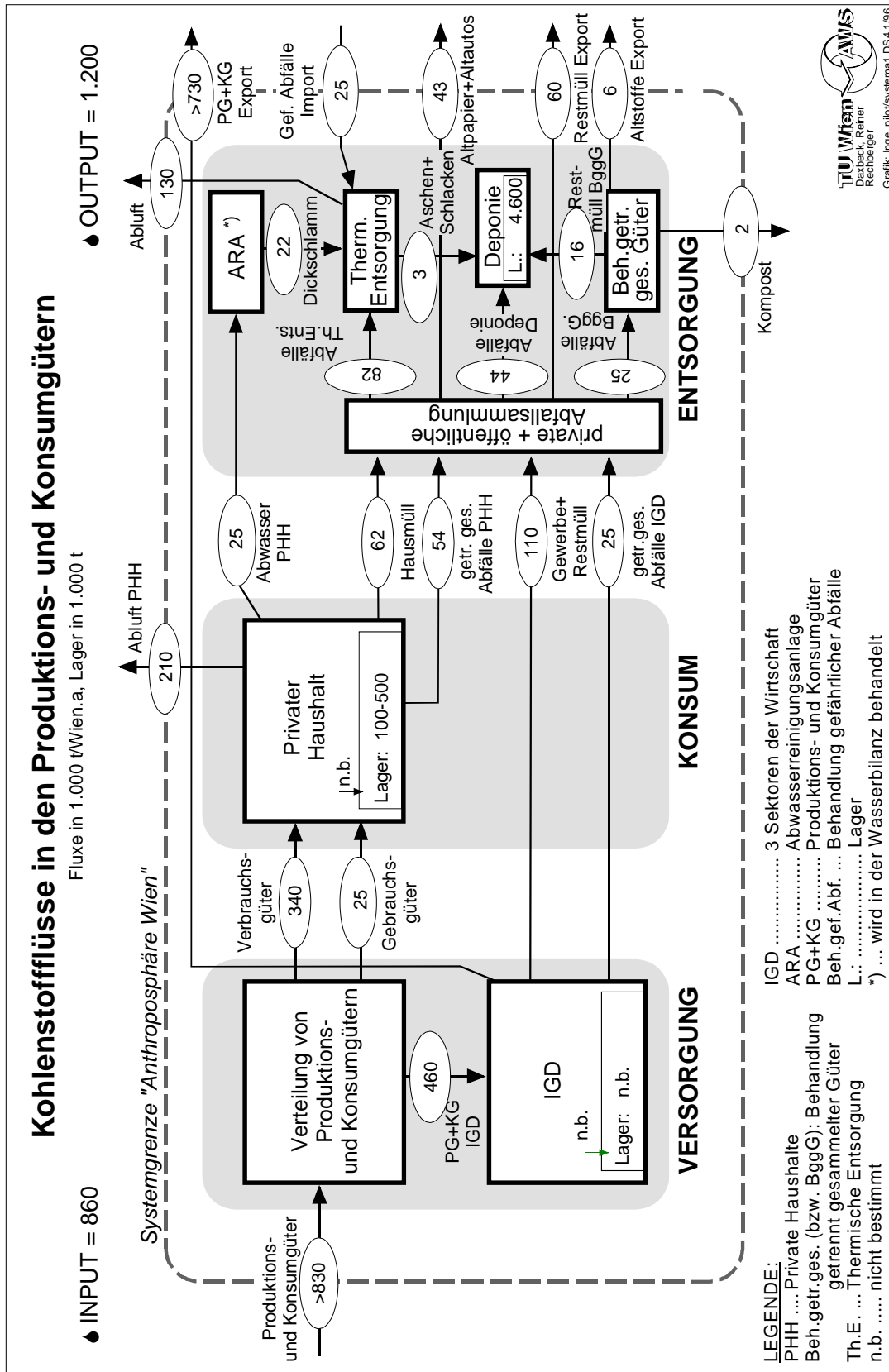


Abbildung 4-12: Kohlenstoffflüsse in den Produktions- und Konsumgütern in t

Auch bei der Abschätzung des Kohlenstoffflusses durch die metallbe- und -verarbeitende Branche ergeben sich Schwierigkeiten. Eine erste Abschätzung anhand der verfügbaren Daten ergibt einen C-Fluß in produzierten Gütern von rund 48.000 t C. Dem gegenüber steht ein C-Fluß in den Roh- und Hilfsstoffen von lediglich 2.000 t C. Zwei Gütergruppen sind hauptverantwortlich für den großen C-Fluß in den Outputgütern. Der C-Gehalt der Haushaltsgeräte wurde mit 54 % quantifiziert und ergibt eine C-Fluß von rund 31.000 t C. Der C-Gehalt von Geräten der Audio- und Videotechnik wurde mit 25 % C berechnet. Daraus ergibt sich ein C-Fluß von rund 14.000 t C. In Summe sind beide Flüsse 92 % des Gesamtkohlenstoffs in Produkten dieser Branche. Aufgrund der Heterogenität der Güter ist ein Fehler in der stofflichen Zusammensetzung in dieser Branche wahrscheinlich. Eine detailliertere Berechnung des C-Gehalts der Produktionsergebnisse dieser Branche war aus zeitlichen Gründen nicht möglich.

Die Textil-, Bekleidungs-, ledererzeugende und -verarbeitenden Branchen spielen aufgrund der geringen Güterflüsse und deren geringen C- Gehalte eine unbedeutende Rolle in der C-Bilanz des Prozesses „IGD“.

Von den knapp 370.000 t C, die in den Privathaushalt gelangen, fließt der größte Teil (90 %) über die kurzlebigen Konsumgüter (Verbrauchsgüter). Es ist dies vor allem der Kohlenstoff in den Lebensmitteln, der im wesentlichen (210.000 t) über die menschliche Atemluft (Abluft PHH) ausgeschieden wird. Das Kohlenstofflager im Privathaushalt, bestehend im wesentlichen aus Einrichtungsgegenständen, beträgt zwischen 100.000 und 500.000 t, eine etwaige Lageränderung konnte nicht bestimmt werden.

Der Kohlenstofffluß über die festen Abfälle aus Wien in den Bereich Entsorgung kommt zu etwa gleichen Teilen aus dem „Privaten Haushalt“ (116.000 t C/a) und dem Prozeß „IGD“ (135.000 t C/a). Zum Gesamtkohlenstofffluß durch die Entsorgung hinzu kommen noch rund 22.000 t C/a aus der Abwasserreinigung und 25.000 t C/a aus importierten gefährlichen Abfällen. Dieser C-Fluß wird zu rund 44 % in die Atmosphäre abgegeben, zu 21 % in den Deponien eingebaut und zu 35 % exportiert. Letztendlich erhöht sich der Anteil in die Atmosphäre, da der Kohlenstoff in der Deponie nicht fixiert bleibt. Das Lager in der Entsorgung ist mit rund 4,6 Mio. t eine Größenordnung über dem Lager in den Privaten Haushalten und beinhaltet rund 73 mal den Input in Deponien des Jahres 1991.

4.2.1.5 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien

Die Gesamtkohlenstoffbilanz setzt sich aus den vier Teilbilanzen (Energieträger-, Baumaterialien-, Wasser-, Konsum- und Produktionsbilanz) zusammen. Relativ genaue Stoffflüsse aus der Energieträgerbilanz und Wasserbilanz werden mit zum Teil noch sehr unsicheren Daten aus der Baumaterialien- und Konsum- und Produktionsgüterbilanz überlagert. Treibstoffgebundene Kohlenstoffflüsse, die von Nicht-Wienern innerhalb der Stadt umgesetzt bzw. von Wienern außerhalb der Stadt induziert werden und in der Energieträgerbilanz zum besseren Verständnis isoliert bilanziert wurden (EWIP- und IWEP-Prozesse), werden über die Prozesse „PHH“ und „Restliche IGD“ geführt.

Gesamthaft betrachtet flossen 1991 zwischen 4,1 und 4,9 Mio. t/a Kohlenstoff in verschiedenen Gütern gebunden in die Anthroposphäre der Stadt Wien. Dominiert wird der Input

durch den energieträgergebundenen Kohlenstofffluß (2,6 Mio. t/a), der abhängig von der Bandbreite der eingesetzten Baumaterialien zwischen 53 % und 63 % des Gesamtkohlenstoffinputs ausmacht. Der Anteil des baumaterialiengebundenen C-Flusses (0,7-1,5 Mio. t/a) liegt zwischen 17 % und 30 %, der produktions- und konsumgütergebundene Kohlenstoff (>0,8 Mio. t) trägt je nach Baumaterialienumsatz zwischen 16 % und 20 % zum Gesamtkohlenstoffinput bei. Der wassergebundene Kohlenstoffinput (7.000 t/a) und C-Flüsse über das Bodenmaterial (10.000 t/a) sind von unbedeutender Größe in der Gesamtbilanz.

Vom gesamten Kohlenstoffinput in das System der Stadt Wien (Prozeß „Verteilung von Gütern“) werden innerhalb der Anthroposphäre etwas mehr als 60 % (2,5-3,2 Mio. t C/a) von Industrie und Gewerbe und etwas weniger als 40 % (1,7 Mio. t/a) von den Privaten Haushalten umgesetzt. Der gesamte in Industrie und Gewerbe (Prozeß „Restliche IGD“) fließende Kohlenstoff teilt sich je nach Annahme des Baumaterialienflusses zu rund 47 bis 64 % auf Energieträger (1.500.000 t/a), zu 20 % bis 40 % auf Bauwerke (500.000-1.300.000 t/a), zu 14 bis 18 % auf Gebrauchs- und Verbrauchsgüter (460.000 t/a) und zu weniger als 1 % auf Wasser (3.000 t/a) auf. Der totale in die Privaten Haushalte fließende Kohlenstoff verteilt sich prozentual ähnlich auf die Energieträger (65 %, 1.100.000 t/a), die Gebrauchs- und Verbrauchsgüter (22 %, 370.000 t/a), die Bauwerke (12 %, 200.000 t/a) und das Wasser (<1 %, 4.000 t/a).

Aus Industrie und Gewerbe (Prozeß „Restliche IGD“) und den Privaten Haushalten gehen rund 610.000 t/a Kohlenstoff in die Entsorgung. Davon sind über 92 % (450.000 t/a) in den festen Abfällen und rund 8 % (46.000 t/a) im Abwasser.

Der gesamte Outputfluß an Kohlenstoff aus der Stadt Wien beträgt knapp 4 Mio. t. Davon verlassen Wien etwa 60 % (2,4 Mio. t/a) des Kohlenstoffes über die Abluft aus Industrie und Gewerbe, (1,3 Mio. t/a, 55 %) und den Privaten Haushalten (930.000 t/a, 39 %). Würde man im Privaten Haushalt nur den Anteil des Kohlenstoffes über die menschliche Atemluft (210.000t/a) betrachten, wäre der Anteil am gesamthaft durch die Stadt Wien emittierten Kohlenstoff statt 39 % nur knapp 10 %. Durch die Abwasser- und Abfallwirtschaft verlassen über Abluft (130.000 t/a, 6 %) die Stadt. Nicht in Wien verbrauchte Treibstoffe aus Industrie und Gewerbe (210.000 t/a) und den Privaten Haushalten (350.000 t/a) stellen unter den Annahmen des Referenzszenario für den Wiener Verkehr rund 14 % des gesamten Kohlenstoffexportes dar. Im zweiten betrachteten Verkehrsszenario sinkt dieser Anteil auf rund 9 % des gesamten Kohlenstoffexportes der Stadt Wien, was ein immer noch nicht unvernachlässigbarer Anteil darstellt. Der noch mit einiger Unsicherheit verbundene aus Industrie und Gewerbe in Form von Produktions- und Konsumgütern exportierte Kohlenstoff von ca. 700.000 t/a beträgt ca. 18% des gesamten Kohlenstoffexportes. Der Anteil des über Abfälle exportierten Kohlenstoffes beträgt mit 310.000 t/a auch ca. 8 %.

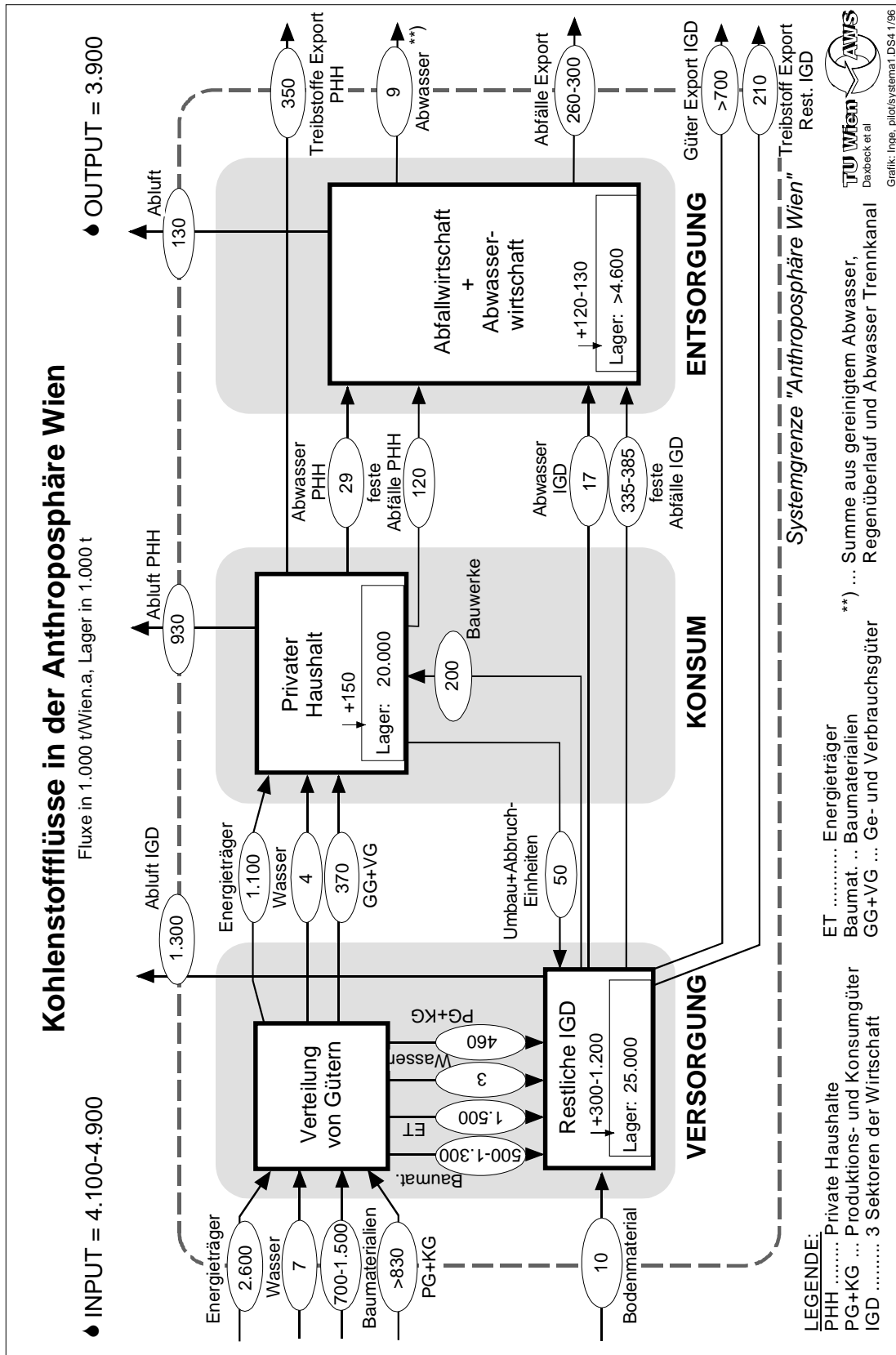


Abbildung 4-13: Kohlenstoffflüsse in der Anthroposphäre Wien in 1.000 t

Das Kohlenstofflager von Wien (50 Mio. t) wird durch die Infrastruktur (45 Mio. t) wesentlich bestimmt. Das Lagerwachstum liegt bei rund 2 % pro Jahr. Ausgehend von den in der Teilbilanz über die Baumaterialien formulierten Überlegungen dürfte mehr als die Hälfte des Kohlenstoffes in organischer Form vorliegen.

4.2.2 Stickstoff

4.2.2.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz

Die mit Stickoxid assoziierten Stickstoffflüsse sind in der Energieträgerbilanz eng mit dem fossilen Energieverbrauch gekoppelt. Im Unterschied zum Kohlenstoff stehen der Gesellschaft wirtschaftlich vertretbare Technologien zur Minimierung der Stickoxidemissionen zur Verfügung. Diese werden in Industrie und im Verkehr auch vermehrt angewendet. Diese dabei erzielten spezifischen Reduktionen werden allerdings zum Teil durch Steigerungen des Energieverbrauchs kompensiert. Die in dieser Studie erstellte Stickstoffbilanz für die Energieträger konnte nicht alle Einflüsse auf den Stickstoffhaushalt Wiens erfassen, die Größenordnungen der Flüsse sollte jedoch ausreichend genau sein, um Zusammenhänge erklären und verstehen zu können.

Zur Abdeckung des Bedarfes an Energieträgern werden innerhalb der Systemgrenzen rund 5.100 t/a von an Stickoxiden assoziiertem Stickstoff in die Atmosphäre emittiert. Davon entfallen ca. 20 % auf den Verbrauch von Brennstoffen und ca. 80 % auf den Verbrauch von Treibstoffen. Innerhalb der Systemgrenzen durch IWEP-Prozesse emittierten Stickstoffmengen können bei den getroffenen Annahmen in erster Näherung vernachlässigt werden (knapp mehr als 1 % der gesamten emittierten Stickstoffmenge innerhalb der Systemgrenzen).

EWIP-Prozesse spielen auch bei den Stickstoffbetrachtungen in der Energieträgerbilanz eine bedeutende Rolle. Rund 2/3 (5.200t/a) der gesamten durch die Wiener emittierten Stickstoffflüsse (10.000t/a) werden mit den im Verkehrsreferenzszenario getroffenen Annahmen durch EWIP-Prozesse erst außerhalb der Systemgrenzen emittiert. Auch die Resultate des zweiten berechneten Verkehrsszenarios zeigen, daß dieser Anteil an den energieträgergebundenen Gesamtstickstoffemissionen nicht unter ein Drittel sinkt.

Ein Lager wird im Rahmen der Energieträgerbilanz für Stickstoff nicht aufgebaut. Eine grobe Abschätzung anhand von Brenn- und Treibstoffstickstoffgehalten der in Wien kurzfristig gespeicherten Mengen zeigt, daß in den Privaten Haushalten ca. 0,2 t N und im Prozeß „Restliche IGD“ rund 1t N gespeichert sind.

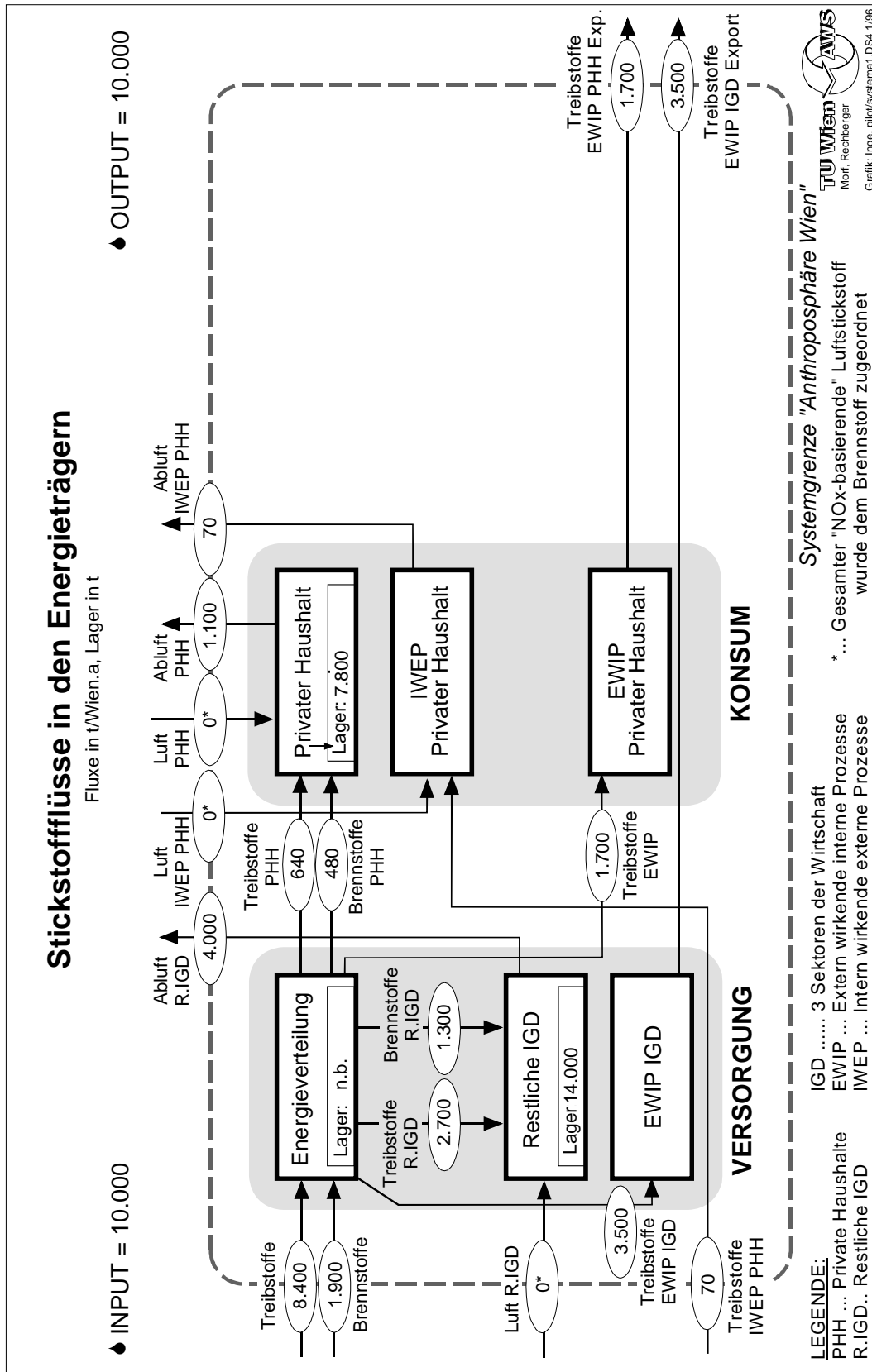


Abbildung 4-14: Stickstoffflüsse in den Energieträgern in t

4.2.2.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz

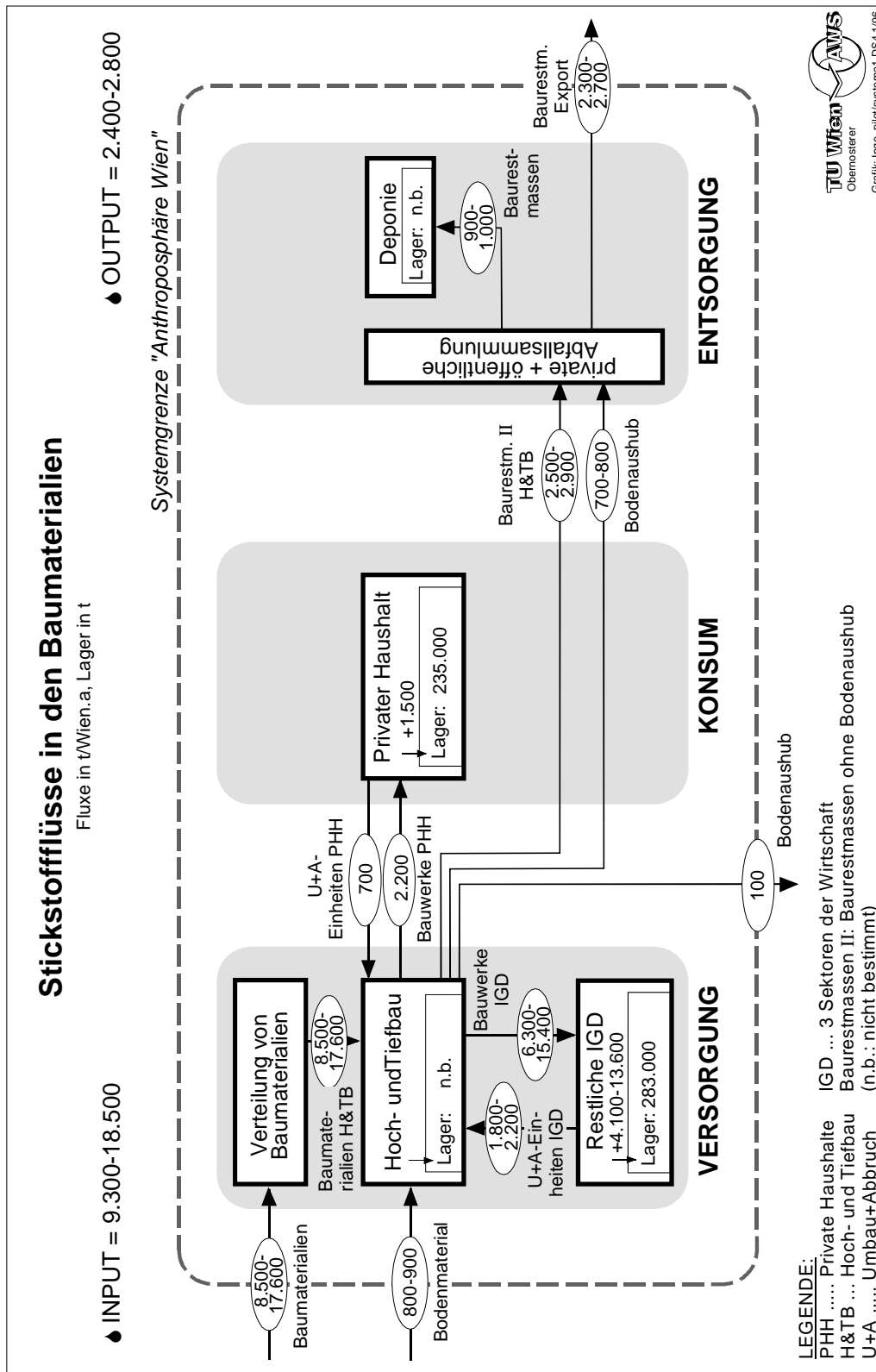


Abbildung 4-15: Stickstoffflüsse in den Baumaterialien in t

Der Stickstoffimport über die Baumaterialien nach Wien betrug zwischen 8.500 und 17.600 Tonnen, wobei über den Baumaterialienimport lediglich etwa 20 % identifiziert werden konnten. Es wird vermutet, daß die restlichen 80 % auf anderen Weg (beispielsweise durch Einrichtung und Innenausbau) in die Bauwerke gelangen. Durch das anfallende und umgelagerte Bodenmaterial der Bautätigkeit ergab sich ein Stickstoffimport von 800 bis 900 Tonnen N. In den Baurestmassen verließen in Summe 2.400 bis 2.800 t Stickstoff das System.

In der Stadt verbleiben jährlich zwischen 6.900 und 15.700 t Stickstoff. Dieser Lagerzuwachs teilt sich einerseits in den Baumaterialienverbrauch (ca. 90 %) der Neu- und Umbauten des Hoch- und Tiefbaues, andererseits in die Baurestmassenentsorgung (ca. 10 %) innerhalb des Systems auf die Deponien. Das in Wien erfaßte Stickstofflager in der Bausubstanz betrug 535.000 Tonnen.

Durch die Bautätigkeit wurden für den Privathaushalt etwa 2.200 Tonnen N verbaut, im Prozeß „IGD“ wurde 4.100 bis 13.600 t Stickstoff eingebaut. Aus der Umbau- bzw. Abbruch-tätigkeit ergab sich in den Baurestmassen (Baurestm. II H&TB) ein Stickstofffluß von 2.500 bis 2.900 t N.

4.2.2.3 Teilsystem - Wasserbilanz

Die wichtigsten mit Wasser verbundenen Stickstoffflüsse sind die Abwässer aus privaten Haushalten und die Abwässer aus dem Prozeß „IGD“. Stellt man die beiden Flüsse einander gegenüber, so sieht man, daß sie etwa gleich groß sind (Abwasser PHH: 5.000 bis 6.300 t N, Abwasser IGD: 4.700 bis 6.300 t N). Diese beiden N-Flüsse tragen in etwa 94 bis 98 % zu der den Kläranlagen zugeleiteten N-Fracht bei. Der Stickstoff aus den Privaten Haushalten stammt dabei aus den menschlichen Ausscheidungen.

Von geringer Bedeutung sind die Einträge von Stickstoff über eintretendes Fremd- und Regenwasser in die Kanalisation. Durch die geringe Nitratbelastung des konsumierten Quell- und Grundwassers ist auch der N-Beitrag in die Kanalisation durch Leitungswasser vernachlässigbar klein.

Rund 40 % der Stickstofffracht im Zulauf zu den Kläranlagen wird über den Klärschlamm aus dem Abwasser entfernt. Da nur die (kleinere) Kläranlage Blumental über eine Denitrifikationsstufe verfügt, ist die Stickstoffentfrachtung über den Luftpfad unbedeutend (weniger als 2 % des Stickstoffs im Zulauf).

Rund 7.200 t N verlassen die Anthroposphäre in Form von Abwasser und gelangen in die Oberflächengewässer. Davon sind 6.600 t N, dies entspricht etwa 60 % der N-Fracht im Zulauf zu den Kläranlagen, im Ablauf der Anlagen sowie rund 600 t N im Regenüberlauf zu finden.

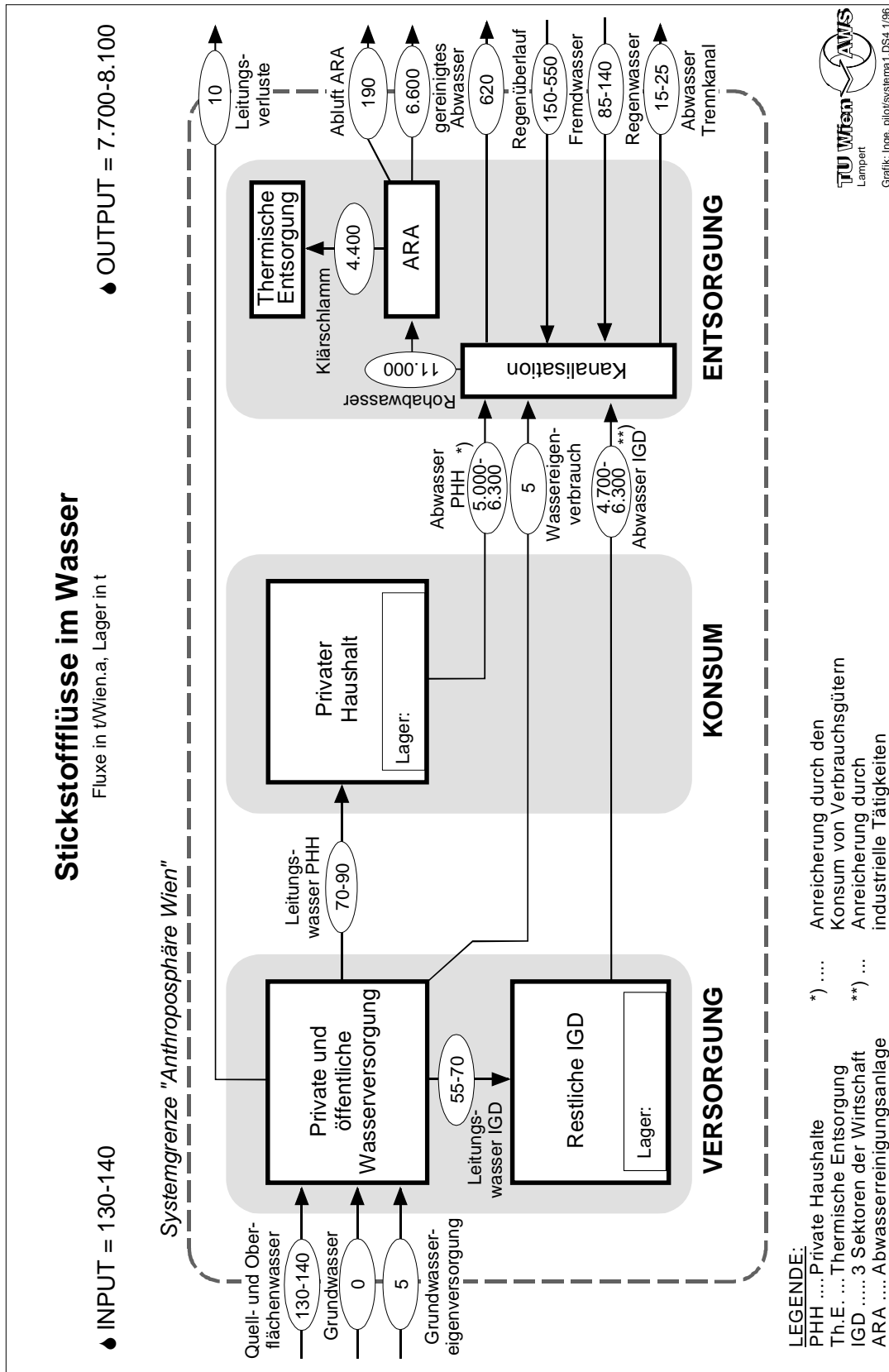


Abbildung 4-16: Stickstoffflüsse im Wasser in t

4.2.2.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz

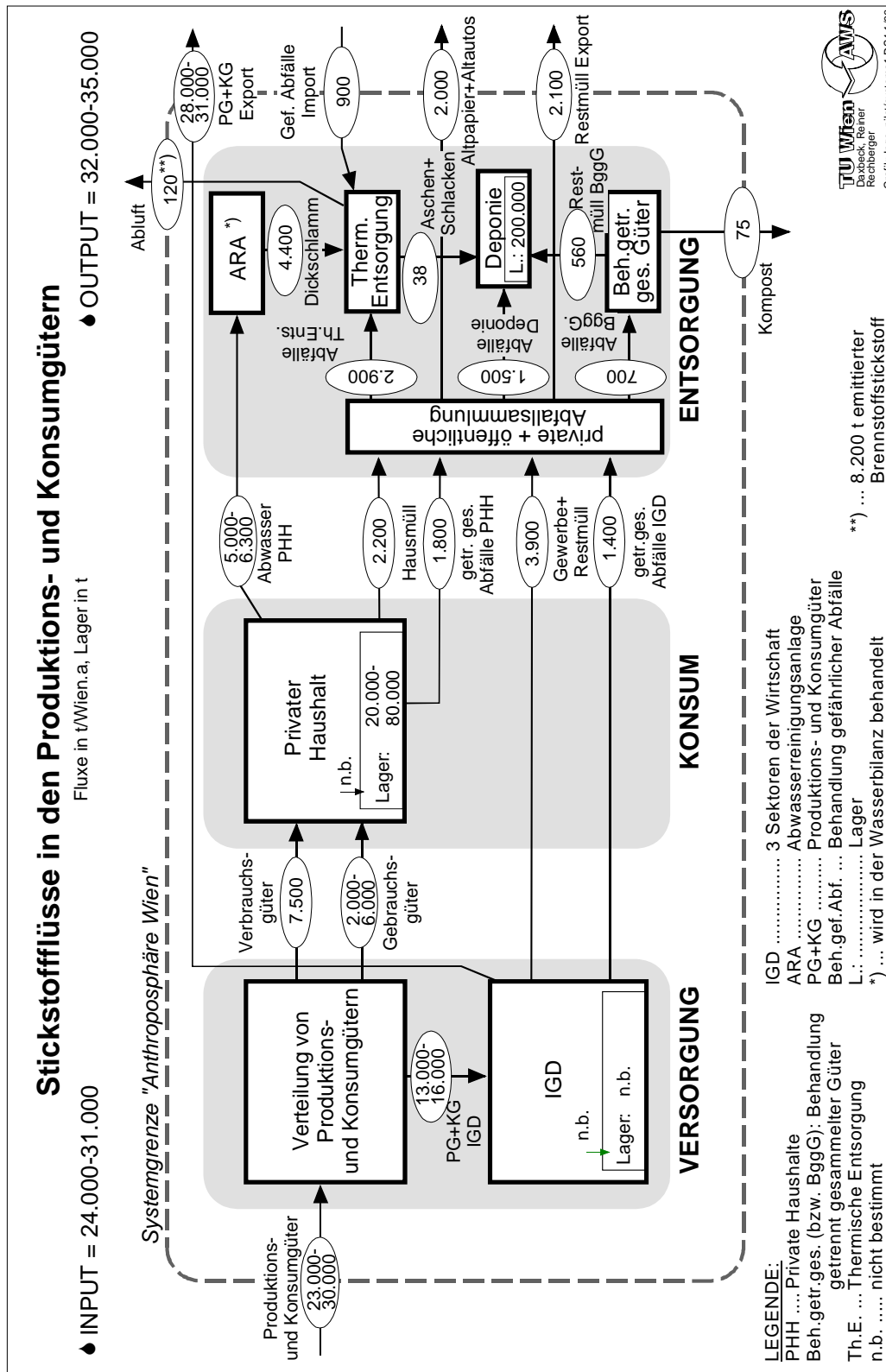


Abbildung 4-17: Stickstoffflüsse in den Produktions- und Konsumgütern in t

In die Stadt Wien gelangen in den Produktions- und Konsumgütern zwischen 23.000 und 30.000 t Stickstoff, wobei knapp über 50 % direkt in die Privathaushalte gelangen. Zwei Branchen dominieren den Stickstofffluß in den Prozeß „IGD“. Die Nahrungs- und Genußmittelproduktion und die Chemieproduktion. In der nachfolgenden Abbildung sind die Stickstoffmengen in In- und Output pro Branche einander gegenüber gestellt.

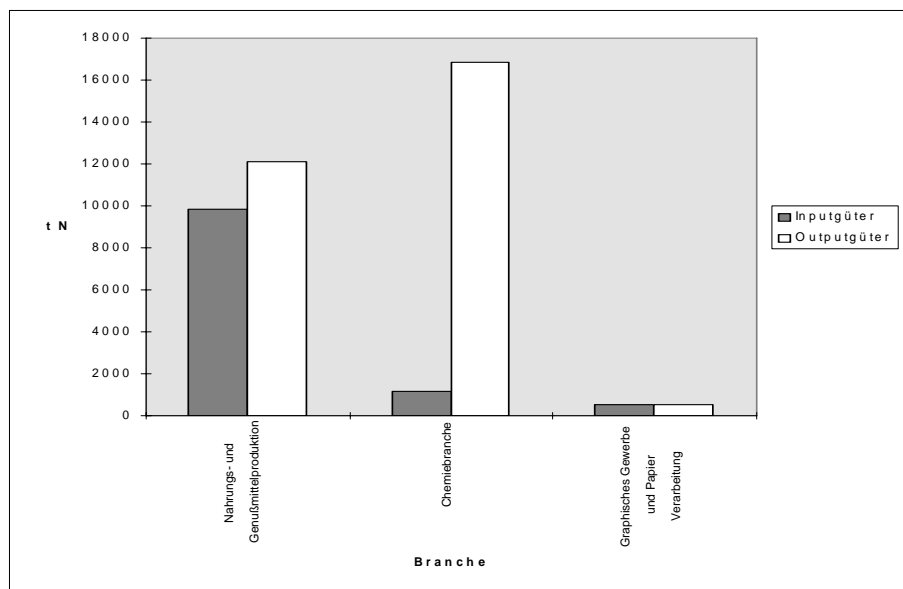


Abbildung 4-18: Vergleich der Stickstoffflüsse durch den Prozeß „IGD“ in t/Wien und Jahr

Die Stickstoffflüsse der Papier- Graphik- und Holzverarbeitenden Branche liegen bereits eine Größenordnung unter den zwei dominierenden Branchen. Die wichtigsten Konsumgüter der Graphik- und Papierverarbeiten Branche sind Zeitungen, Wellpappe und Bücher.

Während der Stickstoffgehalt der Roh- und Hilfsstoffe der Metallbe- und -verarbeitenden Branche relativ gut abgeschätzt werden kann (Metalle enthalten keinen Stickstoff), ist eine Abschätzung des Stickstoffs in den produzierten Güter schwierig. Wie bereits oben erwähnt ist die Materialzusammensetzung aus dem Namen des Gutes nicht ableitbar. Im Anhang IV Tabelle IV-16 befindet sich ein Beispiel, das die stoffliche Zusammensetzung eines Fernsehgerätes beschreibt, um zu zeigen, aus welchen Bestandteilen ein Gut bestehen kann und wo sich der Stickstoff befinden könnte. Aufgrund der sich daraus ergebenden Probleme wurde der Stickstofffluß dieser Branche nicht berechnet.

Die aus den Branchen Lederbe- und -verarbeitung, Textil- und Bekleidungsproduktion resultierenden Stickstoffflüsse sind aufgrund der niedrigen Güterflüsse und/oder der geringen N-Gehalte von Leder (<0,5 %) und Textilien (0-12 %) vernachlässigbar. Die Glasbranche enthält keine stickstoffhaltigen Güter und trägt somit nichts zur Stickstoffbilanz bei.

Wie auch schon auf Güterebene zu sehen war, sind auch in der Stickstoffbilanz die Inputmengen der Nahrungs- und Genußmittelbranche und der Chemiebranche größer als ihre Out-

puttmengen. Ein besonders augenfälliger Unterschied tritt in der Chemiebranche zu tage. Hier stehen einem Input von rund 3.700 t ein Output von 16.800 t N gegenüber.

Der Output an Produktions- und Konsumgütern beträgt zwischen 28.000 und 31.000 t N und fließt praktisch ausschließlich über die Nahrungs- und Genußmittelbranche und die Chemiebranche.

Der Stickstoffinput in die Privathaushalte beträgt zwischen 9.500 und 13.500 Tonnen. Ein wesentlicher Teil des Stickstoffs befindet sich in den Lebensmitteln (zw. 40 und 60 %). Die Einrichtungsgegenstände und der Personenwagen sind weitere wichtige Stickstoffträger. Das Stickstofflager im Privathaushalt beläuft sich auf 20.000 bis 80.000 t und wird ebenfalls von den Einrichtungsgegenstände und den Personenwagen dominiert. Knapp über 50 % des Stickstoffs verlassen den Privathaushalt über das Abwasser.

Ähnlich dem Kohlenstofffluß teilt sich auch der Stickstofffluß über die festen Abfälle aus Wien in den Bereich Entsorgung zu etwa gleichen Teilen auf den „Privaten Haushalt“ (4.000 t N/a) und den Prozeß „IGD“ (5.300 t N) auf. Zum Gesamtstickstofffluß durch die Entsorgung hinzu kommen noch rund 4.400 t N/a aus der Abwasserreinigung und 900 t N/a aus importierten, gefährlichen Abfällen. Der gesamte Stickstofffluß wird zu rund 50 % in die Atmosphäre abgegeben. Diese 50 % beziehen sich auf den gesamten Stickstoff (8.200 t N/a), der aus der thermischen Entsorgung stammt. 17 % des Stickstoffs werden in den Deponien eingebaut und 33 % werden exportiert. Das Lager in der Entsorgung ist mit rund 0,2 Mio. t eine Größenordnung über dem Lager in den Privaten Haushalten und beinhaltet rund 95 mal den Input in Deponien des Jahres 1991.

4.2.2.5 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien

Der Gesamtstickstofffluß durch die Stadt Wien wird durch die Verknüpfung der Stickstoffbilanzen der vier Teilsysteme dargestellt. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der gesamten Stickstoffbilanz durch die Anthroposphäre der Stadt Wien präsentiert.

Die Menge des gesamten Stickstoffimportes der Stadt Wien lag im Jahr 1991 zwischen 44.000 t N und 61.000 t N. Den größten Anteil am Stickstoffimport nehmen die Produktions- und Konsumgüter mit 45-60 % ein. Ihnen folgen die Energieträger mit 20-25 % und die Baumaterialien mit 15-30 %. 1-2 % des Stickstoffes werden mit Bodenmaterial und mit importierten Abfällen in die Stadt gebracht. Der Stickstoffimport mit dem Wasser ist mit einem Anteil von 0,7 % gering. Der Stickstoffeintrag über die Luft wurde nicht quantifiziert.

Die gesamte Menge an exportiertem Stickstoff liegt zwischen 52.000 und 56.000 t N. Verglichen mit dem Import zeigt sich ein höherer Stickstoffexport. Dieses Ergebnis ist auf Unsicherheiten der Datenlage in Industrie und Gewerbe zurückzuführen.

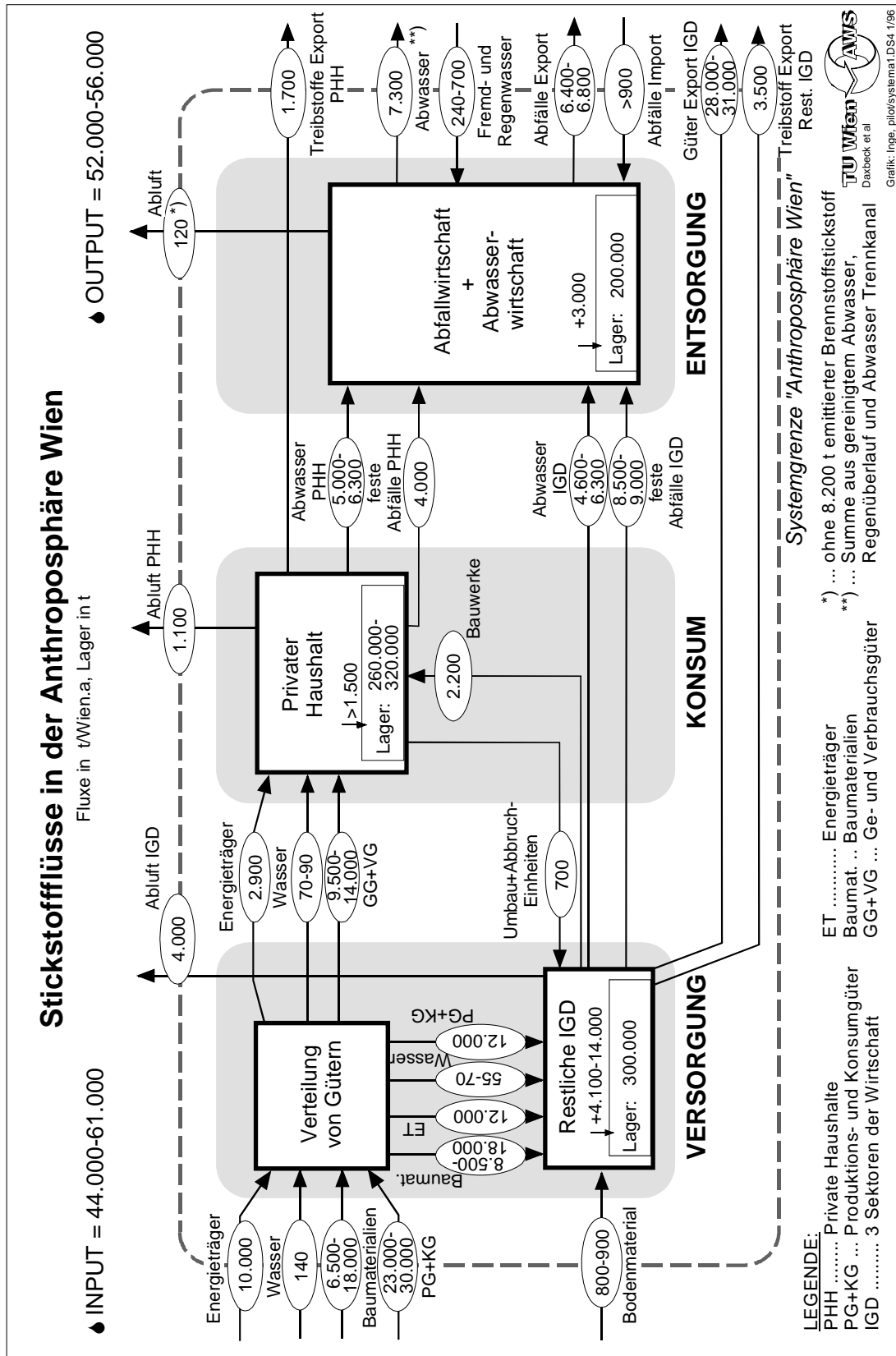


Abbildung 4-19: Stickstoffflüsse in der Anthroposphäre Wien in t

Den Berechnungen der Datenlage zufolge ist die Stickstofffracht in produzierten Gütern um 15.000 t höher als die Stickstofffracht in den eingesetzten Roh- und Hilfsstoffen. Diese Unsicherheit veranlaßten zur Betrachtung einer Variante der Gesamtbilanz, die die Roh- und Hilfsstoffe sowie die produzierten Güter aus der Betrachtung ausschließt. Das Ergebnis (in der folgenden Abbildung als Variante 2 bezeichnet) zeigt folgendes Bild: In Baumaterialien (8.500 - 18.000 t N) und Produktions- und Konsumgütern (9.500 - 13.500 t N) werden jeweils zwischen 25 und 40 % Stickstoff in die Stadt gebracht. Durch Energieträger sind es zwischen 20 und 30 % (10.000 t N).

In Abbildung 4-20 ist der Stickstoffanteil der Güter an der gesamten Stickstofffracht des Imports dargestellt. In den als Variante 1 bezeichneten Säulen sind alle berechneten Daten berücksichtigt, die Verteilung 2 läßt die in Industrie und Gewerbe eingesetzten Roh- und Hilfsstoffe bzw. die produzierten Exportgüter unberücksichtigt. Die Darstellung enthält die Mittelwerte der Bandbreiten.

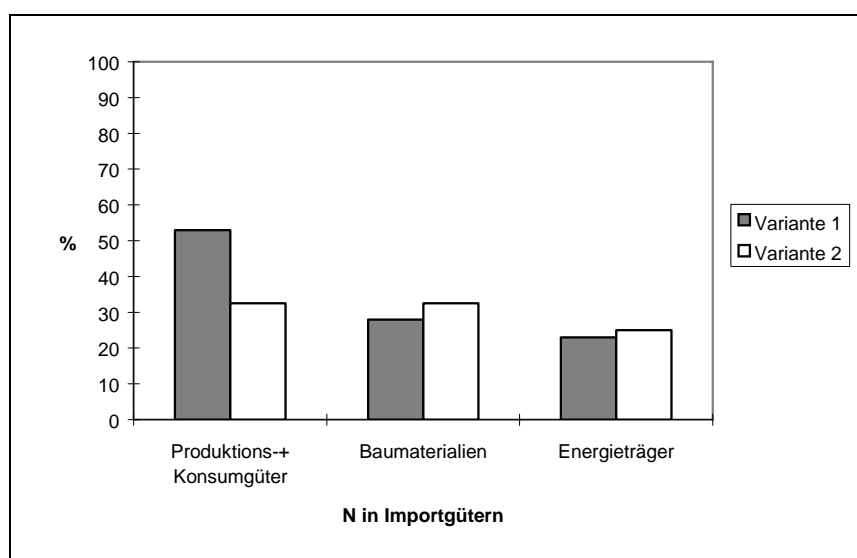


Abbildung 4-20: Verteilung der Stickstofffracht in Importgütern

Stickstoff verläßt die Stadt auf drei Pfaden: auf dem fest/flüssig Pfad in Exportgütern von Industrie und Gewerbe und dem Privaten Haushalt und den in der Stadt anfallenden festen Abfällen. Auf dem flüssigen Pfad in Wasser aus Kläranlagenabläufen, den Regenüberläufen und der Trennkanalisation und auf dem gasförmigen Pfad in der Abluft aus Verbrennungsprozessen. Der größte Stickstoffexport findet auf dem fest/flüssig Pfad mit dem Export von Gütern aus Industrie und Gewerbe und Privaten Haushalt statt. Diese Güter sind die Summe aller Produktions- und Konsumgüter sowie der Treibstoffe, die der Güter- und Individualstraßenverkehr außerhalb der Stadtgrenze verbraucht. Der N-Fluß aller Exportgüter aus „IGD“ und dem Privaten Haushalt beträgt 55-60 % des gesamten Stickstoffexportes, das entspricht einer N-Fracht von 33.000 - 36.000 t N. Davon sind rund 15 % (5.200 t N) Stickstoff in exportierten Treibstoffen enthalten, die durch den Wiener Verkehr außerhalb der Stadtgrenzen emittiert werden. Diese im Verkehrsreferenzszenario berechnete Menge an exportiertem, treibstoffgebundenen Stickstoff (5.200 t) reduziert sich auch im zweiten

Szenario auf 3.500 t N, was ein immer noch nicht vernachlässigbarer Anteil am Gesamtstickstoffexport darstellt. Rund 20 % des Stickstoffes werden über Verbrennungsprozesse mit der Abluft (5.300 t N) in die Atmosphäre abgegeben. Rund 10 % des Stickstoffes werden mit dem Wasser (7.300 t N, davon stammen rund 90-95 % aus dem Kläranlagen-Ablauf) an die Vorfluter, in Wien die Donau, entsorgt. 10 % des Stickstoffes verlassen in festen Abfällen (z.B. Baurestmassen) die Stadtgrenze.

Wie oben beschrieben, werden in der Darstellung bei Variante 2 auf der Outputseite die in Industrie und Gewerbe produzierten Güter nicht betrachtet. Der so ermittelte gesamte Stickstoffexport beträgt zwischen 24.000 - 25.000 t N. Die Verteilung dieses Stickstoffflusses stellt sich nun anders dar. Der mit der Abluft in die Atmosphäre exportierte Stickstoff beträgt 20 % des Gesamtstickstoffexportes. Die mit dem Ablaufwasser in den Vorfluter gelangende Stickstofffracht hält einen Anteil von 30 % am Gesamtexport. Die Stickstofffracht im festen Abfall hat ihren Anteil am Gesamtexport ebenfalls auf 25-30 % verdoppelt und nur mehr rund 20 % des gesamten Stickstoffs befinden sich in Gütern (Treibstoffe), die außerhalb der Stadtgrenzen gebracht werden.

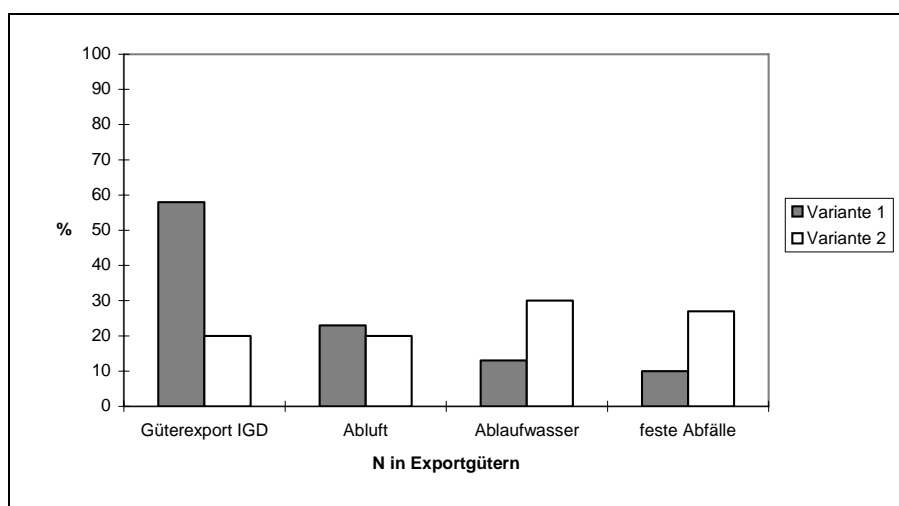


Abbildung 4-21: Verteilung der Stickstofffrachten in den Exportgütern

Das Stickstofflager Wiens beträgt zwischen 760.000 und 800.000 Tonnen. Die beiden größten Lager sind dabei in den Prozessen „Privater Haushalt“ (260.000 bis 320.000 t N) und „IGD“ (282.000 t N) zu finden. Das N-Lager in den Deponien beträgt rund 200.000 t.

Das Lager im Privaten Haushalt besteht zum einen Teil (65 bis 90 %), aus der Bausubstanz zum anderen Teil aus den gelagerten Gebrauchsgütern (z.B. Möbel, PKW). Beim Lager im Prozeß „IGD“ ist zu erwähnen, daß Gebrauchsgüter (z.B. Anlagen, Einrichtung, etc.) nicht berücksichtigt wurden. Auf die Deponien gelangt rund ein Drittel des Stickstoffs durch Baurestmassen, die anderen zwei Drittel durch die Deponierung von Abfällen aus Privaten Haushalten, Gewerbe und Industrie.

Der in Wien gelagerte Stickstoff befindet sich zu 65 - 70 % in der Bausubstanz, 20 bis 25 % in der Deponie und der Rest in gelagerten Gebrauchsgütern.

In Summe wachsen die Lager um 8.600 bis 24.400 t N. Der mengenmäßig größte Zuwachs findet dabei im Prozeß „IGD“ mit 4.100 bis 13.600 t N statt. Die Deponie wächst im Bilanzierungsjahr um rund 3.000 t N. Etwas geringer ist der Zuwachs in den Privaten Haushalten mit 1.700 bis 5.700 t N. Dieses Lager setzt sich aus den Lagern Bausubstanz sowie den Gebrauchsgütern zusammen. Ersteres Lager wächst um rund 1.500 t N, zweiteres um 200 bis 4.200 t N. Die Unsicherheit des Lagerzuwachses in den Privaten Haushalten ist somit Ergebnis der Unsicherheiten bei der Abschätzung des Lagers durch die Gebrauchsgüter.

Die stärkste relative Lagerveränderung findet ebenfalls im Prozeß „IGD“ statt. Dieses Lager wächst im Bilanzierungsjahr um 1,5 bis 5 %. Dies würde eine Verdoppelungszeit von nur 15 bis 47 Jahren bedeuten.

Das Lager Deponie wächst um rund 1,5 %, das Lager in den Haushalten um 0,6 bis 1,8 %. Wiederum ist zu beachten, daß das Wachstum in den beiden Teillagern unterschiedlich ist: Das Lager der Bausubstanz der Privaten Haushalte wächst etwa um 0,6 %, das Lager durch Gebrauchsgüter auf Grund der Unsicherheiten zwischen 0,1 % und 15 %.

4.2.3 Blei

4.2.3.1 Teilsystem - Energieträgerbilanz

Blei ist über die künstliche Erhöhung des Bleigehaltes in den Treibstoffen stark mit der Energieträgerbilanz verbunden. Aber auch natürliche Bleigehalte in Brenn- und Treibstoffen führen zu nicht unbedeutenden Bleiflüssen in der Energieträgerbilanz. Da durch die Umweltschutzgesetzgebung Bleigehalte während der letzten Jahre massiv gesenkt wurden, führte dies zwangsläufig zu abnehmenden Trends. Es war zeitlich gesehen unmöglich und auch nicht Aufgabe dieser Arbeit, diese Trends genau zu berücksichtigen. Die hier präsentierten Werte für das Jahr 1991 sind damit mit einiger Ungenauigkeit versehen. Es ging vielmehr darum, die Größenordnungen im Vergleich mit den anderen Teilbilanzen aufzuzeigen.

Der Gesamtinput ins System der Stadt Wien betrug für die Energiebilanz im Jahre 1991 ca. 100 t Blei. Davon betragen die treibstoffgebundenen Bleiflüsse etwas mehr als 2/3 (70 t) und die brennstoffgebundenen Flüsse ca. 1/3 (30 t).

Rund 80 % des Gesamtimports fließt in die Privaten Haushalte. Davon sind 3/4 (60 t) in Treibstoffen gebunden und rund 1/4 (22 t) in den Brennstoffen. Die restlichen 15 % des Gesamtinputs fließt in den Prozeß „Restliche IGD“ (6 t in Form von Treibstoffen und 8 t in Form von Brennstoffen).

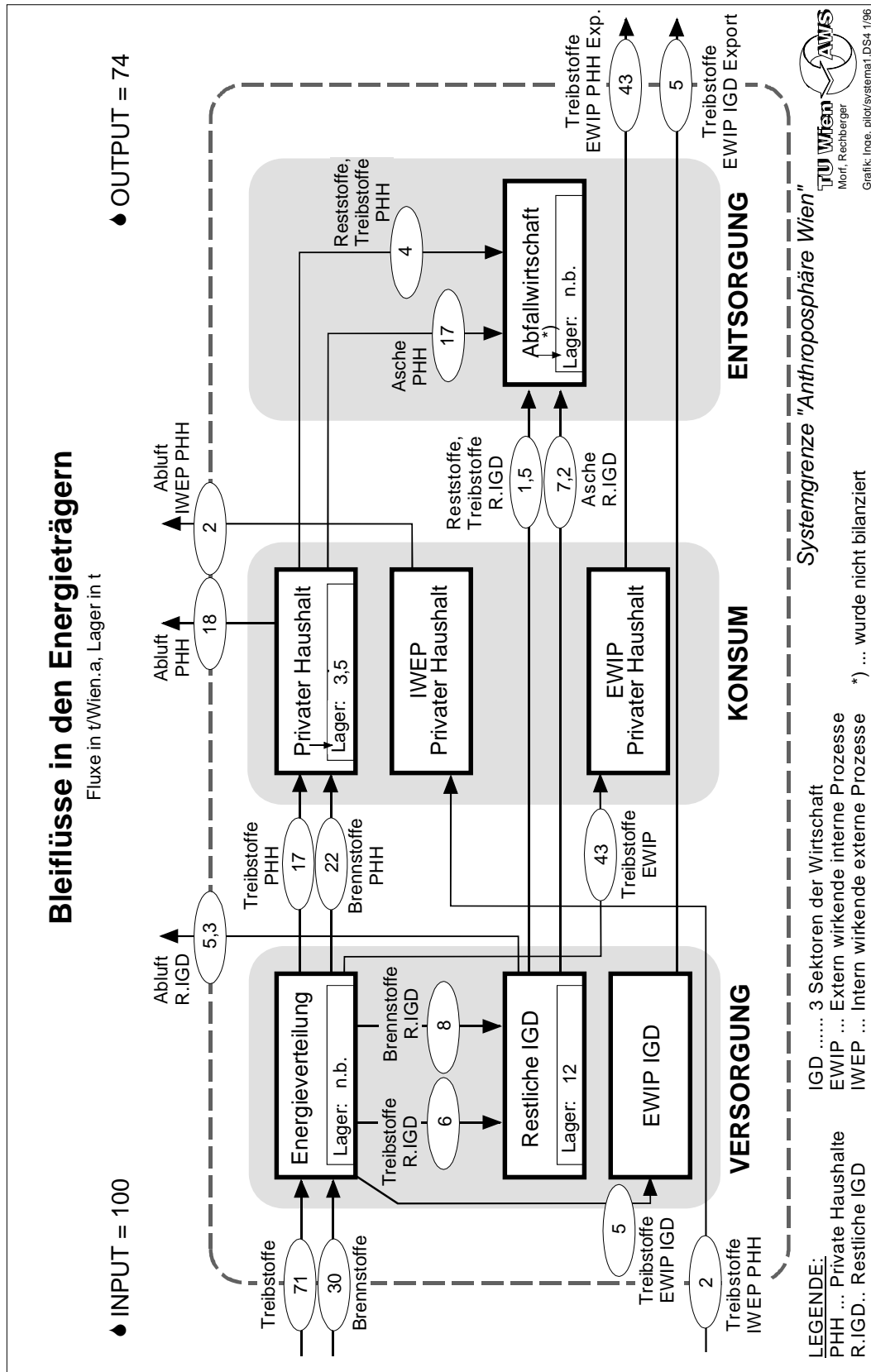


Abbildung 4-22: Bleiflüsse in den Energieträgern in t

EWIP-Prozesse spielen in der Energieträgerbilanz auch bei der Betrachtung der Bleiflüsse eine wichtige Rolle, denn fast die Hälfte des importierten Bleis wird im Referenzszenario für den Wiener Verkehr für die Energieträgerbilanz wieder über die Systemgrenzen exportiert und außerhalb der Stadt Wien in die Luft emittiert. Wobei 90 % davon vom Prozeß „EWIP-PHH“ und nur rund 10 % vom Prozeß „Restliche IGD“ exportiert werden. Selbst im Falle des zweiten Verkehrsszenarios, bei dem der Wiener Verkehrsanteil außerhalb der Stadtgrenze kleiner gewählt wurde, reduzieren sich die exportierten energieträgergebundenen Bleimengen auf 1/3 der über die Energieträger importierten Menge.

Der in dieser Studie betrachtete IWEP-Prozeß kann auch für die energieträgerinduzierten Bleiflüsse innerhalb Wiens in erster Näherung vernachlässigt werden (ca. 2 % des Gesamtbleiinputs).

Von den innerhalb der Systemgrenzen der Stadt Wien umgesetzten Bleiflüssen, werden etwa 45 % (30 t/a) in die Atmosphäre emittiert. 55 % (25 t) wandern als Abfälle in den Bereich Entsorgung.

4.2.3.2 Teilsystem - Baumaterialienbilanz

Der Bleiimport über die Baumaterialien nach Wien betrug 4.000 Tonnen. Durch das anfallende und umgelagerte Bodenmaterial der Bautätigkeit ergab sich ein Bleiimport von 100 Tonnen. In den Baurestmassen verließen in Summe 1.300 t Blei das System.

In der Stadt verbleiben jährlich 3.000 t Blei, wobei 2.500 t in den Bauwerken und 500 t in die Deponie gelangten. Das Bleilager in der Bausubstanz betrug etwa 300.000 Tonnen. Durch die Bautätigkeit wurden für den Privathaushalt etwa 700 Tonnen, für den Prozeß „IGD“ 3.300 t Blei verbaut. Aus der Umbau- bzw. Abbruchtätigkeit ergab sich in den Baurestmassen (Baurestm. II H&TB) ein Bleifluß von 1.500 t.

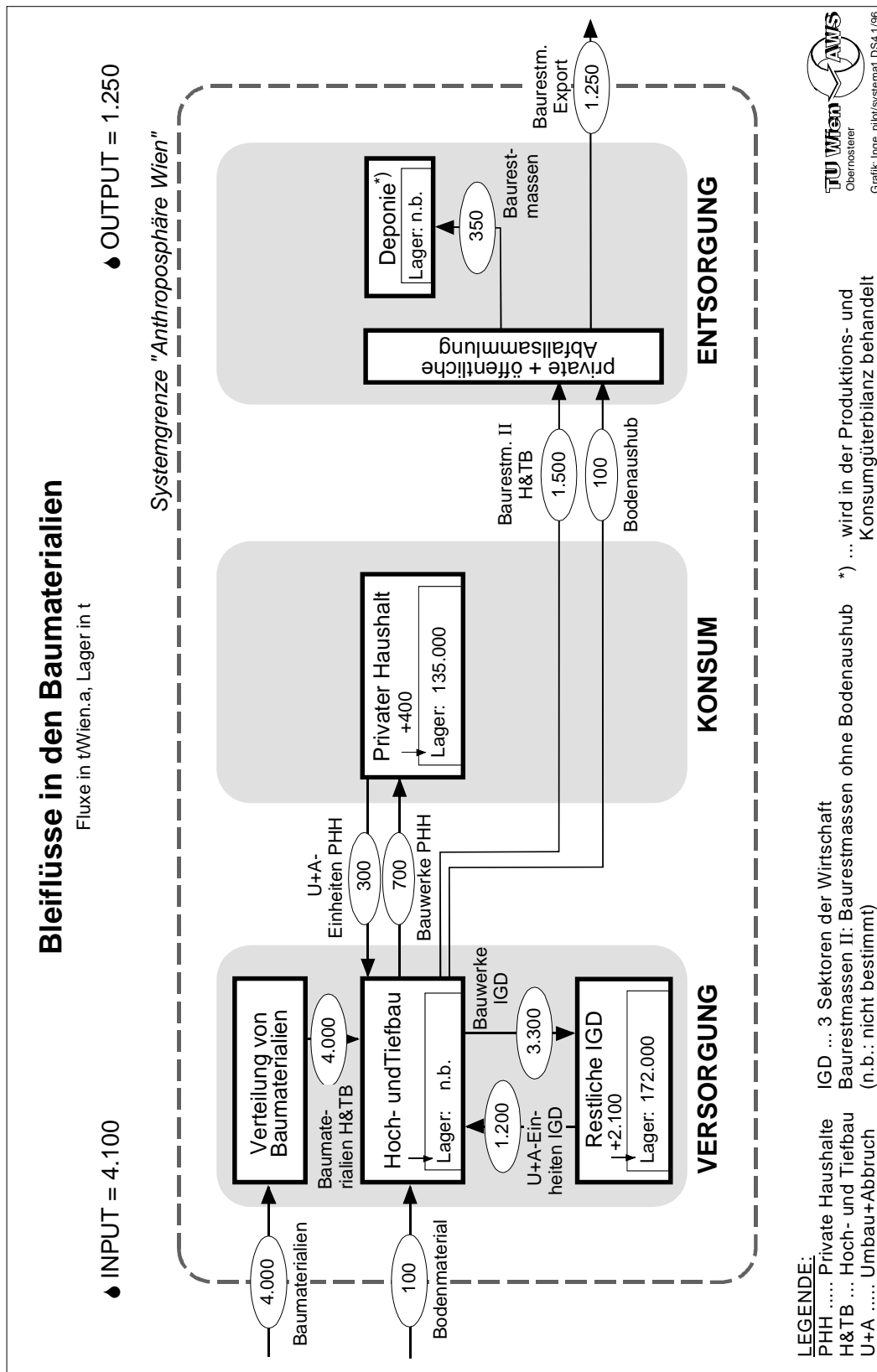


Abbildung 4-23: Bleiflüsse in den Baumaterialien in t

4.2.3.3 Teilsystem -Wasserbilanz

Die Bleibilanz unterscheidet sich in einigen Punkten deutlich von den anderen Stoffbilanzen. Als bedeutendster Bleiemittler wurde der Prozeß „IGD“ identifiziert. Mit rund 7,5 t Pb/a trägt dieser Prozeß zu zwei Dritteln der Bleibelastung des Abwassers bei.

Die zweitwichtigste Bleiquelle ist der Eintritt von Regenwasser, das aus der Entwässerung von Straßen-, Dach- und Hofflächen in die Kanalisation eingeleitet wird. Dieser Pb-Fluß beläuft sich auf 3,9 t/a. Davon verlassen jedoch 0,6 t Pb das Kanalsystem über die Trennkanalisation in die Oberflächengewässer. Somit gelangen 3,3 t Pb über das Regenwasser zu den Kläranlagen.

Der Anteil der Haushalte an der Pb-Fracht des Abwasser liegt mit 0,9 t unter 10 %.

Die Bleiverluste über den Regenüberlauf in die Oberflächengewässer liegen bei 0,6 t/a.

Von den 11,2 t Pb, die über das Abwasser zu den Kläranlagen geleitet werden, werden 60 % in den Klärschlamm (6,8 t Pb) eingebunden, die restlichen 40 % mit dem Ablauf in die Oberflächengewässer verfrachtet.

In Summe gelangen somit 5,7 t Pb über den Wasserpfad aus der Anthroposphäre in die Vorfluter.

Wie bei Stickstoff und bei Kohlenstoff ist der durch Leitungswasser bedingte Stofffluß ohne Bedeutung.

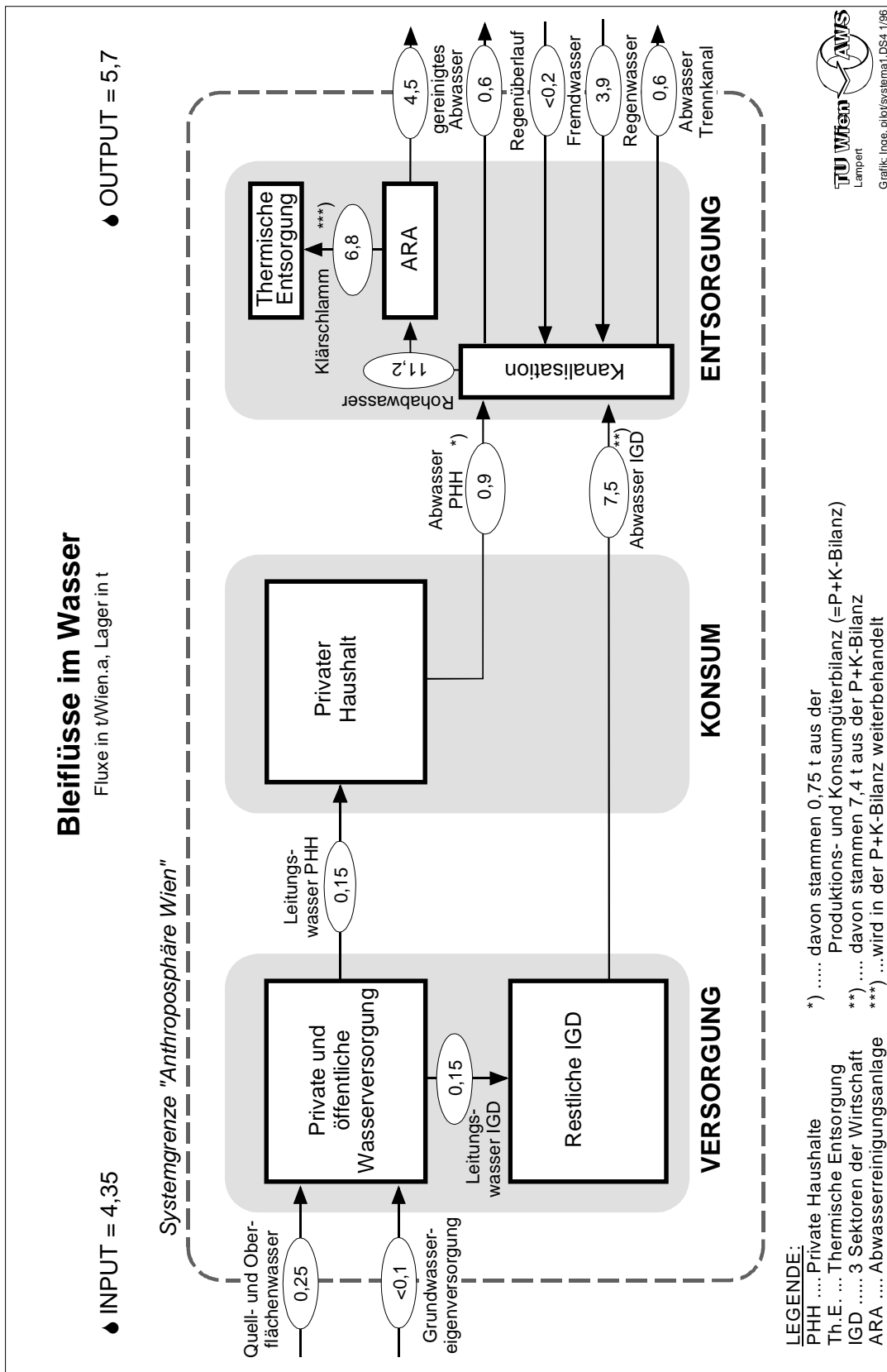


Abbildung 4-24: Bleiflüsse im Wasser in t

4.2.3.4 Teilsystem - Produktions- und Konsumgüterbilanz

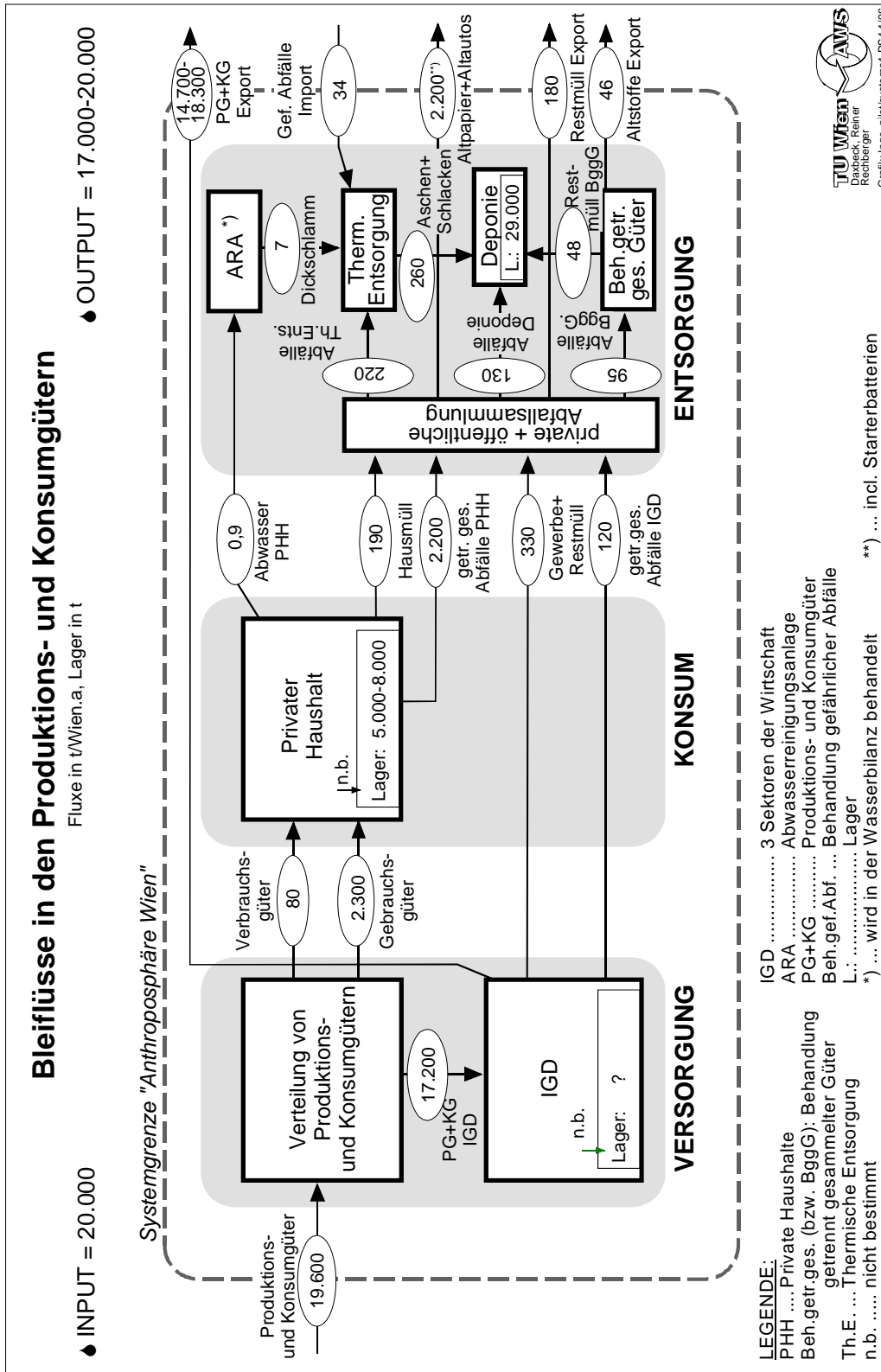


Abbildung 4-25: Bleiflüsse in den Produktions- und Konsumgütern in t

Weltweit werden ca. 40 % des Bleiverbrauches zur Herstellung von Bleiakumulatoren und ca. 10 % für die Herstellung von Kraftstoffzusätzen (Antiklopfmittel) verwendet. Der Rest verteilt sich auf die Herstellung von Farben, Chemikalien, Legierungen und verschiedenen Werkstoffen wie Kabelumantelungen, Wasserrohre, Strahlenschutzplatten, Gewichte und Ballaste etc.. Weitere Einsatzgebiete findet Blei bei der Herstellung von Lagerbuchsen, Gleitringen, Blechen, Folien, Flaschenkapseln, Drähte, Bleidruckgußteile, Handelsdünger, Pflanzenschutzmittel, Tuben, technische Gläser, Munition, Feuerwerkskörper, Lametta, aufglasurdekoriertem Porzellan und Kristallglas. Diese Fülle an Einsatzgebieten macht die Datenerfassung für eine Bleibilanz auf regionaler Ebene äußerst schwierig

Der Gesamtinput an Blei in die Stadt Wien beträgt knapp 20.000 Tonnen, wobei knapp 90 % davon in den Prozeß „IGD“ gelangen. Die für den Bleifluß wichtigste Branche ist die metallbe- und -verarbeitende Branche. Ungefähr 17.000 t Blei werden als Roh- und Hilfsstoffe eingesetzt und zwischen 15.000 und 18.000 t Blei verlassen über die Güter die Stadt.

In den Privathaushalt gelangen über 90 % des Bleis über die langlebigen Konsumgüter (Gebrauchsgüter). Es befindet sich fast ausschließlich in den Starterbatterien der Personenwagen. Das Bleilager im Privathaushalt beläuft sich auf ca. 5.000-8.000 t und stammt im wesentlichen ebenfalls vom Personenwagen. Der Personenwagen spielt im Output ebenfalls die wichtigste Rolle, etwa 2.000 t an Blei verlassen über die getrennt gesammelten Abfälle (Altautos und Altstarterbatterien) den Privathaushalt.

Der Bleifluß über die festen Abfälle aus Wien in den Bereich Entsorgung (2.840 t/a) wird wesentlich durch die getrennt gesammelten Abfälle des Privathaushaltes mitbestimmt (77 %). Neben Abfällen, die durch andere Bleiflässe induziert werden, wird dieser Hauptfluß praktisch zur Gänze exportiert und mehrheitlich einem Wiederverwertungsprozeß zugeführt. Anders wie bei Kohlenstoff und Stickstoff ist die Emission der Entsorgung in die Atmosphäre unbedeutend. Blei, das nicht exportiert wird (440 t/a), geht in die Deponien, die ein Lager von rund 30.000 t darstellen. Es beinhaltet daher rund 68 Mal den Input in Deponien des Jahres 1991.

4.2.3.5 Verknüpfung zum Gesamtsystem - Stadt Wien

Die Bleibilanz der „Anthroposphäre Wien“ ergibt sich durch die Verknüpfung der Bleibilanzen der vier Teilsysteme (Energieträger-, Baumaterialien-, Wasser- und Konsum- u. Produktionsgüterbilanz).

Blei ist in der Natur ein allgegenwärtiges, aber nicht lebensnotwendiges Element. In den letzten Jahrzehnten wurden die natürlichen Konzentrationen zunehmend von anthropogenen Belastungen überlagert, die für den Menschen Gesundheitsgefahren darstellen können. Seit dem frühen Altertum hat der Pro-Kopf-Verbrauch an Blei um mehr als des hunderttausendfache zugenommen und liegt heute in Wien bei 4 kg/EW.a. Blei wird vom Menschen mit der Atemluft und den Nahrungsmitteln aufgenommen. Kinder können zusätzlich bleihaltige Stäube und Farben verschlucken. Das durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt gebrachte Blei kann sich in Umweltmedien und biologischen Organismen anreichern, da Blei nicht

abgebaut oder zersetzt werden kann. In der Bleibilanz für die Anthroposphäre Wien konnten die größten Bleiflüsse und Bleilager identifiziert werden.

Der Bleiimport in den bleihaltigen Gütern in die Anthroposphäre Wien betrug 1991 24.000 t. Im gleichem Jahr verließen zwischen 18.500 und 22.000 t die Stadt. Dies bedeutet, daß auf Grund der identifizierten Bleiflüsse, das Bleilager der Stadt Wien wächst. Dieser Lagerzuwachs beträgt 3.300 t, das Lager selbst liegt in der Größe von 340.000 t.

Betrachtet man den jährlichen Import, so fällt auf, daß die Bleiflüsse in den einzelnen Gütergruppen durch etwa 4 Größenordnungen getrennt sind. So beträgt der kleinste Import an Blei über das Trinkwasser unter 1 t Pb/a. In den Energieträgern werden 100 t, mit den Baumaterialien und dem Bodenmaterial 4.100 t und mit den Produktions- und Konsumgütern 19.600 t/a an Blei importiert. Dies bedeutet, daß 83 % des Bleiimportes über Produktions- und Konsumgüter und 16 % über die Baumaterialien nach Wien gelangten. Die restlichen Flüsse liegen unter 1 %. Vom gesamten nach Wien importierten Blei wurden etwa 90 % (21.000 t) im Prozeß „IGD“ und etwa 10 % (3.000 t) im Privaten Haushalt umgesetzt. Die Bleiflüsse innerhalb der Stadt werden vor allem durch die Baumaterialien und die Bleiakumulatoren bestimmt.

Von den 21.000 t, die durch den Prozeß „IGD“ fließen, werden 80 % (17.000) in den bleiverarbeitenden Industrie- und Gewerbebetrieben eingesetzt. Die in Industrie und Gewerbe erzeugten bleihaltigen Güter verlassen in den hergestellten Produkten (Güter Export IGD) die Stadt Wien. Im Prozeß „IGD“ hat sich in den Bauwerken ein Bleilager von 170.000 t angesammelt, daß jährlich um 2.000 t wächst.

In den „privaten Haushalt“ fließen durch die Produktions- und Konsumgüter 2.400 t an Blei, es verläßt die Haushalte im wesentlichen über die festen Abfälle (feste Abfälle PHH). Im Prozeß „Privater Haushalt“ vergrößert sich das Bleilager von 140.000 t jährlich um 0,3 %, zum Großteil in den Baumaterialien.

In der „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ liegen die Inputflüsse der festen Abfälle aus den Privathaushalten und aus „IGD“ in der selben Größe von etwa 2.000 t Blei. In den Deponien innerhalb von Wien sind 29.000 t Blei gelagert, deren Lager sich jährlich um 800 t (3 %) vergrößert. Die Stadt Wien verließen im Bilanzjahr 3.800 t Blei in den exportierten Abfällen, d.h. etwa 20 % des Bleis im Output der Prozesse „Abfallwirtschaft und Abwasserwirtschaft“ verbleibt in der Stadt.

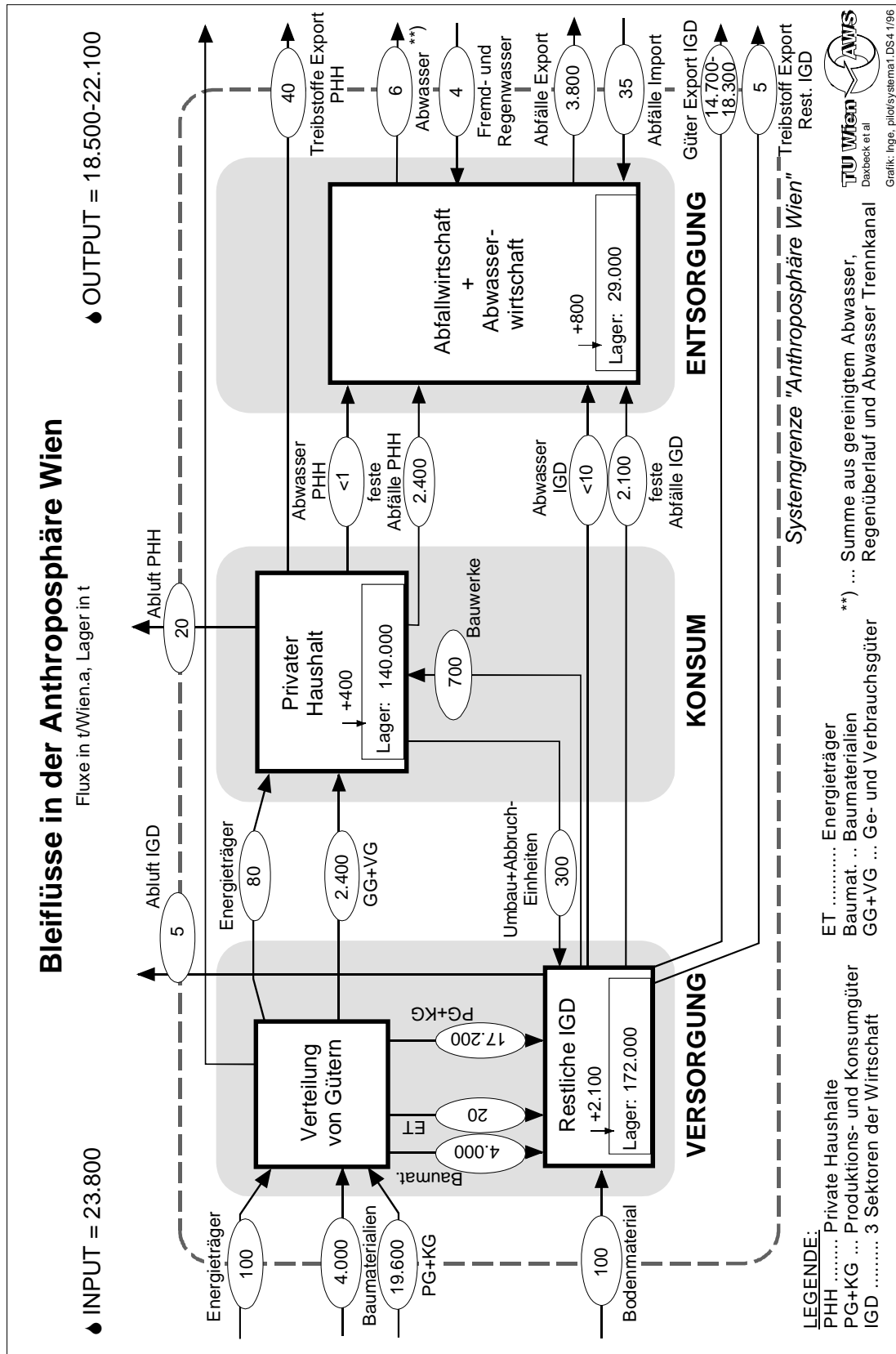


Abbildung 4-26: Bleiflüsse in der Anthroposphäre Wien in t

5 Schlußfolgerungen

Ursprünglich war dieses Projekt, das erst in der letzten Phase der Wiener Internationalen Zukunftskonferenz (WIZK) entstand, in zwei separat finanzierte Teile gegliedert, einen ersten Stofffassungsteil für 1995, und einen Bewertungs- und Steuerungsteil für 1996. Da die WIZK aber nach 1995 nicht mehr weitergeführt wurde, entschied sich das Projektteam, zwar mit Schwergewicht den ersten Teil zu bearbeiten, aber auch einen Beitrag zum zweiten Teil zu leisten. Aus diesem Grund konnten nicht alle, für beide Teile vorgesehene Fragen untersucht und beantwortet werden.

Trotz des knapp bemessenen Zeitraums von 8 Monaten konnte das Ziel, den anthropogenen Stoffhaushalt der Stadt Wien anhand von Beispielen zu beschreiben, erreicht werden. Es wurden sowohl eine **Güterbilanz** als auch **Stoffbilanzen** der Stoffe **Kohlenstoff**, **Stickstoff** und **Blei** erstellt. Für alle drei Stoffe wurden die wichtigsten In- und Outputgüter, Prozesse, Lager und teilweise auch die Lagerveränderungen ermittelt. Die Erfahrungen durch die internationalen Kontakte des Instituts für Wassergüte und Abfallwirtschaft mit anderen Instituten (aus den Niederlanden, der Schweiz, Schweden und Deutschland) flossen in den methodischen Aufbau und in die Ergebnisse der Arbeit ein.

Es war aus zeitlichen Gründen nicht möglich, *alle* gestellten Fragen zu beantworten. Es konnten keine Verknüpfungen zwischen dem anthropogenen und dem natürlichen Stoffhaushalt der Stadt Wien hergestellt werden. Auch war es nicht möglich, den "*optimalen* Stoffhaushalt bezüglich einer langfristigen Umweltverträglichkeit und *optimalen* Rohstoffnutzung" zu definieren, dadurch war es auch nicht möglich, Varianten zu beschreiben, um vom Ist-Zustand zu einem Soll-Zustand eines umweltverträglichen regionalen Stoffhaushaltes zu gelangen. Mit dieser Arbeit konnte jedoch der erste Schritt zur Beantwortung dieser Fragen gesetzt werden.

Einen wesentlichen Problembereich für die Beantwortung der Fragen bildete die Datenlage. Grundsätzlich kann gesagt werden, daß auf Güterebene die Verfügbarkeit von Daten viel höher ist als auf stofflicher Ebene. Die in Österreich geltende Geheimhaltungspflicht von bestimmten betrieblichen Daten erschwert das Erstellen von Stoffhaushaltsstudien erheblich. Stoffliche Informationen in Gütern sind im wesentlichen in jenen Fällen vorhanden, wo die Aufzeichnung vorgeschrieben ist. Es ist einsichtig, daß die Aussagequalität von Stoffhaushaltsstudien von der Qualität der Rohdaten abhängt.

Die größten Ungenauigkeiten waren bei der Bestimmung der Güterflüsse durch Industrie und Großgewerbe gegeben. Dies obwohl die Datenbasis aus den unverschlüsselten Rohdaten der Industrie- und Gewerbestatistik des Österreichischen Statistischen Zentralamtes bestand. In Zukunft muß die Qualität der Datensätze verbessert werden, damit in der Statistik enthaltene Daten über den Input mit dem Output besser übereinstimmen.

Das heißt, sollen zukünftig statistische Rohdaten zur Beschreibung des Stoffhaushaltes der Stadt Wien herangezogen werden, ist die Forderung nach einer Neugestaltung bzw. Adap-

tierung dieser Daten zu stellen. Noch effizienter jedoch wäre die Implementierung einer städtischen Energie- und Stoffbuchhaltung, die sich unter anderem auf betriebliche Stoffbuchhaltungen abstützen könnte. Diese neue Art der Buchhaltung sollte jedoch in einem ersten Schritt nicht verpflichtend eingeführt werden, sondern auf Freiwilligkeit beruhen. In den wichtigsten Akteuren im Stoffhaushalt einer Stadt sollte das Bewußtsein über deren Beitrag und damit deren Verantwortung am gesamten Stoffhaushalt von Städten und deren Hinterland geschärft werden. Alle wichtigen Akteure sollen gemeinsam das zu erreichende Ziel einer nachhaltigen Stoffwirtschaft definieren und darauf aufbauend den Weg zur Zielerreichung gemeinsam beschreiten.

Bezüglich der Steuerung von Stoffflüssen konnten exemplarisch wesentliche Aussage gemacht werden. Es konnte noch keine systematische Untersuchung der Effizienz der verschiedenen Maßnahmen durchgeführt werden. Aus zeitlichen Gründen konnte die Bedeutung für die Praxis nur an Einzelbeispielen gezeigt werden. In Zukunft ist die Zusammenarbeit zwischen der Verwaltung und der Wissenschaft in bezug auf die Umsetzung der Resultate notwendig.

Kohlenstoff

Die bereits bekannten Forderungen nach Maßnahmen zur Reduktion des CO₂-Ausstosses ergeben sich auch aus vorliegenden Arbeiten. Sie können im Jahresbericht der österreichischen CO₂-Kommission nachgelesen werden [Akademie für Umwelt und Energie, 1995].

Der Kohlenstoffhaushalt der Stadt Wien wird zwar durch den Verbrauch an fossilen Energieträgern dominiert, aber auch organisch und anorganisch gebundener Kohlenstoff in Baumaterialien und, mit einiger Unsicherheit behaftet, in Produktions- und Konsumgütern sind wichtig. *Es erscheint daher angebracht, diese zwei Güterflüsse zukünftig qualitativ und quantitativ genauer zu erfassen und zu untersuchen.*

Der Kohlenstoffumsatz in Industrie und Gewerbe ist rund 1,5 mal größer als derjenige der Privaten Haushalte und rund 5 mal größer als in der Abfallwirtschaft. *Für den Kohlenstoffhaushalt der Stadt Wien spielt die Abfallwirtschaft mengenmäßig eine untergeordnete Rolle.*

Die größten Flüsse werden von den Privaten Haushalten und Industrie und Gewerbe direkt in die Atmosphäre emittiert oder in die Infrastruktur eingebaut. *Die Abfallwirtschaft kann daher ihre "Filterfunktion" zur Umwelt bezüglich Kohlenstoff nur bedingt wahrnehmen. Um dem Ziel eines umweltverträglichen und ressourcenschonenden Stoffhaushalts der Stadt Wien näherzukommen, müssen die großen, in die Umwelt emittierten Kohlenstoffflüsse reduziert werden.* Das Ziel kann dann am besten erreicht werden, wenn erstens weniger Energie (Brennstoffe, Treibstoffe) gebraucht wird und zweitens fossile Energie durch erneuerbare Energie ersetzt wird.

Das Gesamtkohlenstofflager beläuft sich auf rund 50 Mio. t. Davon befindet sich 1/10 in Deponien, wo organisch gebundener Kohlenstoff langfristig nicht fixiert ist und ein zukünftiges Gefährdungspotential darstellt. Der überwiegende Teil des Kohlenstofflagers jedoch ist

in der Infrastruktur eingebaut und liegt zu 2/3 in organischer Form (Holz, Kunststoff) vor. Die jährliche Vergrößerung des anthropogenen Kohlenstofflagers der Stadt Wien beträgt ca. 2 %. Dabei ist der absolute Lagerzuwachs in Industrie und Gewerbe 2 bis 6 mal größer als in den Privaten Haushalten sowie in der Abfallwirtschaft. Relativ gesehen wächst das Kohlenstofflager "Deponie" am schnellsten. *Unter Berücksichtigung einer Infrastrukturlebensdauer von mehreren Jahrzehnten muß langfristig gesehen der Fluß in die Abfallwirtschaft deutlich ansteigen.*

Aufgrund des hohen organischen Anteiles diese Flusses aus der Infrastruktur ist er nicht zur direkten Deponierung geeignet. Das derzeit noch wachsende Lager könnte in Zukunft ein nicht unbedeutendes Ressourcenpotential darstellen und sollte energetisch genutzt werden, um einerseits fossile Energieträger substituieren zu können und andererseits ein zukünftiges Gefährdungspotential zu minimieren. Um fossile Energieträger CO₂-neutral zu ersetzen, muß jedoch das für den Infrastrukturaufbau/-umbau importierte Holz durch Wiederaufforstung ersetzt werden. *Ausgehend vom heutigen organischen Kohlenstoffanfall aus der Infrastruktur von ca. 5 % des energieträgergebundenen Kohlenstoffinputs nach Wien, könnten bei einem zukünftig zu erwartenden Mehranfall an Kohlenstoff aus der Infrastruktur bis zu 10 % des derzeitigen Kohlenstoffanteils des Energieträgerinputs gedeckt werden. Dies zeigt die Bedeutung der Bewirtschaftung der Baurestmassen für den zukünftigen C-Haushalt.*

In dieser Arbeit wurde versucht, exemplarisch für Treibstoffe, das Verhältnis von innerhalb und außerhalb der Stadt Wien umgesetzten Stoffflüsse zu bestimmen, um die Beziehung der Stadt mit ihrem Umland aufzuzeigen. Es zeigt sich, daß je nach getroffenen Annahmen zwischen 40 bis 60 % der treibstoffgebundenen Kohlenstoffflüsse außerhalb der Stadt emittiert werden. *Da diese Menge relativ groß ist, ist es notwendig die getroffenen Annahmen mit harten Zahlen zu verifizieren. Daraus folgt, daß erstens zusätzlicher Forschungsbedarf besteht, und zweitens bei der Raum- und Verkehrsplanung auch die Wirkung auf das Umland berücksichtigt werden muß. Erst so wird es möglich, durch die gesamthafte Darstellung der Stoffflüsse die Verantwortung der Stadt für das Umland aufzuzeigen und sich gemeinsam dem Ziel eines umweltverträglichen regionalen Stoffhaushaltes zu nähern.*

Stickstoff

Wien ist für Stickstoff nicht nur ein Durchflußreaktor, sondern auch ein Lager, das jährlich um 1-3 % wächst. Der Großteil dieses Lagers wird durch die Bausubstanz gebildet. Neben Holz, das einen geringen Stickstoffgehalt hat, werden auch stickstoffhaltige Kunstharze eingesetzt. Ihr Anteil in den anfallenden Baurestmassen wird durch den verstärkten Einsatz in den letzten Jahren in Zukunft sicherlich ansteigen. *Es ist zu klären, ob der Anstieg N-hältiger Güter in Bauabfällen zum Entstehen abfallwirtschaftlich bzw. umweltmäßig relevanter Probleme (z.B. Probleme mit Emissionen bei der thermischen Verwertung, verändertes Depo-nieverhalten der Baurestmassen) führt.*

Der wichtigsten Entsorgungspfade für Stickstoff ist der Wasser- und der Luftpfad. Soll die zunehmende Eutrophierung des Schwarzen Meeres eingebremst werden, müssen Maßnahmen

getroffen werden die Stickstofffracht in die Donau und letztendlich in das Schwarze Meer zu reduzieren.

Die Stickstofffracht, die in Wien in den Vorfluter gelangt, war 1991 mit 4,9 kg N/E.a ähnlich der Mengen, die Bewohner des deutschen Einzugsgebietes der Donau lieferten (5,5 kg N/E.a) [Isermann, 1995].

Aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistung gelangt eine vergleichbar große Stickstofffracht ins Abwasser wie aus den privaten Haushalten. Die anderen Quellen sind unbedeutend.

Ist das Ziel die N-Emission in die Oberflächengewässer zu senken, so bieten sich folgende Möglichkeiten:

- Steuerung der Inputflüsse (Vorsorge)
- Alternative Sammlung und Verwertung von N-hältigen Abwässern
- Denitrifikationsstufe in der Kläranlage (klassische end-of-pipe technology)

Folgende Potentiale liegen in der Steuerung der Inputflüsse:

Durch eine eiweißgerechte Ernährung der Bevölkerung könnte der N-Verbrauch je Einwohner um rund 40 % auf ca. 6 g N/E.d (2,2 kg/E.a) [Holtmeier, 1986] gesenkt werden.

Zugleich sollte die N-Fracht in betrieblichem Abwasser reduziert werden. Durch das Identifizieren der frachtmäßig größten Einleiter (zur Zeit ist eine Zuordnung nicht möglich) kann das Potential zur innerbetrieblichen N-Entfrachtung untersucht werden und allfällige Maßnahmen gesetzt werden. Damit sollte die Zulauffracht zu den Kläranlagen reduziert werden können. Unter der Annahme, daß der Dienstleistungssektor zuungunsten von Industrie und Gewerbe in Wien zunimmt, läßt sich die Stickstofffracht im betrieblichen Abwasser reduzieren. Tatsache ist, daß auch eine zunehmenden Zahl von Arbeitsplätzen im Dienstleistungssektor die Menge Stickstoff im Abwasser erhöhen kann (mehr Pendler oder Einwohnerzuwachs).

Bei der Beibehaltung der jetzigen Reinigungsleistung der Kläranlagen, der eiweißgerechten Ernährung und einer 25 %igen Abnahme der betrieblichen N-Fracht im Abwasser, würde sich die Stickstofffracht, die in den Vorfluter geleitet wird, auf 3,3 kg N/E.a oder 5.000 t N/a reduzieren. Dies entspricht einer Reduktion der N-Fracht um 30 %.

Eine andere Möglichkeit zur Reduzierung der bestehenden N-Belastung ist die Entfernung von N in der Kläranlage, also einer klassischen end-of-pipe Technologie. Zur Zeit wird in der Wiener Hauptkläranlage u.a. eine Denitrifikationsstufe errichtet. Bei einer geplanten N-Eliminierungsleistung von 80 % wird der Stickstoffeintrag in den Vorfluter auf 1,9 kg N/E.a (2.900 t N) reduziert. Dies bedeutet, daß der Stickstoffbeitrag der Stadt Wien in die Donau von 5,8 auf 2,4 % verringert wird. Deshalb ist der Bau einer Denitrifizierungsanlage ein wichtiger Schritt die Stickstoffbelastung der Donau zu reduzieren.

In Zukunft wird es notwendig sein, ein maßgeschneidertes Maßnahmenpaket für die Verwendung, Sammlung und die Entsorgung von Stickstoff zu entwerfen, welches sich an der

Kapazität der Donau (unter Berücksichtigung des Schwarzes Meeres), den physikalisch, chemischen Transformationsprozessen in der Luft und der optimalen Nutzung des Nährstoffs N orientiert.

Blei

Blei ist ein Stoff, der zwar hinsichtlich seiner Schädwirkungen vielfach untersucht wurde, dessen Konzentration in Gütern aber nur in einigen Fällen bekannt ist. Die Fülle an Einsatzgebieten macht die Datenerfassung für eine Bleibilanz auf regionaler Ebene schwierig. Durch die Beschränkung auf die wesentlichen Einsatzgebiete konnten die Bleiflüsse und Lager in ihrer Größe für Wien abgeschätzt werden.

Die künstliche Erhöhung des Bleigehaltes in den Treibstoffen wurde durch die Umweltschutzgesetzgebung während der letzten Jahre massiv eingeschränkt. Im Bilanzjahr 1991 war in Wien noch verbleites Benzin erhältlich (seit 1993 ist der Verkauf von verbleitem Benzin in Österreich verboten).

In Summe emittierten 1991 aus der Stadt Wien durch den Verbrauch an Treib- und Brennstoffen 25 t Blei in die Luft. Da seit 1993 in Wien kein verbleites Benzin mehr Verwendung findet, ist aufgrund der natürlichen Bleigehalte in Brenn- und Treibstoffen durch deren Verbrennung mit einer Bleiemission in die Luft von etwa 10 t zu rechnen (in der Bleibilanz 1991 nicht dargestellt). Im Vergleich dazu liegt die jährliche Bleifracht der Müllverbrennungsanlagen (1992) bei 0,08 t/a [UBA, 1995]. Durch die Abnahme an bleihaltigen Kraftstoffen nimmt auch die Bleifracht über das Regenwasser aus der Entwässerung von Straßen-, Dach- und Hofflächen in die Kanalisation ab.

Aufgrund der Ungenauigkeit der Bilanz konnte die Summe an diffusen Emissionen nicht quantifiziert werden. Diffuse Emissionen sind jene Bleiverluste, die durch die Verwendung bleihaltiger Güter entstehen. Ihre Wirkung ist flächenhaft und ist nach ihrem Ursprung nicht lokal exakt zuordenbar. Ein typisches Beispiel ist die Bleiemission im Straßenverkehr.

Aufgrund der großen Bleifracht (ca. 20.000 t) mit der innerhalb der Anthroposphäre von Wien umgegangen wird und des bestehenden Lagers von 340.000 Tonnen, kann die Frage gestellt werden, wie hoch solche nicht identifizierten Emissionen eigentlich sein dürften, damit sie jene in die Umwelt nicht übersteigen. Im Jahr 1991 wurden rund 30 t diffus in die Umwelt emittiert. Bezogen auf den gesamten Bleiimport und das gesamte Lager entspricht dies insgesamt jährlich nur 0,008 % des Lagers. Würde man die jeweiligen Güterklassen einzeln betrachten, dürfte beim hantieren mit den Baumaterialien (4.000 t) nur etwa 0,7 %, von der im privaten Haushalt verwendeten Menge (2.400 t) 1 % und von der Menge die in "IGD" eingesetzt wird (20.000 t) lediglich etwa 0,1 % jährlich in die Umwelt gelangen, um die gesamten Emissionen (1991) von 30 t nicht zu übersteigen.

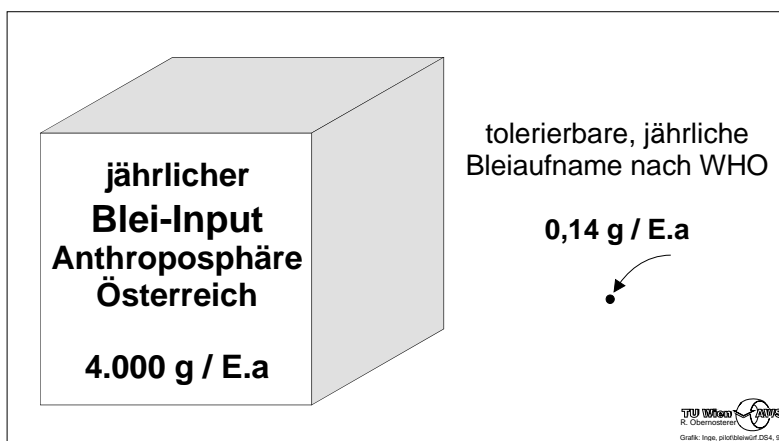


Abbildung 5-1: Vergleich des jährlichen Blei-Inputs in die Anthroposphäre Österreich mit der tolerierbaren Bleiaufnahme nach WHO, in g/E.a

Ohne den in den bleiverarbeitenden Industrie- u. Gewerbebetrieben verarbeitenden Produktionsgütern beträgt der Bleiimport etwa 4 kg/E.a. Nach einer Empfehlung der WHO soll die Bleiaufnahme (hochgerechnet auf ein Jahr) 0,14 g/E.a nicht überschreiten. Das oben gezeigte Beispiel zeigt eindrucksvoll, daß durch den hohen anthropogenen Fluß nur geringe Mengen an eingesetztem Blei emittieren dürfen.

Durch die notwendigen Güter zum Aufbau der Bauwerke und der Infrastruktur wurden jährlich 4.000 Tonnen Blei importiert. Das Bleilager in der Bausubstanz beträgt etwa 300.000 Tonnen, das entspricht einer durchschnittlichen Konzentration in den Bauwerken von 600 ppm. Heute dürfte der Einsatz von metallischen Blei im Bauwesen rückläufig sein. So betrug die durchschnittliche Konzentration im Baumaterialienimport 1991 etwa 400 ppm. Im Vergleich dazu weist die Erdkruste durchschnittlich eine Konzentration von 13 ppm auf. Somit können Baumaterialien in bezug auf Blei nicht als erdkrustenähnlich eingestuft werden, eine kontrollierte Deponierung dieser Abfälle ist wichtig.

Derzeit sind die Angaben über separat gesammeltes Blei des Wiener Altmetallhandels kaum verfügbar, sodaß Vorschläge zu einer Lagerbewirtschaftung noch nicht getroffen werden konnten. Mit den Daten des in Wien gesammelten Altbleis können erste Überlegungen angestellt werden. Es ist zu untersuchen, ob ausreichend Altblei aus den Bauwerken ausgebaut werden kann. Kann zukünftig ein Teil des im Produktionssektor eingesetzten Bleis durch den rückgewonnenen Sekundärrohstoff substituiert werden und kann somit der Stadtbau den Bergbau konkurrenzieren?

In Wien werden Akkumulatoren getrennt gesammelt. Die Wiedergewinnung des Bleis aus diesen Akkumulatoren findet zum überwiegenden Teil außerhalb Wiens statt. Die damit verbundenen Stoffflüsse werden dadurch aus der Stadt ausgelagert. *Im Sinne einer globalen, nachhaltigen Entwicklung sollte die Stadt Wien Verantwortung auch für die aus der Stadt ausgelagerten Ver- und Entsorgungsprozesse mittragen.* Die Stadt Wien sollte sich der Wechselwirkungen Stadt - Hinterland bewußt werden und diese in ihren zukünftigen Entscheidungen berücksichtigen. Das Hinterland ist nicht nur für die Versorgung, sondern in zunehmender

dem Maße auch für die Entsorgung notwendig (Dissipation von Nährstoffen und Schadstoffen).

Hauptaussagen für die Stadt Wien

- Der Güterfluß der Stadt ist nicht im Fließgleichgewicht, der Input ist größer als der Output. Das Lager in der Anthroposphäre der Stadt Wien wächst sowohl güter- als auch stoffmäßig. Aufgrund seines Rohstoff- bzw. Schadstoffpotentials sind zusätzliche Kenntnisse über die Art, die stoffliche Zusammensetzung des Lagers, die Dynamik der Lagerveränderung und die Steuerungsmöglichkeiten notwendig.
- Die Stadt Wien ist nicht nur eine reine Dienstleistungsregion in der große Mengen an Konsumgütern verbraucht werden, sondern es wird mindestens die gleiche Menge an Produktionsgütern in die Stadt transportiert und dort bearbeitet um in andere Regionen exportiert und schließlich konsumiert zu werden. Der Beitrag des Produktionssektors zum gesamten Stoffhaushalt der Stadt ist somit nicht vernachlässigbar und sollte daher in Zukunft güter und stoffmäßig erfaßt werden.
- Die Stadt Wien ist für die massenmäßig wichtigsten Güter (Wasser, Luft, und Energieträger) im wesentlichen ein Durchflußreaktor. Sie ist sowohl in der Ver- und Entsorgung als auch in der Produktion von ihrem Hinterland abhängig. Diese Abhängigkeit oder Wechselwirkung muß in der Diskussion über die Entwicklung der Stadt Wien in Richtung "Nachhaltigkeit" mitberücksichtigt werden. Wien kann nur gemeinsam mit ihren Nachbarregionen den Weg in Richtung nachhaltige Entwicklung gehen, sie muß über ihre Stadtgrenzen hinweg das Ziel des umweltverträglichen regionalen Stoffhaushaltes anstreben. Eine Aufgabenteilung (trade off) ist notwendig.
- Aufgrund der Bedeutung der Infrastruktur ist die Forderung gerechtfertigt, für neue Projekte Stoffflußanalysen zu erstellen, um deren Auswirkungen in energetischer und stofflicher Art bereits im vorhinein abschätzen zu können. Diese Forderung gilt auch für Projekte auf betrieblicher Ebene, wenn abzusehen ist, daß mit der Ansiedlung neuer Unternehmen (Branchen) große (neue) Stoffflüsse verbunden sind.
- Stoffhaushaltsstudien halten der Stadt Wien einen Spiegel vor, d h. Stoffflußanalysen zeigen bei Vorhandensein von Kriterien für Nachhaltigkeit, ob sich die Stadt in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung bewegt, oder ob sie sich in eine andere Richtung entwickelt. Mit diesem Instrument verfügt die Stadt Wien über ein Monitoringinstrument, um die Wirkung getroffener Maßnahmen zu überprüfen und ein Frühwarnsystem um zukünftige Entwicklungen bereits im vorhinein erkennen und beurteilen zu können. Als nächster Schritt sollte die Stadtverwaltung beginnen, selbst mit dem neuen Instrument umgehen zu lernen. Beispielsweise könnten Stoffflußanalysen mit von der Stadtverwaltung stammenden Fragestellungen, in Form von Workshops gemeinsam mit der Wissenschaft bearbeitet werden.
- In bezug auf die drei untersuchten Stoffe unterscheidet sich der Stoffumsatz der Stadt Wien nicht wesentlich von denjenigen anderer europäischer Städte. Mit Kohlenstoff und Stickstoff geht Wien eher haushälterischer um als vergleichbare Regionen. Eine aktive Stoffbewirtschaftung könnte diese positive Tatsache noch wesentlich verstärken.

6 Zusammenfassung

Einleitung

Die Menschheit wird in Zukunft vor allem in Städten leben. Das Verstehen des Stoffwechsels einer Stadt ist notwendig, um die gewaltigen Ver- und Entsorgungsprobleme, die sich in großen Ballungsräumen ergeben, frühzeitig erkennen und lösen zu können. Die zukünftigen Städte werden vorwiegend Dienstleistungsstädte sein. Die Hauptprozesse werden die privaten Haushalte und der Dienstleistungssektor sein.

Die Verschiebung von der Industriegesellschaft zur Dienstleistungsgesellschaft bedeutet, daß punktförmige, durch die Produktion verursachten "klassischen" Emissionen weniger wichtig, flächenhafte, durch den Konsum verursachte Emissionen jedoch wichtiger werden.

Die Problematik der Lagerbewirtschaftung stellt sich gegenwärtig und wird sich für jede Stadt schon in naher Zukunft verstärkt stellen. Zukünftige Probleme in der Entsorgung respektive Wiederverwertung können vermieden werden, wenn durch Kenntnis des Stoffhaushaltes die Herkunft und der Verbleib der Stoffe bekannt ist.

Städte sollen zukünftig ihren Metabolismus kennen und sich nach den Zielen "langfristige Umweltverträglichkeit" und "optimale Rohstoffnutzung" richten (wobei unter Rohstoffe Energie, Materie, Raum und Information zu verstehen sind).

Wien könnte dank seiner Besonderheiten (relativ gute Datenlage, gute Basis an ersten Untersuchungen, interessierte öffentliche Verwaltung) beispielhaft als Pionier-Umweltstadt vorangehen und die Erarbeitung einer Methodik unterstützen, anhand derer der Stoffhaushalt von Städten optimiert werden kann.

Ziele und Fragestellung

Das Ziel dieser Pilotstudie ist die Bestimmung des Stoffhaushaltes der Stadt Wien, wobei ausgehend vom Güterfluß drei ausgewählte Stoffe (**Blei, Kohlenstoff** und **Stickstoff**) bilanziert werden.

Folgende Fragen sollen mit diesem Projekt untersucht werden:

- Ist es möglich für die ausgewählten Elemente Stoffbilanzen für die Stadt Wien zu erstellen?
- Welches sind die wichtigsten Güter, Prozesse und Lager für die Stoffflüsse Blei, Kohlenstoff und Stickstoff durch die Stadt Wien?
- Welche Daten müssen vorhanden sein, wie kann mit minimalem Aufwand ein Maximum an Informationen erhalten werden?

- Welches sind die effizientesten Maßnahmen, um den Stoffhaushalt der Stadt einem Fließgleichgewicht umweltverträglich und ressourcenschonend anzunähern?
- Welche praktische Bedeutung haben die Ergebnisse der Stoffbilanzen für die Stadt Wien?

Methodisches Vorgehen

Als *Methodik* zur Systembeschreibung der Stadt wurde die *Stoffflußanalyse* [Baccini & Brunner, 1991], [Daxbeck & Brunner, 1993] verwendet.

Die örtliche Nähe, eigene Vorarbeiten, die Datenlage und politische Rahmenbedingungen waren Kriterien für die Auswahl der *Stadt Wien* als Untersuchungsobjekt. Als *räumliche* Systemgrenze wurde die politische Grenze des Stadtgebietes gewählt. Es wurden ausschließlich die anthropogenen Prozesse bilanziert und die wichtigsten Flüsse in die natürlichen Prozesse (Hydrosphäre, Pedosphäre und Atmosphäre) bestimmt. Als *zeitliche* Systemgrenze wurde ein Jahr gewählt. Als Erhebungsjahr wurde das Jahr 1991 bestimmt.

Zur Beschreibung des anthropogenen Stoffhaushaltes der Stadt Wien wurden die Prozesse "Verteilung von Gütern", "IGD" (= 3 Sektoren der Wirtschaft; Industrie, Gewerbe und Dienstleistung), "Privater Haushalt" (PHH) und "Abfall- und Abwasserwirtschaft", bestehend aus den Prozessen "Kanalisation", "private und öffentliche Abfallsammlung", "ARA" (Abwasserreinigungsanlage), "Therm. Entsorgung", "Behandlung getrennt gesammelter Güter" und "Deponie" gewählt. Zur Beschreibung des Gesamtsystemes wurden im Input die Güter Luft, Wasser, Energieträger, Baumaterialien und Produktions- (d.s. Rohstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse, Investitionsgüter) und Konsumgütern, im Output die festen, flüssigen und gasförmigen Abfälle, sowie die exportierten Güter berücksichtigt.

Das Gesamtsystem des Stoffhaushaltes der Stadt Wien wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit und Arbeitsteilung in die Teilsysteme *Energieträgerbilanz*, *Baumaterialienbilanz*, *Wasserbilanz* und *Produktions- und Konsumgüterbilanz* unterteilt.

Für die Stoffbilanzen der Stadt Wien wurden sowohl Literaturdaten als auch wienspezifische Meßdaten verwendet.

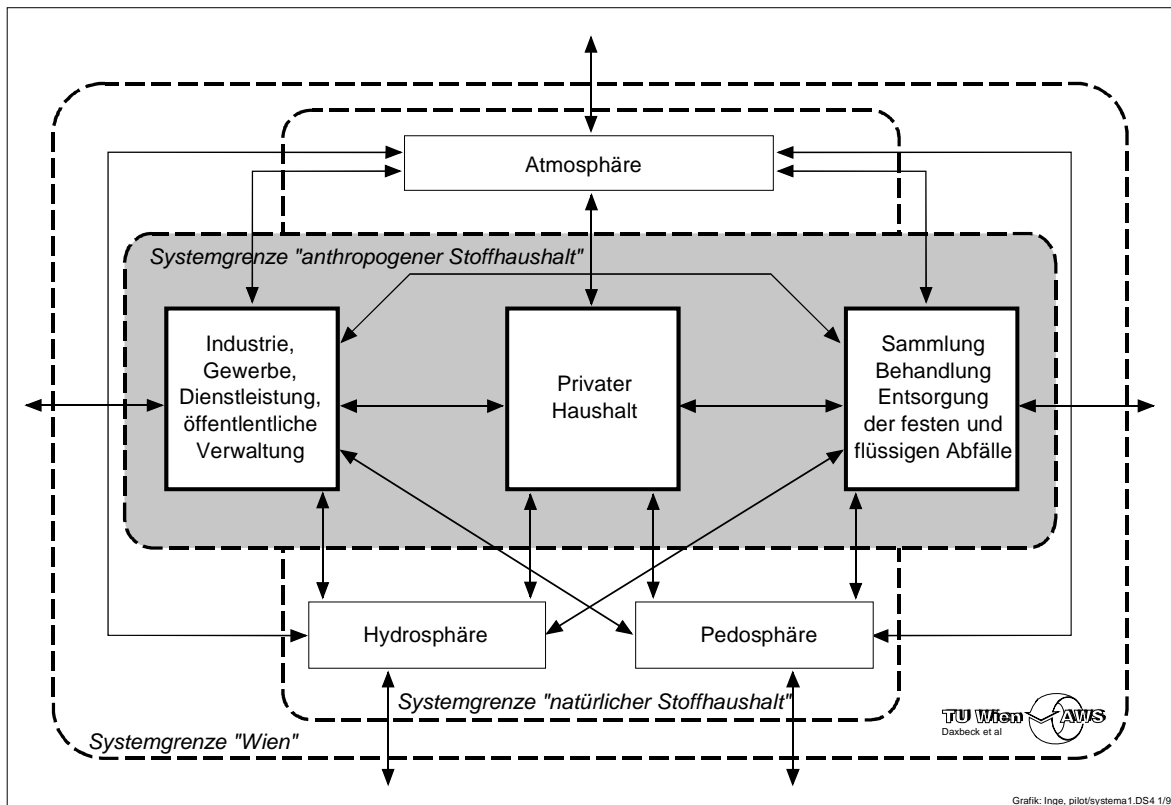


Abbildung 6-1: Abgrenzung des anthropogenen vom natürlichen Stoffhaushalt der Stadt Wien

Ergebnisse

In die Stadt Wien gelangen jährlich etwa 300 Mio. Tonnen an Gütern. Pro Wiener ergibt das einen anthropogenen Güterfluß von knapp 200 t/Einwohner und Jahr. Ungefähr 75 % des Güterinputs ist Wasser, knapp 18 % besteht aus Luft, der Import an Baumaterialien beläuft sich auf 2 bis 5 %. Der Beitrag der Produktions- und Konsumgüter liegt bei etwa 1 %.

Vom gesamten Import an Gütern fließen knapp 40 % in die Privathaushalte und zwischen 35 und 40 % in Industrie und Gewerbe. Der Anteil des Regen- und Fremdwassers liegt bei knapp über 20 %. Berücksichtigt man die Gliederung des Prozesses "IGD" in Branchen, dann stellen die Privathaushalte die wichtigste "Branche" für den anthropogenen Güterfluß durch die Stadt Wien dar.

Das anthropogene Lager der Stadt Wien beträgt knapp über 500 Mio. Tonnen. Pro Kopf ergibt dies eine Menge von 350 Tonnen. Das Lager an Gütern in der Anthroposphäre (Bauwerke und Infrastruktur) wächst jährlich um etwa 1 - 3 %.

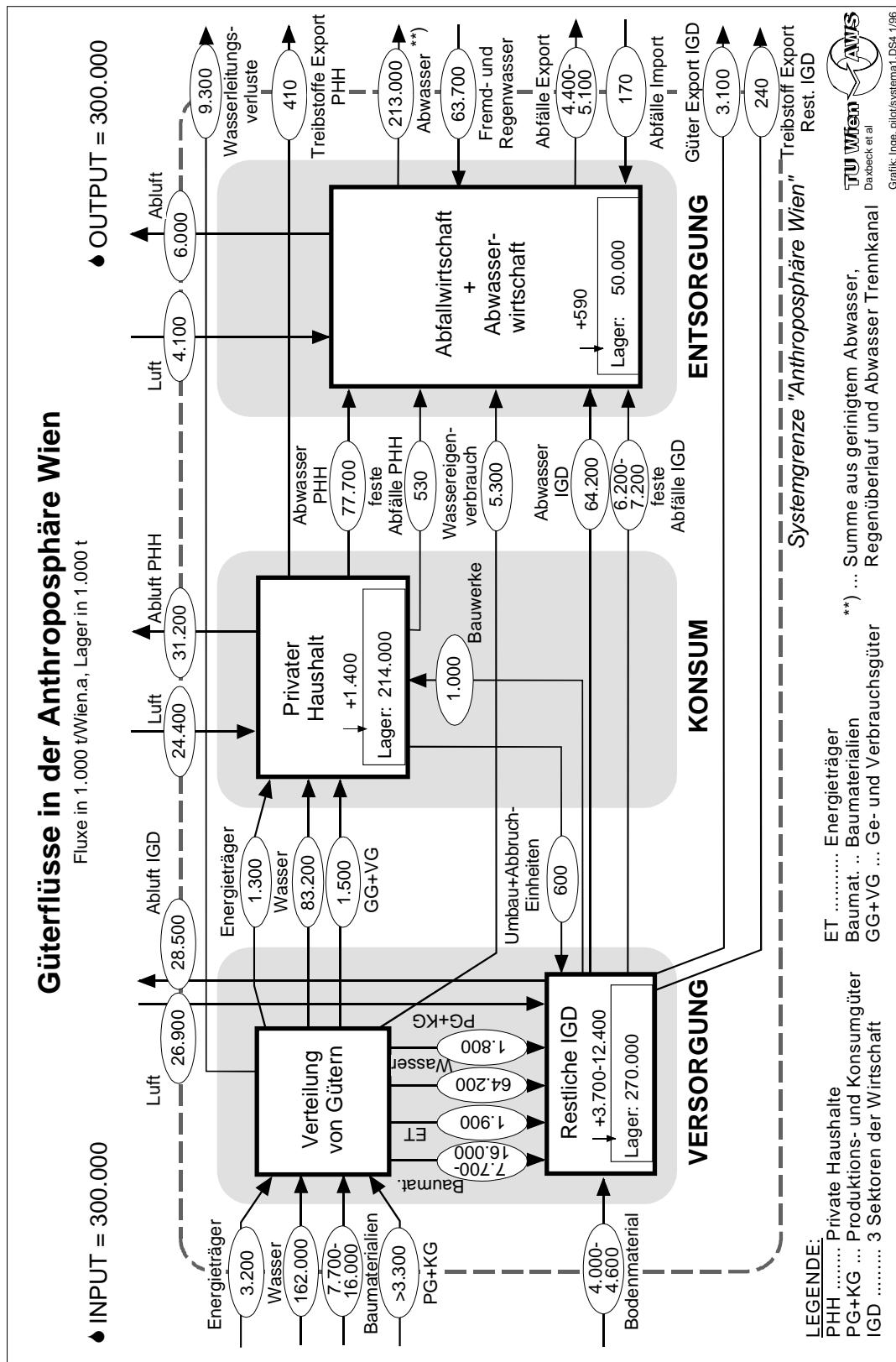


Abbildung 6-2: Güterbilanz des „anthropogenen Stoffhaushaltes“ der Stadt Wien in 1.000 t

Aufgrund der getroffenen Annahmen, d.h. wegen der Inkludierung der Infrastruktur im Prozeß "IGD" entfällt der größte Teil des Lagers auf Industrie und Gewerbe. Der Anteil der Deponie am gesamten anthropogenen Lager liegt bei knapp 10 %. Es wächst jährlich um etwa 1 %.

Von den knapp 300 Mio. Tonnen Abstoffen verläßt praktisch die gesamte Menge die Anthroposphäre von Wien. Der größte Teil (76 %) verläßt als Abwasser die Stadt, der Output über die Abluft beträgt ca. 20 % und an festen Abfällen werden knapp 2 % exportiert. Etwa 0,6 Mio. t Abfälle werden in Wien deponiert.

Die in den Statistiken ausgewiesenen Mengen an In- und Outputgütern des Prozesses "IGD" differieren. Dem Input von 1,8 Mio. Tonnen steht ein Output von 2,4 Mio. Tonnen gegenüber, d.h. es verlassen 0,6 Mio. Tonnen mehr an produzierten Konsum- und Produktionsgütern die Anthroposphäre der Stadt als in sie hineinfließen. Dies zeigt den Bedarf für bessere Daten.

Kohlenstoff

Im Jahr 1991 gelangten zwischen 4,1 und 4,9 Mio. t Kohlenstoff in die Anthroposphäre der Stadt Wien. Dominiert wird der Input durch den energieträgergebundenen Kohlenstofffluß (2,6 Mio. t/a), der abhängig von der Bandbreite der eingesetzten Baumaterialien zwischen 53 und 63 % des Gesamtkohlenstoffinputs ausmacht. Der Anteil des baumaterialiengebundenen C-Flusses (700.000-1.500.000 t/a) liegt zwischen 17 % und 30 %, der produktions- und konsumgütergebundene Kohlenstoff (>825.000 t) trägt je nach Baumaterialienumsatz zwischen 16 % und 20 % zum Gesamtkohlenstoffinput bei.

Vom gesamten Kohlenstoffinput in die Stadt Wien werden innerhalb der Anthroposphäre etwas mehr als 60 % (2,5-3,2 Mio. t/a) von Industrie und Gewerbe und etwas weniger als 40 % (1,7 Mio. t/a) von den Privaten Haushalten umgesetzt. Der gesamte in Industrie und Gewerbe fließende Kohlenstoff teilt sich je nach Annahme des Baumaterialienflusses zu rund 50 bis 60 % auf Energieträger (1.500.000 t/a), zu 20 % bis 40 % auf Bauwerke (500.000-1.300.000 t/a). Gebrauchs- und Verbrauchsgüter betragen nur 14 bis 18 % (460.000 t/a). Der gesamte in die Privaten Haushalte fließende Kohlenstoff verteilt sich prozentuell ähnlich wie in Industrie und Gewerbe auf die Energieträger (1.100.000 t/a), die Gebrauchs- und Verbrauchsgüter (370.000 t/a) und die Bauwerke (200.000 t/a).

Aus Industrie und Gewerbe und den Privaten Haushalten fließen rund 610.000 t/a Kohlenstoff in die Entsorgung. Davon sind über 92 % (450.000 t/a) in festen Abfällen und rund 8 % (46.000 t/a) im Abwasser enthalten.

Der gesamte Outputfluß an Kohlenstoff beträgt knapp 4 Mio. t. Davon verlassen etwa 60 % (2,4 Mio. t/a) des Kohlenstoffes über die Abluft die Anthroposphäre. Aus Industrie und Gewerbe stammen 1.300.000 t C/a, aus den Privaten Haushalten 930.000 t C/a.

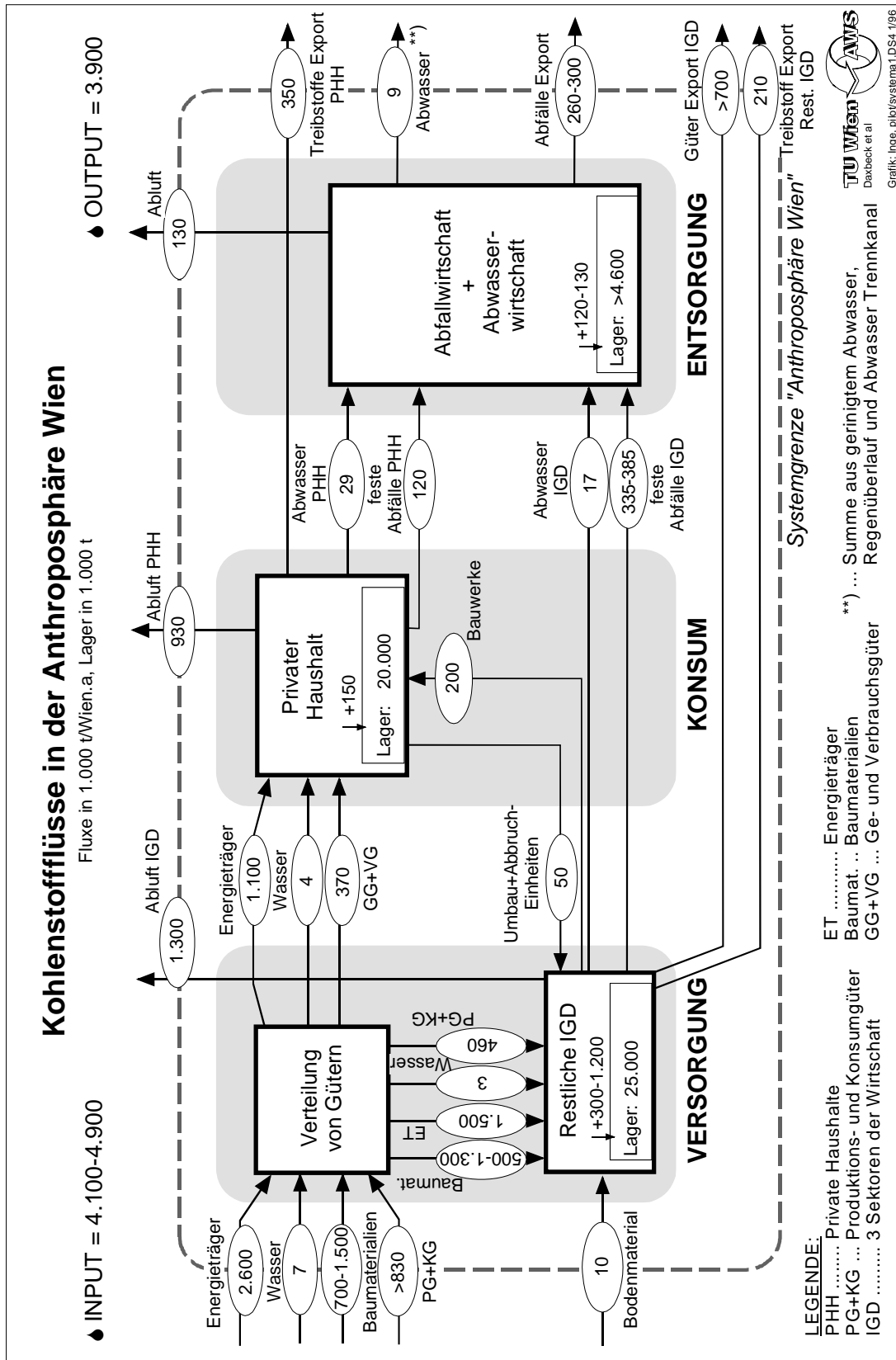


Abbildung 6-3: Kohlenstoffflüsse in der Anthroposphäre Wien in 1.000 t

Durch die Abwasser- und Abfallwirtschaft verlassen über Abluft 130.000 t C/a die Stadt. Nicht in Wien verbrauchte Treibstoffe aus Industrie und Gewerbe (210.000 t/a) und den Privaten Haushalten (350.000 t/a) stellen zwischen 9 und 14 % des gesamten Kohlenstoffexportes dar. Der noch mit einiger Unsicherheit verbundene aus Industrie und Gewerbe exportierte Kohlenstoff in Form von Produktions- und Konsumgütern von ca. 700.000 t/a beträgt 28 % des gesamten Kohlenstoffexportes. Der Anteil des über Abfälle exportierten Kohlenstoffs beläuft sich auf 310.000 t/a.

Das Kohlenstofflager von Wien (50 Mio. t) wird durch die Infrastruktur (45 Mio. t) wesentlich bestimmt. Das Lagerwachstum liegt bei rund 2 % pro Jahr. Ausgehend von den in der Teilbilanz über die Baumaterialien formulierten Überlegungen dürfte mehr als die Hälfte des Kohlenstoffes in organischer Form vorliegen.

Stickstoff

Die Menge des gesamten Stickstoffimportes der Stadt Wien lag im Jahr 1991 zwischen 44.000 und 61.000 t N. Den größten Anteil am Stickstoffimport nehmen die Produktions- und Konsumgüter mit 45-60 % ein. Ihnen folgen die Energieträger mit 20-25 % und die Baumaterialien mit 15-30 %.

Der größte Stickstoffexport findet durch den Export von Gütern aus Industrie und Gewerbe statt und beträgt 33.000 - 36.000 t N (60 - 65 %). Der Stickstoff in Brenn- und Treibstoffen gelangt in vollem Umfang in die Atmosphäre. Zusammen mit der Abfall- und Abwasserwirtschaft wird eine Fracht von 8.200 t Stickstoff in die Atmosphäre emittiert (dies entspricht etwa 10 % des Stickstoffs, der insgesamt aus Wien exportiert wird.). Für den Gesamtexport an Stickstoff ist der Wasserpfad von größerer Bedeutung. Etwa 7.300 t N verlassen die Stadt auf diesem Wege, wobei etwa 95 % dieser Menge aus dem Kläranlagenablauf stammen. Der Anteil an Stickstoff im Abwasser stammt in etwa zu gleichen Teilen aus den Privaten Haushalten und den Industrie- und Gewerbebetrieben.

Das Stickstofflager Wiens beträgt zwischen 740.000 und 800.000 t und wird vor allem durch die Bausubstanz (Holz, Kunststoffe) von "IGD" und den Privaten Haushalten sowie durch die Deponien gebildet. Das Lager in "IGD" beträgt 282.000 t N, in den Privaten Haushalten 260.000 bis 320.000 und in den Deponien rund 200.000 t N.

Das N-Lager wächst jährlich um 1 bis 3 %, wobei das Lager in "IGD" sowohl mengenmäßig als auch relativ am schnellsten wächst (plus 1,5 bis 5 %). Das Lager in den Haushalten wächst um 0,6 bis 1,8 %, während die Deponie um 1,5 % wächst. In 25 bis 70 Jahren verdoppelt sich das Stickstofflager der Stadt.

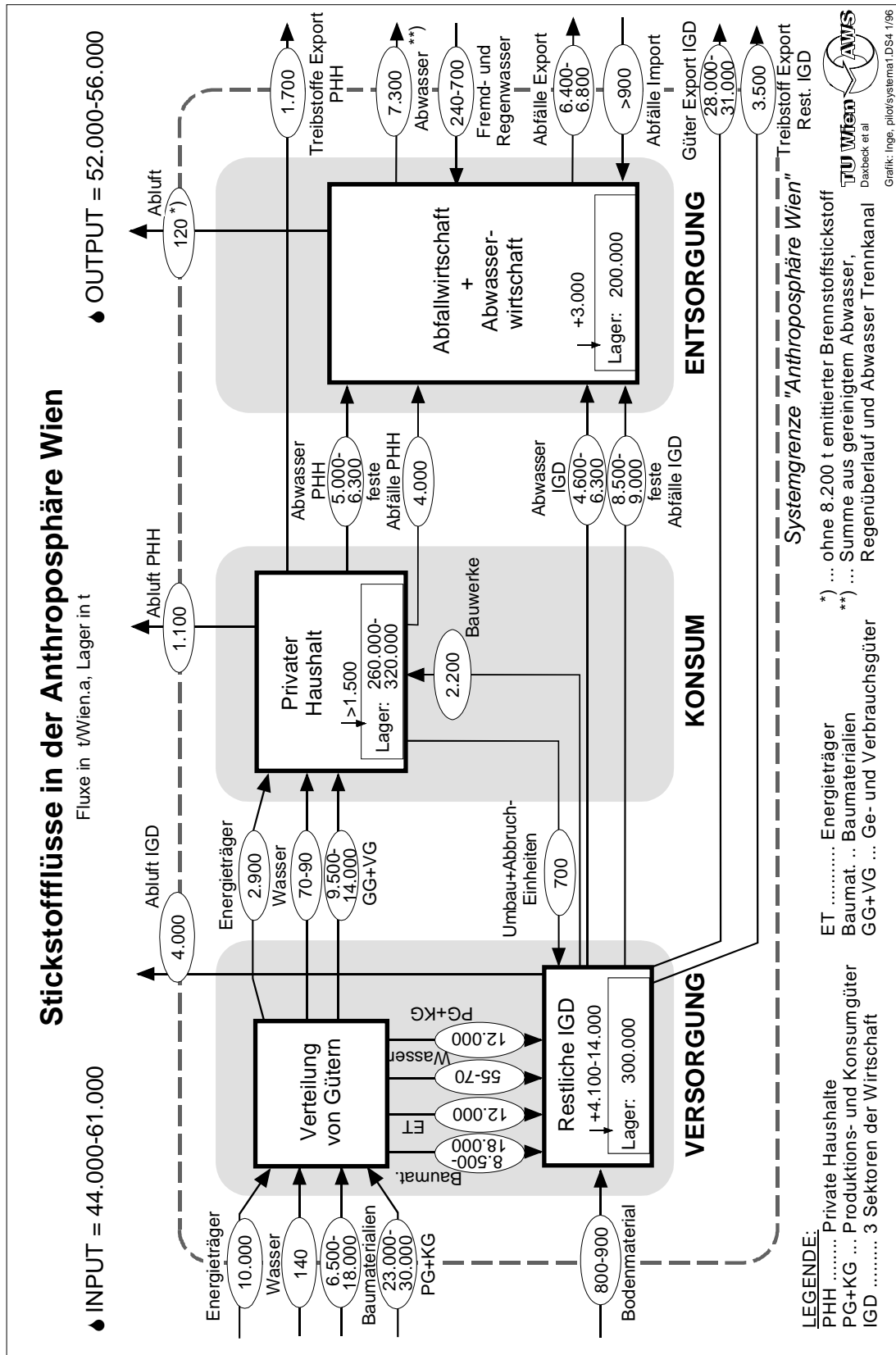


Abbildung 6-4: Stickstoffflüsse in der Anthroposphäre Wien in t

Für den Wasserpfad sind Steuerungsmöglichkeiten im Privaten Haushalt sowohl input- als auch outputseitig denkbar. Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten (Steuerung auf der Inputseite) sind nur indirekt über Aufklärung beeinflussbar. Erfolge dieser Maßnahme sind nur längerfristig zu erwarten. Outputseitig bieten neue Konzepte in der Abwasserbewirtschaft (z.B. alternative Sammlung und Verwertung von N-hältigen Abwässern) vor allem durch Neu- und Umbau die Möglichkeit, Stickstoff im Abwasser zu reduzieren. Auch diese Maßnahmen zeigen ihre Auswirkungen mittel- bis langfristig.

Wie oben beschrieben werden in Wien in der Infrastruktur neue Güterlager (verstärkter Einsatz von Melamin und Polyurethan) aufgebaut. Steuerungsmöglichkeiten einer kontrollierten Lagerbewirtschaftung sind dabei bei der Auswahl der eingesetzten Baustoffe, deren Anwendungsbereiche und der geordneten Entsorgung der anfallenden Baurestmassen gegeben.

Blei

Der Bleiimport in den bleihaltigen Gütern in die Anthroposphäre Wien betrug im Jahre 1991 rund 24.000 t. Im gleichem Jahr verließen zwischen 18.500 und 22.000 t die Stadt. Dies bedeutet, daß auf Grund der identifizierten Bleiflüsse, das Bleilager der Stadt Wien jährlich um rund 3.300 t wächst.

Die einzelnen Gütergruppen des jährlichen Bleiimports unterscheiden sich um bis zu 4 Größenordnungen. Mit den Produktions- und Konsumgütern fließen rund 19.600 t Pb/a (83 %), mit dem Bau- und Bodenmaterial 4.100 t Pb/a (16 %), mit den Energieträgern 100 t Pb/a (<1 %) bzw. mit dem Trinkwasser unter 1 t Pb/a (<0,1 %) in das System der Stadt Wien.

Vom gesamten nach Wien importierten Blei wurden etwa 90 % (21.000 t) im Prozeß „IGD“ und etwa 10 % (3.000 t) im Privaten Haushalt umgesetzt. Die Bleiflüsse innerhalb der Stadt werden vor allem durch die Baumaterialien und die Bleiakkumulatoren bestimmt. In der „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ liegen die Inputflüsse der festen Abfälle aus den Privathaushalten und aus „IGD“ in der selben Größe von etwa 2.000 t Blei. 3.800 t Blei verließen die Stadt Wien in exportierten Abfällen.

Das größte Bleilager in der Anthroposphäre befindet sich zu 90 % (307.000 t) in den Bauwerken und der Infrastruktur Wiens, das ca. um 1 % jährlich wächst. In den Deponien innerhalb von Wien sind 29.000 t Blei gelagert, deren Lager sich jährlich um 3 % (800 t) vergrößert. Zwischen 5.000 und 8.000 t an Blei befinden sich in den Akkumulatoren der Kraftfahrzeuge Wiens.

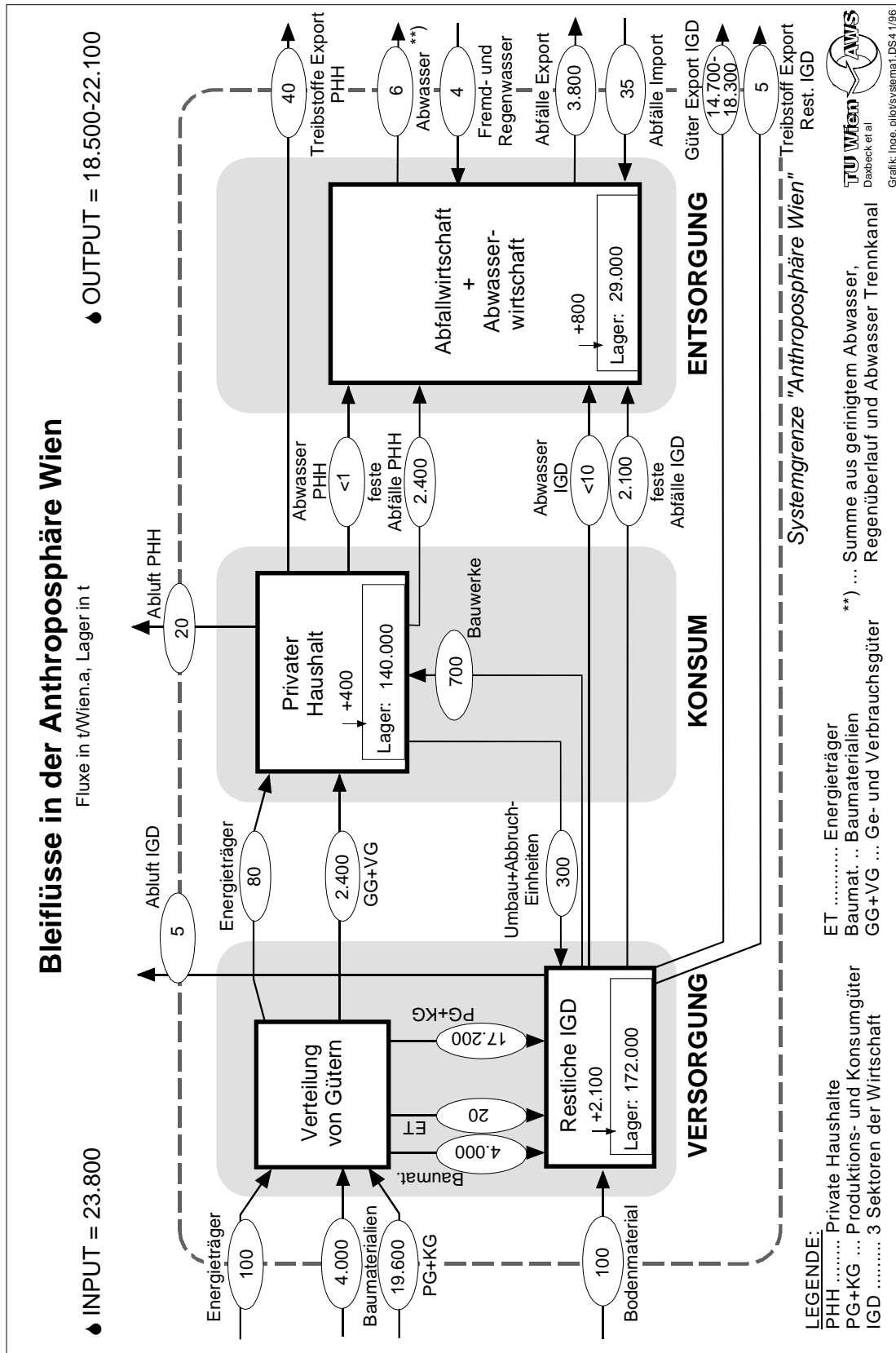


Abbildung 6-5: Bleiflüsse in der Anthroposphäre Wien in t

Schlußfolgerungen

Das Ziel, den anthropogenen Stoffhaushalt der Stadt Wien anhand von Beispielen zu beschreiben, konnte erreicht werden. Es wurden sowohl eine **Güterbilanz** als auch **Stoffbilanzen** der Stoffe **Kohlenstoff**, **Stickstoff** und **Blei** erstellt. Es war aus zeitlichen Gründen nicht möglich, *alle* gestellten Fragen zu beantworten.

Einen wesentlichen Problembereich für die Beantwortung der Fragen bildete die Datenlage. Die größten Ungenauigkeiten waren bei der Bestimmung der Güterflüsse durch Industrie und Großgewerbe gegeben. In Zukunft muß die Qualität der Datensätze verbessert werden, damit in der Statistik enthaltene Daten über den Input mit dem Output besser übereinstimmen. Das heißt, sollen zukünftig statistische Rohdaten zur Beschreibung des Stoffhaushaltes der Stadt Wien herangezogen werden, ist die Forderung nach einer Neugestaltung bzw. Adaptierung dieser Daten zu stellen. Noch effizienter jedoch wäre die Implementierung einer städtischen Energie- und Stoffbuchhaltung, die sich unter anderem auf betriebliche Stoffbuchhaltungen abstützen könnte.

Bezüglich der Steuerung von Stoffflüssen konnten exemplarisch wesentliche Aussage gemacht werden. Es konnte noch keine systematische Untersuchung der Effizienz der verschiedenen Maßnahmen durchgeführt werden. Aus zeitlichen Gründen konnte die Bedeutung für die Praxis nur an Einzelbeispielen gezeigt werden. In Zukunft ist die Zusammenarbeit zwischen der Verwaltung und der Wissenschaft in bezug auf die Umsetzung der Resultate notwendig.

Kohlenstoff

Der größte Kohlenstoffimport gelangt in Form fossiler Energieträger nach Wien. Zusätzlich ist der Kohlenstofffluß über Baumaterialien und, mit einiger Unsicherheit behaftet, über Produktions- und Konsumgüter bedeutend. Es erscheint daher angebracht, diese beiden Güterströme zukünftig qualitativ und quantitativ genauer zu erfassen und zu untersuchen.

Für den Kohlenstoffhaushalt der Stadt Wien spielt die Abfallwirtschaft mengenmäßig eine untergeordnete Rolle. Die größten C-Flüsse werden von den Privaten Haushalten und Industrie und Gewerbe direkt in die Atmosphäre emittiert oder in die Infrastruktur eingebaut. Die Abfallwirtschaft kann daher ihre "Filterfunktion" zur Umwelt bezüglich Kohlenstoff nur bedingt wahrnehmen. Das Ziel des umweltverträglichen und ressourcenschonenden Stoffhaushalts der Stadt Wien kann dann am besten erreicht werden, wenn erstens weniger Energie (Brennstoffe, Treibstoffe) gebraucht wird und zweitens fossile Energie durch erneuerbare Energie ersetzt wird.

Der überwiegende Teil (90 %) des Kohlenstofflagers ist in der Infrastruktur eingebaut und liegt zu 2/3 in organischer Form (Holz, Kunststoff) vor. Unter Berücksichtigung einer Infrastrukturlebensdauer von mehreren Jahrzehnten muß langfristig gesehen der Fluß in die Abfallwirtschaft deutlich ansteigen. Dies zeigt die Bedeutung der Bewirtschaftung der Baurestmassen für den zukünftigen C-Haushalt. Dieses Ressourcenpotential sollte energetisch

genutzt werden, um einerseits fossile Energieträger substituieren zu können und andererseits ein zukünftiges Gefährdungspotential zu minimieren.

Um die Beziehung der Stadt zu ihrem Umland aufzuzeigen, wurde in dieser Arbeit für Treibstoffe exemplarisch versucht, das Verhältnis von innerhalb und außerhalb der Stadt Wien umgesetzten Stoffflüsse zu bestimmen. Die mit noch nicht abgesicherten Annahmen ermittelten Resultate zeigen, daß erstens zusätzlicher Forschungsbedarf besteht, und zweitens bei der Raum- und Verkehrsplanung auch die Wirkung auf das Umland berücksichtigt werden muß. Anhand dieses Beispiels für Treibstoffe wird ersichtlich, daß es erst durch die gesamthafte Darstellung der Stoffflüsse möglich wird, die Verantwortung der Stadt für das Umland aufzuzeigen und gemeinsam sich dem Ziel eines umweltverträglichen regionalen Stoffhaushaltes zu nähern.

Stickstoff

In den letzten Jahren werden verstärkt Kunststoffe im Bauwesen eingesetzt. Somit ist in den kommenden Jahren und Jahrzehnten mit einer größeren Stickstofffracht in den anfallenden Baurestmassen zu rechnen. Es ist zu klären, ob der Anstieg N-hältiger Kunststoffe in Bauabfällen zum Entstehen abfallwirtschaftlich bzw. umweltmäßig relevanter Probleme (Emissionswerte in der Thermischen Entsorgung, verändertes Deponieverhalten der Baurestmassen) führt.

Durch den Bau einer Denitrifikationsstufe in der Hauptkläranlage kann die N-Emission in die Oberflächengewässer etwa um die Hälfte gesenkt werden (von heute rund 7.300 t N auf ca. 3.000 t N). Um in der Abwasserreinigung die N-Fracht in die Donau noch weiter zu reduzieren, sind auch die vorhandenen inputseitigen Potentiale zur Verringerung der N-Fracht in die Kanalisation (Beeinflussung der Ernährungsweise der Bevölkerung, Ausschöpfung des innerbetrieblichen Reduzierungspotentiales zur Reduktion der N-Fracht aus Betrieben) zu nutzen.

Blei

Das größte Bleilager befindet sich mit 300.000 t in der Bausubstanz von Wien. Durch den Abbruch- und Umbau werden bleihaltige Güter dem Lager entzogen, andererseits wird dem Lager durch den Neu- und Umbau auch wieder Blei zugeführt. Mit exakten Angaben über separat gesammeltes Blei des Wiener Altmetallhandels können erste Überlegungen angestellt werden, ob aus den Bauwerken ausreichend Altblei abgebaut werden kann, um zukünftig einen Teil des im Produktionssektor eingesetzten Bleis durch den wiedergewonnenen Sekundärrohstoff zu substituieren. Darauf aufgebaut könnten Konzepte für eine Bleiflußsteuerung von Wien erstellt werden.

Der durchschnittliche Bleiverbrauch beträgt 4 kg/E.a. Ein Vergleich mit der tolerierbaren Bleiaufnahme von 0,14 g /E.a zeigt, daß vom hohen anthropogenen Fluß nur geringe Mengen an eingesetztem Blei emittieren dürfen. Sollten vom gesamten Bleiimport und Lager jährlich lediglich 0,008 % als diffuse Emissionen in die Umwelt freigesetzt werden, so würde diese Menge die für 1991 identifizierten Bleiemissionen in die Umwelt bereits übersteigen.

Im Sinne einer globalen, nachhaltigen Entwicklung sollte die Stadt Wien Verantwortung auch für die aus der Stadt ausgelagerten Ver- und Entsorgungsprozesse mittragen. Die Stadt Wien sollte sich der Wechselwirkungen Stadt - Hinterland bewußt werden und diese in ihren zukünftigen Entscheidungen berücksichtigen.

Hauptaussagen für die Stadt Wien

- Der Güterfluß der Stadt ist nicht im Fließgleichgewicht, der Input ist größer als der Output. Das Lager in der Anthroposphäre der Stadt Wien wächst sowohl güter- als auch stoffmäßig. Aufgrund seines Rohstoff- bzw. Schadstoffpotentials sind zusätzliche Kenntnisse über die Art, die stoffliche Zusammensetzung des Lagers, die Dynamik der Lagerveränderung und die Steuerungsmöglichkeiten notwendig.
- Die Stadt Wien ist nicht nur eine reine Dienstleistungsregion in der große Mengen an Konsumgütern verbraucht werden, sondern es wird mindestens die gleiche Menge an Produktionsgütern in die Stadt transportiert und dort bearbeitet um in andere Regionen exportiert und schließlich konsumiert zu werden. Der Beitrag des Produktionssektors zum gesamten Stoffhaushalt der Stadt ist somit nicht vernachlässigbar und sollte daher in Zukunft güter und stoffmäßig erfaßt werden.
- Die Stadt Wien ist für die massenmäßig wichtigsten Güter (Wasser, Luft, und Energieträger) im wesentlichen ein Durchflußreaktor. Sie ist sowohl in der Ver- und Entsorgung als auch in der Produktion von ihrem Hinterland abhängig. Diese Abhängigkeit oder Wechselwirkung muß in der Diskussion über die Entwicklung der Stadt Wien in Richtung "Nachhaltigkeit" mitberücksichtigt werden. Wien kann nur gemeinsam mit ihren Nachbarregionen den Weg in Richtung nachhaltige Entwicklung gehen, sie muß über ihre Stadtgrenzen hinweg das Ziel des umweltverträglichen regionalen Stoffhaushaltes anstreben. Eine Aufgabenteilung (trade off) ist notwendig.
- Aufgrund der Bedeutung der Infrastruktur ist die Forderung gerechtfertigt, für neue Projekte Stoffflußanalysen zu erstellen, um deren Auswirkungen in energetischer und stofflicher Art bereits im vorhinein abschätzen zu können. Diese Forderung gilt auch für Projekte auf betrieblicher Ebene, wenn abzusehen ist, daß mit der Ansiedlung neuer Unternehmen (Branchen) große (neue) Stoffflüsse verbunden sind.
- Stoffhaushaltsstudien halten der Stadt Wien einen Spiegel vor, d h. Stoffflußanalysen zeigen bei Vorhandensein von Kriterien für Nachhaltigkeit, ob sich die Stadt in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung bewegt, oder ob sie sich in eine andere Richtung entwickelt. Mit diesem Instrument verfügt die Stadt Wien über ein Monitoringinstrument, um die Wirkung getroffener Maßnahmen zu überprüfen und ein Frühwarnsystem um zukünftige Entwicklungen bereits im vorhinein erkennen und beurteilen zu können. Als nächster Schritt sollte die Stadtverwaltung beginnen, selbst mit dem neuen Instrument umgehen zu lernen. Beispielsweise könnten Stoffflußanalysen mit von der Stadtverwaltung stammenden Fragestellungen, in Form von Workshops gemeinsam mit der Wissenschaft bearbeitet werden.
- In bezug auf die drei untersuchten Stoffe unterscheidet sich der Stoffumsatz der Stadt Wien nicht wesentlich von denjenigen anderer europäischer Städte. Mit Kohlenstoff und

Stickstoff geht Wien eher haushälterischer um, als vergleichbare Regionen. Eine aktive Stoffbewirtschaftung könnte diese positive Tatsache noch wesentlich verstärken.

7 Danksagung

Wir danken der Stadt Wien und der Wiener Internationalen Zukunftskonferenz (WIZK) für die partielle finanzielle Unterstützung dieses Projektes.

Wir danken Herrn Dipl.- Ing Pierhofer und Herrn Dozent Dr. P. Weish für ihr Engagement und ihre Unterstützung im Rahmen der Wiener Internationalen Zukunftskonferenz.

Bei der Datenerhebung haben uns insbesondere die Magistratsabteilungen der Stadt Wien (vorwiegend jene BeamtInnen der Stadt Wien, die bei der Mediationsveranstaltung 1995 teilgenommen haben), das österreichische statistische Zentralamt, die geologische Bundesanstalt Österreich und Herr Prof. Knoflacher mit seinen Mitarbeitern vom Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der TU-Wien unterstützt.

Weiters bedanken wir uns für die Zusammenarbeit und die fachlichen Informationen bezüglich der Biosphäre Wien bei der Projektgruppe "Urban Ecology" der Universität-Wien unter der Leitung von Prof. Maier.

Den Kolleginnen und Kollegen des des Institutes für Wassergüte und Abfallwirtschaft danken wir für die fachliche Unterstützung und Ihren kritischen Ratschlägen. Unsere Mitarbeiterin Frau Ing. Inge Hengl hat bei der Erstellung der Grafiken und des Layouts das Unmögliche Möglich gemacht - herzlichen Dank.

Für das Verständnis der PartnerInnen und FreundInnen der Projektbearbeiter während der intensiven Endphase des Projektes gebührt an dieser Stelle ein spezieller Dank.

8 Literaturverzeichnis

- Amlinger et al. (1993), Handbuch der Kompostierung, Ludwig Boltzmann - Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie (Hrsg.), Verlag Styria.
- Arvin H. (1995), Bestimmung der Klärschlammzusammensetzung anhand der Produkte der Verbrennung. Konstruktionsübung. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.
- Atzmüller et al. (1990), Stickstoffbilanz für Österreich, Interdisziplinäres Projekt - Technischer Umweltschutz, Universität für Bodenkultur und Technische Universität Wien.
- Akademie für Umwelt und Energie (1995), Jahresbericht 1994 der Österreichischen CO₂-Kommission (ACC), Reihe Forschung, Band 7, Wien, Laxenburg.
- Baccini P., Daxbeck H., Glenck E. & Henseler G. (1993), Metapolis - Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt, Bericht 34a+b des Nationalen Forschungsprojektes „Stadt und Verkehr“, Zürich.
- Baccini P., & Brunner P.H. (1991), Metabolism of the Anthroposphere, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Baehr H.D. (1989), Thermodynamik. Eine Einführung in die Grundlagen und ihre technischen Anwendungen, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin.
- Balzer D. & Rauhut A. (1991), Eintrag von Schwermetallen in die Umwelt, Bilanzen zum Verbrauch und Verbleib von Blei und Cadmium 1984 - 1989, Landesgewerbeamt Bayern, Nürnberg.
- Baminger C., Gucher M., Guggenberger A. & Schranz C. (1994), Beton in Straßenbau und Infrastruktur, Seminararbeit aus Abfallwirtschaft 1, WS 1994/95, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.
- Baumbach G. (1991), Luftreinhaltung, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin.
- Benak J. et al. (1995), Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten, Interdisziplinäres Projekt - Technischer Umweltschutz, Universität für Bodenkultur und Technische Universität Wien.
- Beschorner S. (1996), Die Entsorgung im Spiegel der Versorgung, Diplomarbeit in Vorbereitung, TU Wien.
- Bidlingmaier W. (1978), Schwermetalle im Hausmüll, Herkunft, Schadwirkung, Analyse, Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, Erich Schmidt Verlag.
- BMfUJF & BMfLF (1991), Fachgrundlagen zur Beurteilung der Deponiefähigkeit von Bauschutt; Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie & Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Wien.
- BMU (1994), Branchenkonzept Holz, Wien.

- Boos R., Neubacher F., Reiter B., Schindlbauer H. & Twardik F. (1995), Zusammensetzung und Behandlung von Altölen in Österreich, Umweltbundesamt, Monographien Bd. 54, Wien.
- Brunner P.H. & Stämpfli D. (1989), Entsorgung von Baurestmassen, Stoffflußanalyse einer Sortieranlage für Bausperrgut, Eidgenössische Technische Hochschule, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz EAWAG, Projekt 30-1127, Zürich, Schweiz.
- Brunner P.H. & Stämpfli D.M. (1991), Material Balance of a Construction Waste Sorting Plant, Waste Management and Research, Vol. 11, pp 27 - 48.
- Brunner P.H., Daxbeck H., Merl A. & Obernosterer R. (1994), Die Stoffflußanalyse als Instrument für eine nachhaltige urbane Entwicklung, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.
- BAWP (1992), Bundesabfallwirtschaftsplan 1992. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.), Untere Donaustr.11, 1020 Wien.
- Bundesamt für Umweltschutz (1986), Schadstoffemissionen des Privaten Strassenverkehrs 1950-2000 (inkl. Nachtrag vom September 1988), Bern.
- Damberger B. & Spanzel M. (1994), Auswirkungen der Problemstoffsammlung aus Haushalten auf die Zusammensetzung des Restmülls, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.
- Daxbeck H. & Brunner P.H. (1993), Stoffflußanalysen als Grundlage für effizienten Umweltschutz; Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 45, Heft 3/4, S 90-95, Wien.
- Dörflinger A., Hietz P., Maier R., Punz W. & Fussenegger K. (1995), Ökosystem Großstadt Wien, Studie des Institutes f. Pflanzenphysiologie der Univ. Wien, Abteilung für Physiologie, Ökologie und Anatomie der Pflanzen im Auftrag des BM f. Wissenschaft und Forschung und der Stadt Wien - MA 22, Wien.
- Dornhofer K. (1995), pers. Mitteilung.
- Dreier P. et al. (1995), Gefährliche Abfälle und Altöle, Umweltbundesamt, Monographien Bd. 63, Wien.
- Ebs (1995), Entsorgungsbetriebe Simmering Antwortschreiben vom 16.8.95 und 23.10 1995
- EbS (1995a), Entsorgungsbetriebe Simmering, tel. Mitteilung.
- Fiedler H.J. & Rösler H.J. (1993), Spurenelemente in der Umwelt, 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Frischknecht R. (1995), Ökoinventare für Energiesysteme, Teil IV: Erdöl, 2. Auflage.
- Hofstetter P. (1995), Ökoinventare für Energiesysteme, Teil VI: Kohle, 2. Auflage.
- Holtmeier H.J. (1986), Überlebensernährung, Nymphenburger Verlagshandlung GmbH.
- Knoflacher H. (1995), pers. Mitteilung.
- Geologische Bundesanstalt (1996), Wien, telefonische Auskunft.

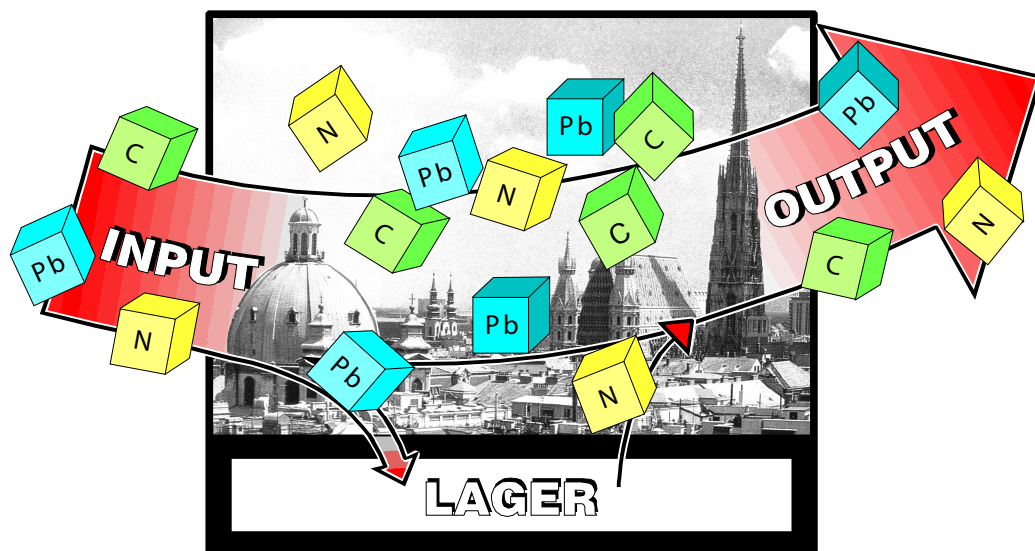
- Glenck E., Lauber W., Lahner T. (1996), Güterbilanz des Bauwesens, Baurestmassen in Oberösterreich, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.
- GÖCH (1990), Gesellschaft Österreichischer Chemiker, 4. Stickstoffoxide-Symposium, Tagungsband, Wien.
- GUA (1987), Entsorgung von Baurestmassen und anderen überwiegend mineralischen Abfällen im Bereich der Gemeinde Wien, Erhebung des Ist-Zustandes und Vorschläge für ein Gesamtkonzept, Studie im Auftrag der Gemeinde Wien, GUA - Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung GmbH, Wien.
- GUA (1988), Wiener Baurestmassen, Erhebung der im Jahre 1988 deponierten Mengen, Studie im Auftrag der Gemeinde Wien, GUA - Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung GmbH, Wien.
- Hermann R. (1981), Baurestmassen gehören nicht auf die Deponie, Rückführung des Abbruchmaterials in den Stoffkreislauf, Müll und Abfall 9/81, Erich Schmidt Verlag, Seiten 262 - 270.
- Herry M. (1994), Güterverkehr in Österreich 1991, Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK), Schriftenreihe Nr. 100, Wien.
- Herry M. (1995), Schriftliche Mitteilung.
- Hess M. (1991), Stoffflußanalyse der Bauabfallsortieranlage BASORAG, Erstellt in Zusammenarbeit von Sieber Cassina + Partner & Amt für Umweltschutz und Energie Baselland, Umweltschutzzlabor, Liestal, Amt für Umweltschutz und Energie, Kanton Basel-Landschaft, Schweiz.
- INFRAS Zürich (1990), Altholzverbrennung im Zementofen, Ein Projekt der Cementfabrik „Holderbank“ Werk Reckingen, Umweltverträglichkeitsbericht 1990
- Janak G. (1995), Das Begleitscheinverfahren als abfallwirtschaftliches Planungsinstrument am Beispiel der gefährlichen Abfälle der Stadt Wien (Diplomarbeit), Universität für Bodenkultur, Wien.
- Jeneral M. (1984), Angebots- und Nachfragestruktur von Blei und Zink, Ansätze zur Herstellung von Rohstoffbilanzen in Österreich, Dissertation, WU-Wien, Wien.
- Kaas T., Fleckseder H. & Brunner P. H. (1994), Stickstoffbilanz des Kremstales, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien, Wien.
- Kadarnoska (1995), MA 30, persönliche Mitteilung bzgl. Kanalverluste.
- Knoflacher H. (1995), pers. Mitteilung.
- Krapfenbauer R. & Streussler E. (1991), Bautabellen, Studienausgabe, Jugend und Volk Verlagsges.m.b.H., Wien.
- Lohm U. (1993), Industrial Metabolism at the National Level: A Case Study of Cadmium, Chromium and Lead Pollution in Sweden. Departement of Water and Environmental Studies, University of Linköping, Linköping, Sweden.

- MA15 - Magistratsabteilung 15 (1995), Trinkwasseranalyseergebnisse für Hochquellenwasser und Grundwasser.
- MA45 - Magistratsabteilung 45 (1991), Die Sanierung von Altlasten in Wien, MA45 - Wasserbau (Hrsg.), Wien.
- MA 48 - Magistratsabteilung 48 (1992), Leistungsbericht 1991 der MA48 - Müllbeseitigung, Wien.
- MA48 - Magistratsabteilung 48 (1995), telefonische Mitteilung von Herrn DI Spet.
- MA66 - Magistratsabteilung 66 (1994), Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien, Kommissionsverlag: Jugend und Volk Verlagsgesellschaft m.b.H., Wien.
- MA 66 - Magistratsabteilung 66 (1995), schriftliche Mitteilung.
- Maier R., Weish P., Dörflinger A, Eisinger K., Fussenegger K., Geisler A. & Gergelyfi H. (1996), Der natürliche Stoffhaushalt als Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung Wiens unter besonderer Berücksichtigung des natürlichen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Bleihaushaltes, Wien.
- Merian E (1984), Metalle in der Umwelt; Verteilung, Analytik und biologische Relevanz / hrsg. von Ernst Merian in Gemeinschaft mit M. Geldmacher-v. Mallinckrodt, G. Machata, H.W. Nürnberg, H.W. Schlipköter & W. Stumm, Weinheim, Deerfield Beach, Florida; Basel: Verlag Chemie.
- Meyer (1969), Meyers Lexikon der Technik und der exakten Naturwissenschaften, Fachredaktionen des Bibliographischen Institutes, 1 - 3 Band, Allgemeiner Verlag, Mannheim, Wien, Zürich.
- Moll, Walter L.H. (1987), Taschenbuch für Umweltschutz IV: Chemikalien in der Umwelt, UTB für Wissenschaft / Uni-Taschenbücher, Ernst Reinhardt Verlag München Basel.
- Müller D., Oehler D.& Baccini P. (1994), Regionale Bewirtschaftung von Biomasse, Eine stoffliche und energetische Beurteilung der Nutzung von Agrarflächen mit Energiepflanzen, vdf, Zürich.
- NUP (1995), Nationaler Umweltplan Österreich, Bundesministerium für Umwelt, Sektion I, Wien.
- OEKW (1996), Österreichische Kabelwerke Ges. m. b. H., Wien, telefonische Mitteilung.
- ÖNORM (1958), Raum und Lagergewichte, Önorm B 4000 / 2. Teil, Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖSTAT (1988), Regionale Mobilität Wanderungen- Pendeln, Ergebnisse des Mikrozensus, Heft 1.026.
- ÖSTAT (1989), Statistisches Handbuch für die Republik Österreich, Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1991b), Bestandsstatistik der Kraftfahrzeuge in Österreich 1991 (Sonderheft), Österreichisches Statistisches Zentralamt, Abteilung 4, Außenhandels- und Verkehrsstatistik, Wien.

- ÖSTAT (1992), Baustatistik 1991, 1. Teil, Bauproduktionswert, Beschäftigte, Verdienste und Arbeitsstunden nach Bausparten und Auftraggebern, Monatsergebnisse, Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 1.052, Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1992b), Stoffstromrechnung Schwermetalle, Statistische Nachrichten, 47. Jahrgang, Heft 4, Seite 321-325, Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1993), Baustatistik 1991, 2. Teil, Beschäftigte, Personalaufwand, Netto- und Bruttoproduktionswerte, Vorleistungen, Investitionen, Abschreibungen, Jahresergebnisse, Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 1.110, Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1993a), Häuser und Wohnungszählung 1991, Hauptergebnisse Österreich, Heft 1040/10, Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1994), Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien.
- ÖSTAT (1994b), Umwelt in Österreich; Daten und Trends 1994, Wien 1994.
- ÖSTAT (1994c), Statistisches Jahrbuch Österreich 1994.
- ÖSTAT (1995), Republik Österreich 1945 - 1995, Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- Schachermayer E., Bauer G., Ritter E. & Brunner P.H. (1995), Messung der Güter- und Stoffbilanz einer Müllverbrennungsanlage; Umweltbundesamt Österreich, Band 56, Wien.
- Scheffer F., & Schachtschabel P. (1992), Lehrbuch der Bodenkunde, 13.Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- Schierenbeck H. (1985), Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, 7. erw. u. verb. Aufl., München, Wien, Oldenburg.
- Sedlacek E. (1991), Energie in Wien, Wiener Stadtwerke- Generaldirektion/ Energierferat.
- Spaun S., Schachermayer E., Kaas T., Lauber W. & Brunner P.H. (1994), Entscheidungshilfen für die Abfallwirtschaft im Raum Oberösterreich/Salzburg, Teil 1, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien.
- Stark W, Kernbeis R., Raessi H. & Brunner P.H. (1995), Wo liegen die Grenzen der Schadstoffentrachtung des Klärschlammes? 1. Teil: Schwermetalle, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien.
- UBA (1993), Wassergüte in Österreich Jahresbericht 1993, Umweltbundesamt Österreich, Wien.
- UBA (1994), Nationaler Klimabericht der österreichischen Bundesregierung, Wien.
- UBA (1995), Baurestmassen - Vermeidung, Verwertung, Behandlung; Umweltbundesamt Österreich, UBA-95-110, Wien.
- UBA (1995b), Abschätzung der Schwermetallemissionen in Österreich, Umweltbundesamt Österreich, Wien.
- VGW (1994), Handbuch Gas, Wasser, Wärme, Ausgabe 94.

Vogel G. (1991), Modellversuch zur Abfallvermeidung im Haushalt, Wien 1990, 2. Wiener Abfallwirtschaftskongreß 1991.

Xanthopolous C. (1995), Bilanzierung von Stoffkreisläufen in Stadtgebieten, in: Schadstoffe im Regenabfluß III, Schriftenreihe des ISWW Karlsruhe, Band 73 Kommissionsverlag Oldenburg, München.



ANHANG

Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien

Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien

Projekt PILOT

A N H A N G

erstellt vom

Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft
der Technischen Universität Wien

Im Auftrag der
COMPRESS Verlagsgesellschaft m.b.H. & Co KG
und der Wiener Internationalen Zukunftskonferenz

Wien, September 1996

Ausgearbeitet von:

Mag. Hans DAXBECK
Dipl.-Ing. Christoph LAMPERT
Dipl.-Ing. Leo MORF
Dipl.-Ing. Richard OBERNOSTERER
Dipl.-Ing. Helmut RECHBERGER
Mag. Iris REINER
o.Univ.Prof. Dr. Paul H. BRUNNER

Projektleitung:

Mag. Hans DAXBECK

Grafische Gestaltung:

Ing. Ingeborg HENGL

Impressum:

Technische Universität Wien
Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft
Abteilung Abfallwirtschaft
A-1040 Wien, Karlsplatz 13/226.4
Tel.: +43/1/58801-3196
Fax: +43/1/504 22 34

Einleitung

Der hier vorliegende Anhang des Projektes **PILOT „Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien“** enthält weitere Informationen, Annahmen und zusätzliches Datenmaterial, welche aus Platzgründen im gleichnamigen Bericht nicht angefügt werden konnten.

Die Gliederung des Anhangs basiert auf der Unterteilung des Gesamtsystems Stadt Wien in die Teilsysteme Energieträgerbilanz, Baumaterialienbilanz, Wasserbilanz und Produktions- und Konsumgüterbilanz.

Anhang I:	Energieträgerbilanz	3
Anhang II:	Baumaterialienbilanz	35
Anhang III:	Wasserbilanz	51
Anhang IV:	Produktions- und Konsumgüterbilanz	53

Anhang I

zum Teilsystem Energieträgerbilanz

Anhang I.1 Verkehrsszenarien zur Energieträgerbilanz	5
Anhang I.1.1 Szenario I („Referenzszenario“):	5
Anhang I.1.2 Szenario II:.....	6
Anhang I.1.3 Vergleich der Resultate aus dem Referenzszenario mit dem Szenario II	7
Anhang I.2 Tabellen zum Verkehrsreferenzszenario	9
Anhang I.3 Tabellen zu Verkehrsszenario II	22
Anhang I.4 Abschätzung der Stickoxidemissionen der Energieträger in Wien	34
Anhang I.5 Abschätzungen der Güterflüsse im Schienengüterverkehr	35

Liste der Tabellen:

Tabelle I-1: Anteil der innerhalb der Stadt gefahrenen km/a von den totalen Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie	5
Tabelle I-2: Anteil der innerhalb der Stadt gefahrenen km/a von den totalen Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie	6
Tabelle I-3: Szenarienvergleich (Resultate)	8
Tabelle I-4: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Individualverkehrs für 1991	9
Tabelle I-5: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs für 1991	9
Tabelle I-6: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung nur in Wien	10
Tabelle I-7: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs nur in Wien 1991	11
Tabelle I-8: Totale Stoffflüsse durch den Individualverkehr im Jahr 1991	12
Tabelle I-9: Stoffflüsse durch den Individualverkehr 1991 nur in Wien	12
Tabelle I-10: Stoffflüsse durch den Individualverkehr 1991 außerhalb Wiens	13
Tabelle I-11: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Güterverkehrs für das Jahr 1991	14
Tabelle I-12: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs für 1991	15
Tabelle I-13: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung nur in Wien	16
Tabelle I-14: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs nur in Wien 1991	17
Tabelle I-15: Totale Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991	18
Tabelle I-16: Stofffluß durch den Güterverkehr 1991 nur in Wien	18
Tabelle I-17: Stofffluß durch den Güterverkehr 1991 außerhalb Wiens	19
Tabelle I-18: Einpendler nach Wien im Jahr 1991	21
Tabelle I-19: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Individualverkehrs 1991	22
Tabelle I-20: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs 1991	22
Tabelle I-21: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung (Tab. 3.1 nur in Wien, Tab. 3.2 außerhalb Wiens)	23
Tabelle I-22: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs nur in Wien, 1991	24
Tabelle I-23: Stoffflüsse Individualverkehr 1991	25
Tabelle I-24: Stoffflüsse Individualverkehr 1991 nur in Wien	25
Tabelle I-25: Stoffflüsse Individualverkehr 1991 außerhalb Wiens	26
Tabelle I-26: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Güterverkehrs für 1991	26
Tabelle I-27: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs für 1991	27
Tabelle I-28: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung (Tab. 8.1 nur in Wien, Tab. 8.2 außerhalb Wiens)	29
Tabelle I-29: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs (Tab. 9.1: Total, Tab. 9.2: nur in Wien, Tab. 9.3: außerhalb Wiens)	30
Tabelle I-30: Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991	31
Tabelle I-31: Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991 nur in Wien	31
Tabelle I-32: Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991 außerhalb Wiens	32
Tabelle I-33: Einpendler nach Wien 1991 und mittlerer Treibstoffverbrauch, Luftverbrauch und Abgasmenge der Einpendler nur in Wien 1991	33
Tabelle I-34: Berechnung der Stickstoffemissionen der Energieträger in Wien	34
Tabelle I-35: Spezifische Emissionen des Österreichischen Schienengüterverkehrs im 1991	35
Tabelle I-36: Spezifische Werte: (Basis: 13.2 Mrd. t km/ Jahr)	36
Tabelle I-37: Schienenverkehrsleistung für den Güterverkehr Wien: 1.5 Mrd. t km	36
Tabelle I-38: Mittlere jährliche Güterflüsse des Wiener Schienengüterverkehrs für nur die in Wien gefahrenen Wege	36

Anhang I.1 Verkehrsszenarien zur Energieträgerbilanz

Der Energieträgerverbrauch in Wien wird zu rund einem Drittel durch den Verkehr verursacht. Die damit verbundenen Güter- und Stoffflüsse sind dadurch für die Interpretation der Resultate der Energieträgerbilanz nicht unbedeutend.

Die in diesem Bericht vorgenommene Aufteilung des Wiener Verkehrs basiert infolge sehr spärlicher Datenlage auf Annahmen und ist mit großer Unsicherheit behaftet.

Um den Einfluß der Annahmen zu quantifizieren, wurden für die Energieträgerbilanz neben dem Referenzszenario noch ein weiterer Fall durchgerechnet und der Einfluß auf die Stoffflüsse C, N, und Pb in der Energieträgerbilanz berechnet.

Anhang I.1.1 Szenario I („Referenzszenario“):

Annahmen:

Individualverkehr: Von der mittleren Fahrleistung jedes Wiener Pkws von 14.500 km/a werden 4000 km/a (28%) in Wien selber verfahren und die restlichen 10.500 km/a (72%) außerhalb der Systemgrenzen.

Güterverkehr: Von den geschätzten rund 2.5 Mia. km/a totaler Fahrleistung der Wiener Güterverkehrsflotte für das Jahr 1991, wurde mittels unten stehenden Schätzungen für die Anteile der Fahrstrecken innerhalb der Systemgrenzen pro Fahrzeugklassen ein mittlerer Anteil der total gefahrenen Strecke von 50% (1.25 Mia. km/a) innerhalb und 50% (1.24 Mia. km/a) außerhalb der Systemgrenzen errechnet.

Tabelle Anhang I-1: Anteil der innerhalb der Stadt gefahrenen km/a von den totalen Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie

Fahrzeugkategorie	Anteil in %
LKW (<3.5 t)	60
LKW (zw. 3.5 t und 14.99t)	40
LKW (> 14.99 t)	20
Zugmaschinen	60
Selbstfahrende Arbeitsmittel	60

Resultate:

Diese sind den Stoffbilanzen im Hauptberichtteil und dem Anhang I.2 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind im Kapitel 4.2 beschrieben.

Anhang I.1.2 Szenario II:

Annahmen:

Individualverkehr: Von der mittleren Fahrleistung jedes Wiener Pkws von 14.500 km/a werden 7.250 km/a (50%) in Wien selber verfahren. Die gleiche Strecke wird außerhalb der Systemgrenzen zurückgelegt. Das bedeutet, daß die Wiener Pkws im Mittel die Hälfte ihrer jährlich zurückgelegten Strecken innerhalb der Wiener Stadtgrenzen zurücklegten. Die Wiener daher im Mittel übers Jahr die gleiche Strecke innerhalb wie außerhalb der Stadtgrenzen.

Güterverkehr: Von den geschätzten rund 2.5 Mia. km/a totaler Fahrleistung der Wiener Güterverkehrsflotte für das Jahr 1991, wurde mittels unten stehenden Schätzungen für die Anteile der Fahrstrecken innerhalb der Systemgrenzen pro Fahrzeugklassen ein mittlerer Anteil der total gefahrenen Strecke von 70% (1.76 Mia. km/a) innerhalb und 30% (0.74 Mia. km/a) außerhalb der Systemgrenzen errechnet.

Tabelle Anhang I-2: Anteil der innerhalb der Stadt gefahrenen km/a von den totalen Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie

Fahrzeugkategorie	Anteil in %
LKW (<3.5 t)	80
LKW (zw. 3.5 t und 14.99t)	60
LKW (> 14.99 t)	40
Zugmaschinen	80
Selbstfahrende Arbeitsmittel	80

Dies bedeutet, daß sich der Anteil der innerhalb der Stadt gefahrenen km/Jahr gegenüber dem Referenzszenario im Verhältnis zu den totalen Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie um 20% erhöht. Die durch den Quell- und Zielverkehr außerhalb der Wiener Stadtgrenzen zurückgelegten Strecken sind kürzer.

Resultate:

Das Aufteilungsverhältnis der Energieträger (Treibstoffe und Brennstoffe) auf das Verkehrswesen zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse (Personenverkehr) und zur Versorgung der Stadt mit Gütern (Güterverkehr) einerseits und zur Erzeugung von Raumwärme und Prozeßenergie andererseits, entspricht demjenigen des Referenzszenarios.

Güterflüsse

Durch die Transformation der in Wien eingesetzten Energieträger in Nutzenergieformen werden in diesem Fall innerhalb der Systemgrenzen rund 49 Mio. t Abluft in die Atmosphäre exportiert. Dies sind ca. 10% mehr Abluft als im Referenzfall. Dabei steigt der Luftverbrauch innerhalb der Stadt ebenfalls um ca. 10%.

Die in Wien konsumierten, aber nicht innerhalb der Systemgrenzen umgesetzten Treibstoffe, werden ohne Transformation über EWIP- Prozesse über die Systemgrenze exportiert. Diese Menge liegt mit den verwendeten Daten und Annahmen in der Größenordnung von 0.43 Mio.t Treibstoffe. Sie ist damit um ca. 50 % kleiner als die im Referenzfall berechnete Menge.

Stoffflüsse:

Je nach Stoffart wirken sich Veränderungen des Verhältnisses „innerhalb von Wien gefahrener Strecken zu den außerhalb gefahrenen Strecken“ unterschiedlich auf die einzelnen Stoffflüsse aus.

Der Anteil des innerhalb der Systemgrenzen emittierten Kohlenstoffflusses zum Gesamtkohlenstoffoutput der Wiener verändert sich zwischen dem Referenzszenario und dem Szenario II um 190.000 t (7 %) von 1.990.000 t (78 %) auf 2.170.000 t (85 %). Also auch bei konservativeren Annahmen im Szenario II beträgt der durch extern wirksame Prozesse in die Atmosphäre emittierte Kohlenstofffluß rund 15 % des Gesamtkohlenstoffverbrauchs der Wiener.

Der Anteil des innerhalb der Systemgrenzen emittierten Stickstoffflusses zum Gesamtstickstoffoutput der Wiener verändert sich zwischen dem Referenzszenario und dem Szenario II um rund 1.700 (17 %) von 5.100.t (50.%) auf 6.900.t (67 %). Also auch bei konservativeren Annahmen im Szenario II beträgt der durch extern wirksame Prozesse in die Atmosphäre emittierte Stickstofffluß rund 33 % der Gesamtstickstoffemissionen der Wiener.

Der Anteil des innerhalb der Systemgrenzen emittierten Bleiflusses zum Gesamtbleioutput der Wiener verändert sich zwischen dem Referenzszenario und dem Szenario II um rund 16 (17 %) von 53 t (53 %) auf 69 t (69 %). Also auch bei konservativeren Annahmen im Szenario II beträgt der durch extern wirksame Prozesse in die Atmosphäre emittierte Bleifluß rund 32 % der Gesamtbleiemissionen der Wiener.

Anhang I.1.3 Vergleich der Resultate aus dem Szenario I mit dem Szenario II

Unter Annahme eines minimalen (Referenzszenario) und maximalen (Szenario II) Anteils, der durch den Wiener Individualstraßenverkehr und den Wiener Güterstraßenverkehr außerhalb der Systemgrenzen (Stadt Wien) gefahrenen Fahrleistung (km/a), konnten folgende Erkenntnisse für die Energieträgerteilbilanz der Stadt Wien gewonnen werden:

Für das stark energieträgergebundene Element Kohlenstoff werden je nach Annahme zwischen minimal rund 15 % (Szenario II) und maximal ca. 22 % (Referenzszenario) des gesamten Kohlenstoffinputs über die Energieträger in die Stadt Wien, außerhalb der Systemgrenzen umgesetzt und in die Umwelt emittiert. Da die Energieträger in der Gesamtkohlenstoffbilanz eine zentrale Bedeutung haben, wirkt sich dieser auch auf die Gesamtbilanz aus. Für die beiden sehr stark treibstoffgebundenen Elemente N (NOX-basierend) und Blei ist der Anteil der außerhalb der Systemgrenzen umgesetzten Menge bezogen auf den Gesamtstoffinput in die Energieträgerbilanz nach Wien mit minimal rund 33 % (Szenario II) und maximal ca. 67 % (Referenzszenario) wesentlich höher. Da die Beiträge der Stickstoff- und Bleiflüsse aus der Energieträgerbilanz zu den entsprechenden Flüssen in den Gesamtstoffbilanzen der Stadt Wien aber im Vergleich zu derjenigen des Kohlenstoffs kleiner sind, wirkt sich der Einfluß für die Stickstoff- und Bleigesamtbilanz der Stadt Wien nur sehr abgeschwächt aus.

Tabelle Anhang I-3: Szenarienvergleich (Resultate)

Aufteilung nach Prozessen:									
Stoff	Prozess	Referenzszenario				Szenario II			
		In Wien		Ausserh. Wein		In Wien		Ausserh. Wein	
		t	%	t	%	t	%	t	%
C [in 1000t]	Restl. IGD	1280	84	210	14	1350	92	130	8
	PHH	710	67	350	33	820	77	240	23
	Total	1990	78	560	22	2170	85	370	15
N	Restl. IGD	4000	53	3500	47	5200	70	2300	30
	PHH	1120	40	1700	60	1680	60	1200	40
	Total	5120	49	5200	51	6880	67	3500	33
Pb	Restl. IGD	14	74	5	26	17	90	2	10
	PHH	39	48	43	52	52	62	30	38
	Total	53	53	48	47	69	69	32	32
Aufteilung nach Verkehr(Treibstoffe) und Energie (Brennstoffe)									
		t	%	t	%	t	%	t	%
C [in 1000 t]	Verkehr	310	36	560	64	495	57	370	43
	Energie	1680	100	0	0	1747	100	0	0
N	Verkehr	3340	40	5200	60	5100	60	3500	40
	Energie	1940	100	0	0	1940	100	0	0
Pb	Verkehr	23	32	48	68	39	55	32	45
	Energie	30	100	0	0	30	100	0	0

Anhang I.2 Tabellen zum Verkehrsreferenzszenario

Tabelle Anhang I-4: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Individualverkehrs für 1991

	A	B	C	D	E	F
1	Tab.1: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Individualverkehrs für 1991					
2						
3	Typ	Fahrzeugbestand (1991)			Transportdistanz/Jahr	
4					Mittlere	Totale
5		Total	Benzin	Diesel		
6		[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[1000km/Jahr]	[1000km/Jahr]
7	Motorfahrräder	21.707	21.707	-	3,7	80.316
8	Kleinmotorräder	1.017	1.017	-	5,0	5.085
9	Motorräder	18.039	18.039	-	5,0	90.195
10	PKW	559.382	485.437	73.925	14,5	8.111.039
11	Total	600.145	526.200	73.925		8.286.635

Zelle B3: Literatur: ÖSTAT: Sonderheft, Bestandstatistik der KFZ in Österreich 1991, s. 14

Zelle E4: Quellen: [NUP,1995], [UBA,ÖSTAT,1994]

Zellen E 7, E8, E9: Quelle: [NUP,1995]

auch: Berechnung anhand Daten aus BUWAL Bericht Nr.55, s. 9 und 240, für das Jahr 1991

Zelle E10: Quelle: [UBA, ÖSTAT,1994]

auch: Berechnung anhand Daten aus BUWAL Bericht Nr.55, s. 9 und 240, für das Jahr 1991

Tabelle Anhang I-5: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs für 1991

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3	Tab. 2: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs für 1991										
4											
5	Typ	Mittlerer Verbrauch (l/100km)				Jährlicher Ressourcenverbrauch					
6		Benzin		Diesel		Benzin (t/J)			Diesel (t/J)		
7											
8		min	max	min	max	min.	max.	Mittelw.	min.	max.	Mittelw.
9	Motorfahrräder	1,0	3,0	-	-	583	1.749	1.166	-	-	-
10	Kleinmotorräder	2,0	5,0	-	-	74	185	129	-	-	-
11	Motorräder	4,0	6,0	-	-	2.619	3.929	3.274	-	-	-
12	PKW	8,5	10,5	7,8	8,8	434.367	536.571	485.469	70.232	79.236	74.734
13	Total					437.643	542.433	490.038	70.232	79.236	74.734

Zelle B5: eigene Annahmen:

Geschwindigkeiten im Stadtverkehr: 20-30 km/h

mittlere Verbrauchsdaten aus [BUWAL,1984, Studie NR.55, Seiten 13ff.]

Werte verglichen und korrigiert mit Daten in: [NUP,1995]

Tabelle Anhang I-6: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung (Tab. 3.1 nur in Wien, Tab. 3.2 außerhalb Wien)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	Tab. 3.1: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung nur in Wien.								
4									
5	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug* Jahr)	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch
6		Total	in Wien gefahren	Benzin (t/J)	max.	Mittelw.	Diesel (t/J)	min.	Mittelw.
7									
8				min.	max.	Mittelw.		max.	
9	Motorfahrräder	3,7	3,7	583	1.749	1.166	-	-	-
10	Kleinmotorräder	5,0	2,5	37	92	65	-	-	-
11	Motorräder	5,0	1,4	733	1.100	917	-	-	-
12	PKW	14,5	4,0	119.825	148.019	133.922	19.374	21.858	20.616
13	Total			121.179	150.961	136.070	19.374	21.858	20.616
14									
15									
16	Tab. 3.2: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung ausserhalb Wiens								
17									
18	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug* Jahr)	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch
19		Total	ausserhalb Wien gefahren	Benzin (t/J)	max.	Mittelw.	Diesel (t/J)	min.	Mittelw.
20									
21				min.	max.	Mittelw.		max.	
22	Motorfahrräder	3,7	-	-	-	-	-	-	-
23	Kleinmotorräder	5,0	2,5	37	92	65	-	-	-
24	Motorräder	5,0	3,6	1.886	2.829	2.357	-	-	-
25	PKW	14,5	10,5	314.541	388.551	351.546	50.857	57.378	54.118
26	Total			316.464	391.472	353.968	50.857	57.378	54.118

Zelle C6: eigene Annahmen, persönliche Mitteilung Prof. Knoflacher, TU Wien

Zellen C9, C10: eigene Annahme

Zelle C11: eigene Annahme, gleiches Verhältnis wie PKW

Zelle C12: Annahme gemäß Absprache mit dem Institut von Knoflacher [Mündliche Mitteilung Prof. Knoflacher, TU Wien]

Zelle C19: eigene Annahmen, persönliche Mitteilung Prof. Knoflacher, TU Wien

Tabelle Anhang I-7: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs 1991 (Tab. 4.2 nur in Wien, Tab. 4.3 außerhalb Wien)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Tab 4.2: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs nur in Wien 1991								
3									
4	Typ	Jährl. mittlerer Benzin (t/J)	Dieselenverbrauch (t/J)	mittlerer Benzin (t/J)	mittlerer Dieselenverbrauch (t/J)	Total (t/J)	mittlere Benzin (t/J)	mittlere Dieselenmenge (t/J)	Total (t/J)
5	Motorfahräder	1.166	-	20.711	-	20.711	21.878	-	21.878
6	Kleinmotorräder	65	-	1.147	-	1.147	1.212	-	1.212
7	Motorräder	917	-	16.281	-	16.281	17.198	-	17.198
8	PKW	133.922	20.616	2.378.461	457.680	2.836.141	2.512.383	478.296	2.990.679
9	Total	136.070	20.616	2.416.601	457.680	2.874.281	2.552.671	478.296	3.030.967
10									
11									
12	Wichtige Daten:								
13	Theor. Luftbedarf	14.8 kgLuft/kg Treibst.							
14	Lambda (Benzin)	1,2							
15	Lambda (Diesel)	1,5							
16									
17									
18									
19									
20	Tab 4.3: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs ausserhalb Wien 1991								
21									
22	Typ	Jährl. mittlerer Benzin (t/J)	Dieselenverbrauch (t/J)	mittlerer Benzin (t/J)	mittlerer Dieselenverbrauch (t/J)	Total (t/J)	mittlere Benzin (t/J)	mittlere Dieselenmenge (t/J)	Total (t/J)
23	Motorfahräder	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Kleinmotorräder	65	-	1.147	-	1.147	1.212	-	1.212
25	Motorräder	2.357	-	41.866	-	41.866	44.224	-	44.224
26	PKW	351.546	54.118	6.243.460	1.201.409	7.444.870	6.595.007	1.255.527	7.850.533
27	Total	353.968	54.118	6.286.474	1.201.409	7.487.883	6.640.442	1.255.527	7.895.969
28									
29									
30									
31									
32	Tab 4.1: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs 1991								
33									
34	Typ	Jährl. mittlerer Benzin (t/J)	Dieselenverbrauch (t/J)	mittlerer Benzin (t/J)	mittlerer Dieselenverbrauch (t/J)	Total (t/J)	mittlere Benzin (t/J)	mittlere Dieselenmenge (t/J)	Total (t/J)
35	Motorfahräder	1.166	-	20.711	-	20.711	21.878	-	21.878
36	Kleinmotorräder	129	-	2.295	-	2.295	2.424	-	2.424
37	Motorräder	3.274	-	58.148	-	58.148	61.422	-	61.422
38	PKW	485.469	74.734	8.621.922	1.659.089	10.281.011	9.107.390	1.733.823	10.841.213
39	Total	490.038	74.734	8.703.075	1.659.089	10.362.164	9.193.113	1.733.823	10.926.936
40									

Zelle D4: Luftverbräuche gemäß dokumentierten Daten im Bericht (Lambdawerte)

Zelle G4: Annahme: Abgasmenge = Luftmenge + Treibstoffmenge

Zelle D22: Luftverbräuche gemäß dokumentierten Daten im Bericht (Lambdawerte)

Zelle G22: Annahme: Abgasmenge = Luftmenge + Treibstoffmenge

Zelle D34: Luftverbräuche gemäss dokumentierten Daten im Bericht (Lambdawerte)

Zelle G34: Annahme: Abgasmenge = Luftmenge + Treibstoffmenge

Tabelle Anhang I-8: Totale Stoffflüsse durch den Individualverkehr im Jahr 1991

	A	B	C	D	E	F	G
1	Stoffflüsse Individualverkehr für 1991						
2							
3	Tab 5.1: Totaler C- Fluss durch den Individualverkehr im 1991						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	Motorfahräder	1.166	-	997			
8	Kleinmotorräder	129	-	110			
9	Motorräder	3.274	-	2.799			
10	PKW	485.469	74.734	479.347			
11	Total	490.038	74.734	483.254			
12							
13	Tab 5.2: Totaler N- Fluss durch den Individualverkehr im 1991						
14							
15	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbra	Luftstickstoff	NOX	N
16		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
17	Motorfahräder	1.166	-	20.711	16.176	5	1
18	Kleinmotorräder	129	-	2.295	1.792	0	0
19	Motorräder	3.274	-	58.148	45.413	10	3
20	PKW	485.469	74.734	10.281.011	8.029.469	7.624	2.320
21	Total	490.038	74.734	10.362.164	8.092.850	7.639	2.325
22							
23	Tab 5.3: Totaler Pb- Fluss durch den Individualverkehr im 1991						
24							
25	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
26		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
27	Motorfahräder	1.166	-	0			
28	Kleinmotorräder	129	-	0			
29	Motorräder	3.274	-	0			
30	PKW	485.469	74.734	59			
31	Total	490.038	74.734	60			

Tabelle Anhang I-9: Stoffflüsse durch den Individualverkehr 1991 nur in Wien

	I	J	K	L	M	N	O
1	Stoffflüsse Individualverkehr für 1991 (nur in Wien)						
2							
3	Tab 5.1.1: C- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	Motorfahräder	1.166	-	997			
8	Kleinmotorräder	65	-	55			
9	Motorräder	917	-	784			
10	PKW	133.922	20.616	132.234			
11	Total	136.070	20.616	134.070			
12							
13	Tab 5.2.1: N- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
14							
15	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbra	Luftstickstoff	NOX	N
16		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
17	Motorfahräder	1.166	-	20.711	16.176	5	1
18	Kleinmotorräder	65	-	1.147	896	0	0
19	Motorräder	917	-	16.281	12.716	3	1
20	PKW	133.922	20.616	2.836.141	2.215.026	2.103	640
21	Total	136.070	20.616	2.874.281	2.244.813	2.111	642
22							
23	Tab 5.3.1: Pb- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
24							
25	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
26		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
27	Motorfahräder	1.166	-	0			
28	Kleinmotorräder	65	-	0			
29	Motorräder	917	-	0			
30	PKW	133.922	20.616	16			
31	Total	136.070	20.616	17			

Tabelle Anhang I-10: Stoffflüsse durch den Individualverkehr 1991 außerhalb Wiens

	Q	R	S	T	U	V	W
1	Stoffflüsse Individualverkehr für 1991 (ausserhalb Wiens)						
2							
3	Tab 5.1.1: C- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbr.		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	Motorfahräder	-	-	-			
8	Kleinmotorräder	65	-	55			
9	Motorräder	2.357	-	2.016			
10	PKW	351.546	54.118	347.113			
11	Total	353.968	54.118	349.184			
12							
13	Tab 5.2.1: N- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
14							
15	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luft	Luftstickstoff	NOX	N
16		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
17	Motorfahräder	-	-	-	-	-	-
18	Kleinmotorräder	65	-	1.147	896	0	0
19	Motorräder	2.357	-	41.866	32.698	7	2
20	PKW	351.546	54.118	7.444.870	5.814.443	5.521	1.680
21	Total	353.968	54.118	7.487.883	5.848.037	5.528	1.683
22							
23	Tab 5.3.1: Pb- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
24							
25	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbr.		Pb			
26		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
27	Motorfahräder	-	-	-			
28	Kleinmotorräder	65	-	0			
29	Motorräder	2.357	-	0			
30	PKW	351.546	54.118	43			
31	Total	353.968	54.118	43			

zu Tabelle Anhang I-8, Tabelle Anhang I-9 und Tabelle Anhang I-10:

Zellen D5, L5, T5: Kohlenstoffgehalt: siehe Bericht

Zelle E15: Stickstoffgehalt der Luft 78.1% (Nicht relevant für Resultate dieser Studie)

Zelle F15: Emissionsfaktoren NO_x bezogen auf km sind Abhängig von Geschwindigkeit und des Stand der Technik, Annahmen: siehe Bericht

Zelle G15: N-Anteil aus NO_x- Emission: Verhältnis 14/46

Zelle M15: Stickstoffgehalt der Luft 78.1% (Nicht relevant für Resultate dieser Studie)

Zelle N15: Emissionsfaktoren NO_x bezogen auf km sind Abhängig von Geschwindigkeit und des Stand der Technik, Annahmen: siehe Bericht

Zelle O15: N-Anteil aus NO_x- Emission: Verhältnis 14/46

Zelle U15: Stickstoffgehalt der Luft 78.1% (Nicht relevant für Resultate dieser Studie)

Zelle V15: Emissionsfaktoren NO_x bezogen auf km sind Abhängig von Geschwindigkeit und des Stand der Technik, Annahmen: siehe Bericht

Zelle W15: N- Anteil aus NO_x- Emission: Verhältnis 14/46

Zellen D25, L25, T25: Annahmen zu Bleiemissionsfaktoren: siehe Bericht

Tabelle Anhang I-11: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Güterverkehrs für das Jahr 1991

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Tab.6: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Güterverkehrs für 1991					
3						
4	Typ	Fahrzeugbestand (1991)			Transportdistanz/Jahr	
5		Total	Benzin	Diesel	Mittlere	Totale
6		[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[1000km/Jahr]	[1000km/Jahr]
7	LKW total	56.702	16.719	39.961		2.147.725
8	LKW (<3.5t)	40.735	12.221	28.515	30,8	1.254.638
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	11.841	3.552	8.289	50,3	595.602
10	LKW (>15t)	4.126	1.238	2.888	72,1	297.485
11	Zugmaschinen	2.994	19	2.969	72,2	216.167
12	Selbstf. Arbeitsmittel	4.215	843	3.369	30,8	129.822
13	Total	120.613	34.592	85.990		2.493.714

Zelle B4: Literatur: ÖSTAT: Sonderheft, Bestandstatistik der KFZ in Österreich 1991, s. 14

Zelle E5: Daten aus [NUP,1995]

Tabelle Anhang I-12: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs für 1991

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	Tab. 7: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs für 1991										
3											
4	Typ	Mittlere Verbrauch (l/100km)			Jährlicher Ressourcenverbrauch			Diesel (t/J)			
5		Benzin		Diesel		Benzin (t/J)		Mittelw.	min.	max.	Mittelw.
6		min	max	min	max	min.	max.				
7											
8	LKW total										
9	LKW (<3.5t)	15	20	12	14	40.989	54.652	47.821	88.527	103.282	95.905
10	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	28	35	31	35	36.322	45.403	40.862	108.566	122.575	115.571
11	LKW (>15t)	28	35	31	35	18.142	22.677	20.410	54.225	61.222	57.724
12	Zugmaschinen	15	30	12	35	149	299	224	21.608	63.022	42.315
13	Selbstf. Arbeitsmittel	15	30	12	35	2.828	5.655	4.241	10.460	30.507	20.483
14	Total					98.430	128.686	113.558	283.386	380.608	331.997

Zelle B4: eigene Annahmen: Geschwindigkeiten im Stadtverkehr: 20-30 km/h

mittlere Verbrauchsdaten aus [BUWAL,1984, Studie NR.55, Seiten 13ff.]

Werte verglichen und korrigiert mit Daten in: [NUP,1995]

Tabelle Anhang I-13: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung 1991 (Tab. 8.1 nur in Wien, Tab. 8.2 außerhalb Wien)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	Tab. 8.1: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung nur in Wien.									
3										
4	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug*Jahr)			Jährlicher Ressourcenverbrauch					
5		Total			Benzin (t/J)			Diesel (t/J)		
6			in Wien gefahren							
7			%	km/FZ* Jahr	min	max	Mittelw.	min	max	Mittelw.
8	LKW total				42.751	55.488	49.119	107.388	123.244	115.316
9	LKW (<3.5t)	1.254.638,0	60,0	752.782,8	24.593	32.791	28.692	53.116	61.969	57.543
10	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	595.602,3	40,0	238.240,9	14.529	18.161	16.345	43.427	49.030	46.228
11	LKW (>15t)	297.484,6	20,0	59.496,9	3.628	4.535	4.082	10.845	12.244	11.545
12	Zugmaschinen	216.166,8	60,0	129.700,1	90	179	134	12.965	37.813	25.389
13	Selbstf. Arbeitsmittel	129.822,0	60,0	77.893,2	1.697	3.393	2.545	6.276	18.304	12.290
14	Total	2.493.713,7		1.258.113,9	44.537	59.060	51.798	126.628	179.361	152.995
15										
16	Tab. 8.2: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung ausserhalb Wiens									
17										
18	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug*Jahr)			Jährlicher Ressourcenverbrauch					
19		Total			Benzin (t/J)			Diesel (t/J)		
20			ausserhalb Wien gefahren							
21			%	km/FZ* Jahr	min	max	Mittelw.	min	max	Mittelw.
22	LKW total				52.702	67.244	59.973	143.931	163.836	153.883
23	LKW (<3.5t)	1.254.638,0	40,0	501.855,2	16.396	21.861	19.128	35.411	41.313	38.362
24	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	595.602,3	60,0	357.361,4	21.793	27.242	24.517	65.140	73.545	69.342
25	LKW (>15t)	297.484,6	80,0	237.987,7	14.513	18.142	16.328	43.380	48.978	46.179
26	Zugmaschinen	216.166,8	40,0	86.466,7	60	120	90	8.643	25.209	16.926
27	Selbstf. Arbeitsmittel	129.822,0	40,0	51.928,8	1.131	2.262	1.697	4.184	12.203	8.193
28	Total	2.493.713,7		1.235.599,8	53.893	69.626	61.759	156.758	201.247	179.003

Zellen C5, C19: eigene Annahmen

Tabelle Anhang I-14: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs 1991 1991 (Tab. 9.1 nur in Wien, Tab. 9.3 außerhalb Wien)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Tab 9.2: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs nur in Wien 1991								
3									
4	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	Total (t/J)	mittlere Abgasmenge	Total (t/J)	
5		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)
6	LKW total	49.119	115.316	872.357	2.560.010	3.432.367	921.476	2.675.326	3.596.802
7	LKW (<3.5t)	28.692	57.543	509.576	1.277.448	1.787.024	538.268	1.334.991	1.873.259
8	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	16.345	46.228	290.287	1.026.268	1.316.555	306.632	1.072.496	1.379.128
9	LKW (>15t)	4.062	11.545	72.495	256.294	328.789	76.577	267.839	344.415
10	Zugmaschinen	134	25.389	2.388	563.636	566.024	2.522	589.025	591.547
11	Selbstf. Arbeitsmittel	2.545	12.290	45.195	272.937	318.032	47.740	285.127	332.867
12	Total	51.798	152.995	919.940	3.396.483	4.316.423	971.739	3.549.478	4.521.216
13									
14									
15	Wichtige Daten:								
16	Theor. Luftbedarf								
17	14.8 kgLuft/kg Treibst.								
18	1,2								
19	1,5								
20									
21	Tab 9.3: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs ausserhalb Wiens 1991								
22									
23	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	Total (t/J)	mittlere Abgasmenge	Total (t/J)	
24		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)
25	LKW total	59.973	153.883	1.065.126	3.416.210	4.481.336	1.125.100	3.570.094	4.695.193
26	LKW (<3.5t)	19.128	38.362	339.717	851.632	1.191.349	358.845	889.994	1.248.839
27	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	24.517	69.342	435.431	1.539.401	1.974.832	459.948	1.608.744	2.068.692
28	LKW (>15t)	16.328	46.179	289.979	1.025.177	1.315.155	306.306	1.071.356	1.377.662
29	Zugmaschinen	90	16.926	1.592	375.757	377.349	1.682	392.683	394.365
30	Selbstf. Arbeitsmittel	1.697	8.193	30.130	181.891	212.021	31.827	190.085	221.911
31	Total	61.759	179.003	1.096.848	3.973.859	5.070.707	1.158.608	4.152.862	5.311.469
32									
33									
34	Tab 9.1: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs 1991								
35									
36	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	Total (t/J)	mittlere Abgasmenge	Total (t/J)	
37		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)
38	LKW total	109.093	269.199	1.937.484	5.976.220	7.913.704	2.046.576	6.245.419	8.291.995
39	LKW (<3.5t)	47.821	95.905	849.293	2.129.081	2.978.373	897.113	2.224.985	3.122.098
40	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	40.862	115.571	725.718	2.565.669	3.291.387	766.580	2.681.240	3.447.820
41	LKW (>15t)	20.410	57.724	362.473	1.281.471	1.643.944	382.883	1.339.195	1.722.077
42	Zugmaschinen	224	42.315	3.980	939.393	943.373	4.204	981.708	985.912
43	Selbstf. Arbeitsmittel	4.241	20.483	75.325	454.728	530.053	79.567	475.211	554.778
44	Total	113.558	331.997	2.016.788	7.370.342	9.387.130	2.130.346	7.702.339	9.832.686

Zellen D4, D23, D36: Luftverbräuche gemäß dokumentierten Daten im Bericht (Lambdawerte)

Zellen G4, G23, G36: Annahme: Abgasmenge = Luftmenge + Treibstoffmenge

Tabelle Anhang I-15: Totale Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991

	A	B		C		D	E	F	G
1	Stoffflüsse Güterverkehr für 1991								
2									
3	Tab 10.1: Totaler C- Fluss durch den Güterverkehr im 1991								
4									
5	Typ	Jähr. mittlerer Ressourcenverbrauch			Kohlenstoff				
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)		[t/Jahr]				
7	LKW total	109093	269199		324785				
8	LKW (<3.5t)	47821	95905		123364				
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.4t)	40.862	115.571		134328				
10	LKW (>15t)	20.410	57.724		67093				
11	Zugmaschinen	224	42.315		36583				
12	Selbstf. Arbeitsmitt	4.241	20.483		21242				
13	Total	113.558	331.997		382610				
14									
15	Tab 10.2: Totaler N- Fluss durch den Güterverkehr im 1991								
16									
17	Typ	Jähr. mittlerer Verbrauch			mittlerer Luftverbrauch		Luftstickstoff	NOX	N
18		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)		Total (t/J)		[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
19	LKW total	109093	269199		7.913.704		6.180.603	15349	4671
20	LKW (<3.5t)	47821	95905		2.978.373		2.326.109	2221	676
21	LKW (zw. 3.5 u. 14.4t)	40.862	115.571		3.291.387		2570573	8755	2665
22	LKW (>15t)	20.410	57.724		1.643.944		1283920	4373	1331
23	Zugmaschinen	224	42.315		943.373		736774	3178	967
24	Selbstf. Arbeitsmitt	4.241	20.483		530.053		413972	1908	581
25	Total	113.558	331.997		9.387.130		7331349	20435	6219
26									
27	Tab 10.3: Totaler Pb- Fluss durch den Güterverkehr im 1991								
28									
29	Typ	Jähr. mittlerer Ressourcenverbrauch			Pb				
30		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)		[t/Jahr]				
31	LKW total	109093	269199		11				
32	LKW (<3.5t)	47821	95905		11				
33	LKW (zw. 3.5 u. 14.4t)	40.862	115.571		0				
34	LKW (>15t)	20.410	57.724		0				
35	Zugmaschinen	224	42.315		0				
36	Selbstf. Arbeitsmitt	4.241	20.483		0				
37	Total	113.558	331.997		11				

Tabelle Anhang I-16: Stofffluß durch den Güterverkehr 1991 nur in Wien

	I	J	K	L	M	N	O
1	Stoffflüsse Güterverkehr für 1991 (nur in Wien)						
2							
3	Tab 10.1.1: C- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	LKW total	49.119	115.316	141.168			
8	LKW (<3.5t)	28.692	57.543	74019			
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.99)	16.345	46.228	53731			
10	LKW (>15t)	4.082	11.545	13419			
11	Zugmaschinen	134	25.389	21950			
12	Selbstf. Arbeitsmittel	2.545	12.290	12745			
13	Total	51.798	152.995	175863			
14							
15	Tab 10.2.1: N- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
16							
17	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbrauch	Luftstickstoff	NOX	N
18		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
19	LKW total	49.119	115.316	3.432.367	2.680.679	5.709	1738
20	LKW (<3.5t)	28.692	57.543	1.787.024	1.395.666	1.332	406
21	LKW (zw. 3.5 u. 14.99)	16.345	46.228	1.316.555	1028229	3502	1066
22	LKW (>15t)	4.082	11.545	328.789	256784	875	266
23	Zugmaschinen	134	25.389	566.024	442065	1907	580
24	Selbstf. Arbeitsmittel	2.545	12.290	318.032	248383	1145	348
25	Total	51.798	152.995	4.316.423	3371127	8761	2666
26							
27	Tab 10.3.1: Pb- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
28							
29	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
30		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
31	LKW total	49.119	115.316	6			
32	LKW (<3.5t)	28.692	57.543	6			
33	LKW (zw. 3.5 u. 14.99)	16.345	46.228	0			
34	LKW (>15t)	4.082	11.545	0			
35	Zugmaschinen	134	25.389	0			
36	Selbstf. Arbeitsmittel	2.545	12.290	0			
37	Total	51.798	152.995	6			

Tabelle Anhang I-17: Stofffluß durch den Güterverkehr 1991 außerhalb Wiens

	Q	R	S	T	U	V	W
1	Stoffflüsse Güterverkehr für 1991 (ausserhalb Wiens)						
2							
3	Tab 10.1.1: C- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	LKW total	59.973	153.883	183.617			
8	LKW (<3.5t)	19.128	38.362	49.346			
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.99)	24.517	69.342	80597			
10	LKW (>15t)	16.328	46.179	53674			
11	Zugmaschinen	90	16.926	14633			
12	Selbstf. Arbeitsmittel	1.697	8.193	8497			
13	Total	61.759	179.003	206747			
14							
15	Tab 10.2.1: N- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
16							
17	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbrauch	Luftstickstoff	NOX	N
18		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
19	LKW total	59.973	153.883	4.481.336	3.499.924	9.640	2.934
20	LKW (<3.5t)	19.128	38.362	1.191.349	930.444	888	270
21	LKW (zw. 3.5 u. 14.99)	24.517	69.342	1.974.832	1542344	5253	1599
22	LKW (>15t)	16.328	46.179	1.315.155	1027136	3498	1065
23	Zugmaschinen	90	16.926	377.349	294710	1271	387
24	Selbstf. Arbeitsmittel	1.697	8.193	212.021	165589	763	232
25	Total	61.759	179.003	5.070.707	7460146	11674	3553
26							
27	Tab 10.3.1: Pb- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
28							
29	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
30		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
31	LKW total	59.973	153.883	5			
32	LKW (<3.5t)	19.128	38.362	4			
33	LKW (zw. 3.5 u. 14.99)	24.517	69.342	0			
34	LKW (>15t)	16.328	46.179	0			
35	Zugmaschinen	90	16.926	0			
36	Selbstf. Arbeitsmittel	1.697	8.193	0			
37	Total	61.759	179.003	5			

zu Tabelle Anhang I-15, Tabelle Anhang I-16, Tabelle Anhang I-17:

Zellen D5, L5, T5: Kohlenstoffgehalt: siehe Bericht

Zellen E17, M17, U17: Stickstoffgehalt der Luft 78.1% (Nicht relevant für Resultate dieser Studie)

Zellen F17, N17, V17: Emissionsfaktoren NO_x bezogen auf km sind abhängig von Geschwindigkeit und des Stand der Technik, Annahmen: siehe Bericht

Zellen G17, O17, W17: N-Anteil aus NO_x- Emission: Verhältnis 14/46

Zellen D29, L29, T29: Annahmen zu Bleiemissionsfaktoren: siehe Bericht

Tabelle Anhang I-18: Einpendler nach Wien im Jahr 1991

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Tab.: 11.1: Einpendler nach Wien im 1991								
2									
3	Fahrten der Einpendler	Einpendler	Fahrleistung	Gef. Km	Verbrauch	Verbr.Diesel			
4		[Anzahl]	[km/Jahr*EW]	[1000km/Jahr]	Verbr.Benzin	Verbr.Diesel			
5		72759	7300	526104	[t/J]	[t/J]			
6	Totale Strecke	72759	3600	263052	28245	4481			
7	Strecke in Wien				14123	2241			
8									
9									
10									
11	Tab.: 11.2: Mittlerer Treibstoffverbrauch, Luftverbrauch und Abgasmenge der Einpendler nach Wien (nur in Wien) 1991								
12									
13	Fahrten der Einpendler	Verbrauch	Verbr.Diesel	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlere Abgasmenge	Total	Total	Total	Total
14		Verbr.Benzin	Verbr.Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel
15		[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]
16	Totale Strecke	28245	4481	501.636	99.481	529.882	103.962	633.844	633.844
17	Strecke in Wien	14123	2241	250.818	49.741	264.941	51.981	316.922	316.922
18									
19									
20									
21	Wichtige Daten:								
22	Theor. Luftbedarf	14.8 kgLuft/kgTreibst.							
23	Lamda (Benzin)	1,2							
24	Lamda (Diesel)	1,5							

Zellen C5, C6: eigene Annahme: mittlerer Pendlerfahrstrecke pro Tag: 30 km
Anzahl Tage pro Jahr: 5*47=235

Zelle C7: eigene Annahme: Streckenanteil in Wien: 1/2

Zelle D13: Annahmen: siehe Werte im Bericht

Zelle G13: Annahme: Abgasmenge= Luftmenge+ Treibstoffmenge

Zellen F4, C14: Annahmen: 13% Diesel PKW Anteil

Dichte Diesel: 0.86

Mittlerer Verbrauch: 9.1 l/100km

Zelle B3: gemäss schriftlicher Mitteilung MA 66 (Fax MA66, 18.8.1995)

Zellen E4, B14: Annahmen: 87% Benzin PKW Anteil

Dichte: Benzin: 0.855

Mittlerer Verbrauch: 8.5l/100km (NUP, s.210)

Anhang I.3 Tabellen zu Verkehrsszenario II

Tabelle Anhang I-19: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Individualverkehrs 1991

	A	B	C	D	E	F
1	Tab.1: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Individualverkehrs für 1991					
2						
3	Typ	Fahrzeugbestand (1991)			Transportdistanz/Jahr	
4					Mittlere	Totale
5		Total	Benzin	Diesel		
6		[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[1000km/Jahr]	[1000km/Jahr]
7	Motorfahrräder	21.707	21.707	-	3,7	80.316
8	Kleinmotorräder	1.017	1.017	-	5,0	5.085
9	Motorräder	18.039	18.039	-	5,0	90.195
10	PKW	559.382	485.437	73.925	14,5	8.111.039
11	Total	600.145	526.200	73.925		8.286.635

Zelle B3: Literatur: ÖSTAT: Sonderheft, Bestandstatistik der KFZ in Österreich 1991, s. 14

Zelle E4: Quellen: [NUP,1995], [UBA,ÖSTAT,1994]

Zelle E7, E8, E9: Quelle: [NUP,1995]

auch: Berechnung anhand Daten aus BUWAL Bericht Nr.55, s. 9 und 240, für das Jahr 1991

Zelle E10: Quelle: [UBA, ÖSTAT,1994]

auch: Berechnung anhand Daten aus BUWAL Bericht Nr.55, s. 9 und 240, für das Jahr 1991

Tabelle Anhang I-20: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs 1991

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3	Tab. 2: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs für 1991										
4											
5	Typ	Mittlerer Verbrauch (l/100km)				Jährlicher Ressourcenverbrauch					
6		Benzin		Diesel		Benzin (t/J)		Diesel (t/J)			
7											
8		min	max	min	max	min.	max.	Mittelw.	min.	max.	Mittelw.
9	Motorfahrräder	1,0	3,0	-	-	583	1.749	1.166	-	-	-
10	Kleinmotorräder	2,0	5,0	-	-	74	185	129	-	-	-
11	Motorräder	4,0	6,0	-	-	2.619	3.929	3.274	-	-	-
12	PKW	8,5	10,5	7,8	8,8	434.367	536.571	485.469	70.232	79.236	74.734
13	Total					437.643	542.433	490.038	70.232	79.236	74.734

Zelle B5: eigene Annahmen:

Geschwindigkeiten im Stadtverkehr: 20-30 km/h

mittlere Verbrauchsdaten aus [BUWAL,1984, Studie NR.55, Seiten 13ff.]

Werte verglichen und korrigiert mit Daten in: [NUP,1995]

Tabelle Anhang I-21: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung (Tab. 3.1 nur in Wien, Tab. 3.2 außerhalb Wiens)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	Tab. 3.1: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung nur in Wien.								
4									
5	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug*Jahr)	in Wien gefahren	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Diesel (t/J)	min.	max.
6		Total		Benzin (t/J)	min.	max.	Mittelw.	min.	max.
7									Mittelw.
8									
9	Motorfahrräder	3,7	3,7	583	1.749	1.166	-	-	-
10	Kleinmotorräder	5,0	2,5	37	92	65	-	-	-
11	Motorräder	5,0	1,4	733	1.100	917	-	-	-
12	PKW	14,5	7,3	218.681	270.135	244.408	35.358	39.891	37.625
13	Total			220.035	273.077	246.556	35.358	39.891	37.625
14									
15									
16	Tab. 3.2: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Individualverkehrs zur Erbringung der Transportleistung ausserhalb Wiens								
17									
18	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug*Jahr)	ausserhalb Wien gefahren	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Jährlicher Ressourcenverbrauch	Diesel (t/J)	min.	max.
19		Total		Benzin (t/J)	min.	max.	Mittelw.	min.	max.
20									Mittelw.
21									
22	Motorfahrräder	3,7	-	-	-	-	-	-	-
23	Kleinmotorräder	5,0	2,5	37	92	65	-	-	-
24	Motorräder	5,0	3,6	1.886	2.829	2.357	-	-	-
25	PKW	14,5	7,2	215.685	266.435	241.060	34.874	39.345	37.109
26	Total			217.608	269.356	243.482	34.874	39.345	37.109

Zelle C6: eigene Annahmen, persönliche Mitteilungen Prof. Knoflacher, TU Wien

Zellen C9, C10: eigene Annahme

Zelle C11: eigene Annahme, gleiches Verhältnis wie PKW

Zelle C12: Annahme für Szenario II, gemäß Absprache mit dem Institut von Knoflacher [Mündliche Mitteilung Prof. Knoflacher, TU Wien]

Zelle C19: eigene Annahmen, persönliche Mitteilung Prof. Knoflacher, TU Wien

Tabelle Anhang I-22: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs 1991 1991
(Tab. 4.1 nur in Wien, Tab. 4.3 außerhalb Wien)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Tab 4.2: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs nur in Wien 1991								
3									
4	Typ	Jährl. mittlerer Benzin (t/J)	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch Diesel (t/J)	mittlerer Benzin (t/J)	mittlerer Luftmengenverbrauch Diesel (t/J)	Total (t/J)	mittlere Abgasmenge Benzin (t/J)	mittlere Abgasmenge Diesel (t/J)	Total (t/J)
5	Motorfahräder	1.166	-	20.711	-	20.711	21.878	-	21.878
6	Kleinmotorräder	65	-	1.147	-	1.147	1.212	-	1.212
7	Motorräder	917	-	16.281	-	16.281	17.198	-	17.198
8	PKW	244.408	37.625	4.340.692	835.266	5.175.957	4.585.100	872.890	5.457.990
9	Total	246.556	37.625	4.378.832	835.266	5.214.097	4.625.388	872.890	5.498.278
10									
11									
12									
13	Wichtige Daten:								
14	Theor. Luftbedarf	14.8 kgLuft/kg Treibst.							
15	Lambda (Benzin)	1,2							
16	Lambda (Diesel)	1,5							
17									
18									
19									
20	Tab 4.3: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs ausserhalb Wien 1991								
21									
22	Typ	Jährl. mittlerer Benzin (t/J)	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch Diesel (t/J)	mittlerer Benzin (t/J)	mittlerer Luftmengenverbrauch Diesel (t/J)	Total (t/J)	mittlere Abgasmenge Benzin (t/J)	mittlere Abgasmenge Diesel (t/J)	Total (t/J)
23	Motorfahräder	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Kleinmotorräder	65	-	1.147	-	1.147	1.212	-	1.212
25	Motorräder	2.357	-	41.866	-	41.866	44.224	-	44.224
26	PKW	241.060	37.109	4.281.230	823.824	5.105.054	4.522.290	860.933	5.383.223
27	Total	243.482	37.109	4.324.244	823.824	5.148.067	4.567.726	860.933	5.428.659
28									
29									
30									
31									
32	Tab 4.1: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Individualverkehrs 1991								
33									
34	Typ	Jährl. mittlerer Benzin (t/J)	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch Diesel (t/J)	mittlerer Benzin (t/J)	mittlerer Luftmengenverbrauch Diesel (t/J)	Total (t/J)	mittlere Abgasmenge Benzin (t/J)	mittlere Abgasmenge Diesel (t/J)	Total (t/J)
35	Motorfahräder	1.166	-	20.711	-	20.711	21.878	-	21.878
36	Kleinmotorräder	129	-	2.295	-	2.295	2.424	-	2.424
37	Motorräder	3.274	-	58.148	-	58.148	61.422	-	61.422
38	PKW	485.469	74.734	8.621.922	1.659.089	10.281.011	9.107.390	1.733.823	10.841.213
39	Total	490.038	74.734	8.703.075	1.659.089	10.362.164	9.193.113	1.733.823	10.926.936
40									

Zellen D4, D22, D34: Luftverbräuche gemäß dokumentierten Daten im Bericht (Lambdawerte)

Zellen G4, G22, G34: Annahme: Abgasmenge = Luftmenge + Treibstoffmenge

Tabelle Anhang I-23: Stoffflüsse Individualverkehr 1991

	A	B	C	D	E	F	G
1	Stoffflüsse Individualverkehr für 1991						
2							
3	Tab 5.1: Totaler C- Fluss durch den Individualverkehr im 1991						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	Motorfahräder	1.166	-	997			
8	Kleinmotorräder	129	-	110			
9	Motorräder	3.274	-	2.799			
10	PKW	485.469	74.734	479.347			
11	Total	490.038	74.734	483.254			
12							
13	Tab 5.2: Totaler N- Fluss durch den Individualverkehr im 1991						
14							
15	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbra	Luftstickstoff	NOX	N
16		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
17	Motorfahräder	1.166	-	20.711	16.176	5	1
18	Kleinmotorräder	129	-	2.295	1.792	0	0
19	Motorräder	3.274	-	58.148	45.413	10	3
20	PKW	485.469	74.734	10.281.011	8.029.469	7.624	2.320
21	Total	490.038	74.734	10.362.164	8.092.850	7.639	2.325
22							
23	Tab 5.3: Totaler Pb- Fluss durch den Individualverkehr im 1991						
24							
25	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
26		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
27	Motorfahräder	1.166	-	0			
28	Kleinmotorräder	129	-	0			
29	Motorräder	3.274	-	0			
30	PKW	485.469	74.734	59			
31	Total	490.038	74.734	60			

Tabelle Anhang I-24: Stoffflüsse Individualverkehr 1991 nur in Wien

	I	J	K	L	M	N	O
1	Stoffflüsse Individualverkehr für 1991 (nur in Wien)						
2							
3	Tab 5.1.1: C- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	Motorfahräder	1.166	-	997			
8	Kleinmotorräder	65	-	55			
9	Motorräder	917	-	784			
10	PKW	244.408	37.625	241.326			
11	Total	246.556	37.625	243.162			
12							
13	Tab 5.2.1: N- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
14							
15	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbra	Luftstickstoff	NOX	N
16		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
17	Motorfahräder	1.166	-	20.711	16.176	5	1
18	Kleinmotorräder	65	-	1.147	896	0	0
19	Motorräder	917	-	16.281	12.716	3	1
20	PKW	244.408	37.625	5.175.957	4.042.422	3.838	1.168
21	Total	246.556	37.625	5.214.097	4.072.210	3.846	1.171
22							
23	Tab 5.3.1: Pb- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
24							
25	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
26		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
27	Motorfahräder	1.166	-	0			
28	Kleinmotorräder	65	-	0			
29	Motorräder	917	-	0			
30	PKW	244.408	37.625	30			
31	Total	246.556	37.625	30			

Tabelle Anhang I-25: Stoffflüsse Individualverkehr 1991 außerhalb Wiens

	Q	R	S	T	U	V	W
1	Stoffflüsse Individualverkehr für 1991 (ausserhalb Wiens)						
2							
3	Tab 5.1.1: C- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenv		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	Motorfahrräder	-	-	-			
8	Kleinmotorräder	65	-	55			
9	Motorräder	2.357	-	2.016			
10	PKW	241.060	37.109	238.020			
11	Total	243.482	37.109	240.091			
12							
13	Tab 5.2.1: N- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
14							
15	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luf	Luftstickstoff	NOX	N
16		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
17	Motorfahrräder	-	-	-	-	-	-
18	Kleinmotorräder	65	-	1.147	896	0	0
19	Motorräder	2.357	-	41.866	32.698	7	2
20	PKW	241.060	37.109	5.105.054	3.987.047	3.786	1.152
21	Total	243.482	37.109	5.148.067	4.020.640	3.793	1.154
22							
23	Tab 5.3.1: Pb- Fluss durch den Individualverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
24							
25	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenv		Pb			
26		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
27	Motorfahrräder	-	-	-			
28	Kleinmotorräder	65	-	0			
29	Motorräder	2.357	-	0			
30	PKW	241.060	37.109	29			
31	Total	243.482	37.109	30			

zu Tabelle Anhang I-23, Tabelle Anhang I-24, Tabelle Anhang I-25:

Zellen D5, L5, T5: Kohlenstoffgehalt: siehe Bericht

Zellen E15, M15, U15: Stickstoffgehalt der Luft 78.1% (Nicht relevant für Resultate dieser Studie)

Zellen F15, N15, V15: Emissionsfaktoren NO_x bezogen auf km sind Abhängig von Geschwindigkeit und des Stand der Technik, Annahmen: siehe Bericht.

Zellen G15, O15, W15: N-Anteil aus NO_x- Emission: Verhältnis 14/46.

Zellen D25, L25, T25: Annahmen zu Bleiemissionsfaktoren: siehe Bericht.

Tabelle Anhang I-26: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Güterverkehrs für 1991

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Tab.6: Mittlere jährliche totale Fahrleistung des Wiener Güterverkehrs für 1991					
3						
4	Typ	Fahrzeugbestand (1991)			Transportdistanz/Jahr	
5		Total	Benzin	Diesel	Mittlere	Totale
6		[Anzahl]	[Anzahl]	[Anzahl]	[1000km/Jahr]	[1000km/Jahr]
7	LKW total	56.702	16.719	39.961		2.147.725
8	LKW (<3.5t)	40.735	12.221	28.515	30,8	1.254.638
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	11.841	3.552	8.289	50,3	595.602
10	LKW (>15t)	4.126	1.238	2.888	72,1	297.485
11	Zugmaschinen	2.994	19	2.969	72,2	216.167
12	Selbstf. Arbeitsmittel	4.215	843	3.369	30,8	129.822
13	Total	120.613	34.592	85.990		2.493.714

Zelle B4: Literatur: ÖSTAT: Sonderheft, Bestandstatistik der KFZ in Österreich 1991, s. 14

Zelle E5: Daten aus [NUP,1995]

Tabelle Anhang I-27: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs für
1991

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	Tab. 7: Mittlerer jährlicher totaler Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs für 1991										
3											
4	Typ	Mittlere Verbrauch (l/100km)			Jährlicher Ressourcenverbrauch						
5											
6		Benzin		Diesel		Benzin (t/J)			Diesel (t/J)		
7		min	max	min	max	min.	max.	Mittelw.	min.	max.	Mittelw.
8	LKW total	15	20	12	14	40.989	54.652	47.821	88.527	103.282	95.905
9	LKW (<3.5t)	28	35	31	35	36.322	45.403	40.862	108.566	122.575	115.571
10	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	28	35	31	35	18.142	22.677	20.410	54.225	61.222	57.724
11	LKW (>15t)	15	30	12	35	149	299	224	21.608	63.022	42.315
12	Zugmaschinen	15	30	12	35	2.828	5.655	4.241	10.460	30.507	20.483
13	Selbstf. Arbeitsmittel					98.430	128.686	113.558	283.386	380.608	331.997
14	Total										

Zelle B4: eigene Annahmen: Geschwindigkeiten im Stadtverkehr: 20-30 km/h
 mittlere Verbrauchsdaten aus [BUWAL, 1984, Studie Nr. 55, Seiten 13ff.]
 Werte verglichen und korrigiert mit Daten in: [NUP, 1995]

Tabelle Anhang I-28: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung (Tab. 8.1 nur in Wien, Tab. 8.2 außerhalb Wiens)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	Tab. 8.1: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung nur in Wien.									
3										
4	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug*Jahr)	in Wien gefahren	km/FZ*Jahr	Jährlicher Ressourcenverbrauch			Diesel (l/J)		
5		Total			Benzin (l/J)	Max.	Mittelw.	Min.	Max.	Mittelw.
6			%		Min.					
7										
8	LKW total				61.841	80.034	70.938	157.652	180.659	169.156
9	LKW (<3.5t)	1.254.638,0	80,0	1.003.710,4	32.791	43.722	38.256	70.822	82.625	76.724
10	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	595.602,3	60,0	357.361,4	21.793	27.242	24.517	65.140	73.545	69.342
11	LKW (>15t)	297.484,6	40,0	118.993,8	7.257	9.071	8.164	21.690	24.489	23.090
12	Zugmaschinen	216.166,8	80,0	172.933,4	120	239	179	17.286	50.418	33.852
13	Selbstf. Arbeitsmittel	129.822,0	80,0	103.857,6	2.262	4.524	3.393	8.368	24.406	16.387
14	Total	2.493.713,7		1.756.856,7	64.223	84.797	74.510	183.306	255.483	219.394
15										
16	Tab. 8.2: Mittlerer jährlicher Treibstoffverbrauch des Wiener Güterverkehrs zur Erbringung der Transportleistung ausserhalb Wiens									
17										
18	Typ	Fahrleistung (km/ Fahrzeug*Jahr)	ausserhalb Wien gefahren	km/FZ*Jahr	Jährlicher Ressourcenverbrauch			Diesel (l/J)		
19		Total			Benzin (l/J)	Max.	Mittelw.	Min.	Max.	Mittelw.
20			%		Min.					
21										
22	LKW total				33.612	42.698	38.155	93.667	106.420	100.044
23	LKW (<3.5t)	1.254.638,0	20,0	250.927,6	8.198	10.930	9.564	17.705	20.656	19.181
24	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	595.602,3	40,0	238.240,9	14.529	18.161	16.345	43.427	49.030	46.228
25	LKW (>15t)	297.484,6	60,0	178.490,8	10.885	13.606	12.246	32.535	36.733	34.634
26	Zugmaschinen	216.166,8	20,0	43.233,4	30	60	45	4.322	12.604	8.463
27	Selbstf. Arbeitsmittel	129.822,0	20,0	25.964,4	566	1.131	848	2.092	6.101	4.097
28	Total	2.493.713,7		736.857,0	34.207	43.889	39.048	100.081	125.126	112.603

Zellen C5, C19: eigene Annahmen:

Tabelle Anhang I-29: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs (Tab. 9.1: Total, Tab. 9.2: nur in Wien, Tab. 9.3: außerhalb Wiens)

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1								
2	Tab 9.2: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs nur in Wien 1991							
3								
4	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch		mittlere Abgasmenge		Total (t/J)	
5		Benzin (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)
6	LKW total	70.938	1.259.854	3.755.254	5.015.108	1.330.792	3.924.410	5.255.201
7	LKW (<3.5t)	38.256	679.434	1.703.264	2.382.698	717.690	1.779.988	2.497.679
8	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	24.517	435.431	1.539.401	1.974.832	459.948	1.608.744	2.068.692
9	LKW (>15t)	8.164	144.989	512.588	657.578	153.153	535.678	688.831
10	Zugmaschinen	179	33.852	751.515	785.367	3.363	785.367	788.730
11	Selbstf. Arbeitsmittel	3.393	60.260	363.783	424.043	63.653	380.169	443.822
12	Total	74.510	1.323.298	4.870.551	6.193.849	1.397.808	5.089.946	6.487.754
13								
14								
15	Wichtige Daten:							
16	Theor. Luftbedarf							
17	Lambda (Benzin)	1,2						
18	Lambda (Diesel)	1,5						
19								
20								
21	Tab 9.3: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs ausserhalb Wiens 1991							
22								
23	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch		mittlere Abgasmenge		Total (t/J)	
24		Benzin (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)
25	LKW total	38.155	677.630	2.220.966	2.898.596	715.784	2.321.010	3.036.794
26	LKW (<3.5t)	9.564	169.859	425.816	595.675	179.423	444.997	624.420
27	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	16.345	290.287	1.026.268	1.316.555	306.632	1.072.496	1.379.128
28	LKW (>15t)	12.246	217.484	768.883	986.366	229.730	803.517	1.033.246
29	Zugmaschinen	45	796	187.879	188.675	841	196.342	197.182
30	Selbstf. Arbeitsmittel	848	15.065	90.946	106.011	15.913	95.042	110.956
31	Total	39.048	693.491	2.499.790	3.193.281	732.538	2.612.394	3.344.932
32								
33								
34	Tab 9.1: Luftverbrauch und Abgasmenge des Wiener Güterverkehrs 1991							
35								
36	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch		mittlere Abgasmenge		Total (t/J)	
37		Benzin (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)
38	LKW total	109.093	1.937.484	5.976.220	7.913.704	2.046.576	6.245.419	8.291.995
39	LKW (<3.5t)	47.821	849.293	2.129.081	2.978.373	897.113	2.224.985	3.122.098
40	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	40.862	725.718	2.565.669	3.291.387	766.580	2.681.240	3.447.820
41	LKW (>15t)	20.410	362.473	1.281.471	1.643.944	382.883	1.339.195	1.722.077
42	Zugmaschinen	224	3.980	939.393	943.373	4.204	981.708	985.912
43	Selbstf. Arbeitsmittel	4.241	75.325	454.728	530.053	79.567	475.211	554.778
44	Total	113.558	2.016.788	7.370.342	9.387.130	2.130.346	7.702.339	9.832.686

Zellen D4, d23, D36: Luftverbräuche gemäß dokumentierten Daten im Bericht (Lambdawerte)

Zellen G4, G23, G36: Annahme: Abgasmenge = Luftmenge + Treibstoffmenge

Tabelle Anhang I-30: Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991

	A	B	C	D	E	F	G
1	Stoffflüsse Güterverkehr für 1991						
2							
3	Tab 10.1: Totaler C- Fluss durch den Güterverkehr im 1991						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	LKW total	109093	269199	324785			
8	LKW (<3.5t)	47821	95905	123364			
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.4t)	40.862	115.571	134328			
10	LKW (>15t)	20.410	57.724	67093			
11	Zugmaschinen	224	42.315	36583			
12	Selbstf. Arbeitsmitt	4.241	20.483	21242			
13	Total	113.558	331.997	382610			
14							
15	Tab 10.2: Totaler N- Fluss durch den Güterverkehr im 1991						
16							
17	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbrauch	Luftstickstoff	NOX	N
18		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
19	LKW total	109093	269199	7.913.704	6.180.603	15349	4671
20	LKW (<3.5t)	47821	95905	2.978.373	2.326.109	2221	676
21	LKW (zw. 3.5 u. 14.4t)	40.862	115.571	3.291.387	2570573	8755	2665
22	LKW (>15t)	20.410	57.724	1.643.944	1283920	4373	1331
23	Zugmaschinen	224	42.315	943.373	736774	3178	967
24	Selbstf. Arbeitsmitt	4.241	20.483	530.053	413972	1908	581
25	Total	113.558	331.997	9.387.130	7331349	20435	6219
26							
27	Tab 10.3: Totaler Pb- Fluss durch den Güterverkehr im 1991						
28							
29	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
30		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
31	LKW total	109093	269199	11			
32	LKW (<3.5t)	47821	95905	11			
33	LKW (zw. 3.5 u. 14.4t)	40.862	115.571	0			
34	LKW (>15t)	20.410	57.724	0			
35	Zugmaschinen	224	42.315	0			
36	Selbstf. Arbeitsmitt	4.241	20.483	0			
37	Total	113.558	331.997	11			

Tabelle Anhang I-31: Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991 nur in Wien

	I	J	K	L	M	N	O
1	Stoffflüsse Güterverkehr für 1991 (nur in Wien)						
2							
3	Tab 10.1.1: C- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	LKW total	70.938	169.156	206.126			
8	LKW (<3.5t)	38.256	76.724	98692			
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	24.517	69.342	80597			
10	LKW (>15t)	8.164	23.090	26837			
11	Zugmaschinen	179	33.852	29266			
12	Selbstf. Arbeitsmittel	3.393	16.387	16994			
13	Total	74.510	219.394	252385			
14							
15	Tab 10.2.1: N- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
16							
17	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbrauch	Luftstickstoff	NOX	N
18		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
19	LKW total	70.938	169.156	5.015.108	3.916.799	8.779	2672
20	LKW (<3.5t)	38.256	76.724	2.382.698	1.860.888	1.777	541
21	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	24.517	69.342	1.974.832	1542344	5253	1599
22	LKW (>15t)	8.164	23.090	657.578	513568	1749	532
23	Zugmaschinen	179	33.852	754.699	589420	2542	774
24	Selbstf. Arbeitsmittel	3.393	16.387	424.043	331177	1527	465
25	Total	74.510	219.394	6.193.849	4837396	12848	3910
26							
27	Tab 10.3.1: Pb- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (Nur in Wien)						
28							
29	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
30		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
31	LKW total	70.938	169.156	9			
32	LKW (<3.5t)	38.256	76.724	9			
33	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	24.517	69.342	0			
34	LKW (>15t)	8.164	23.090	0			
35	Zugmaschinen	179	33.852	0			
36	Selbstf. Arbeitsmittel	3.393	16.387	0			
37	Total	74.510	219.394	9			

Tabelle Anhang I-32: Stoffflüsse durch den Güterverkehr 1991 außerhalb Wiens

	Q	R	S	T	U	V	W
1	Stoffflüsse Güterverkehr für 1991 (ausserhalb Wiens)						
2							
3	Tab 10.1.1: C- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
4							
5	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Kohlenstoff			
6		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
7	LKW total	38.155	100.044	118.660			
8	LKW (<3.5t)	9.564	19.181	24.673			
9	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	16.345	46.228	53731			
10	LKW (>15t)	12.246	34.634	40256			
11	Zugmaschinen	45	8.463	7317			
12	Selbstf. Arbeitsmittel	848	4.097	4248			
13	Total	39.048	112.603	130225			
14							
15	Tab 10.2.1: N- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
16							
17	Typ	Jährl. mittlerer Verbrauch		mittlerer Luftverbrauch	Luftstickstoff	NOX	N
18		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	Total (t/J)	[t/Jahr]	[t/Jahr]	[t/Jahr]
19	LKW total	38.155	100.044	2.898.596	2.263.803	6.570	2.000
20	LKW (<3.5t)	9.564	19.181	595.675	465.222	444	135
21	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	16.345	46.228	1.316.555	1028229	3502	1066
22	LKW (>15t)	12.246	34.634	986.366	770352	2624	799
23	Zugmaschinen	45	8.463	188.675	147355	636	193
24	Selbstf. Arbeitsmittel	848	4.097	106.011	82794	382	116
25	Total	39.048	112.603	3.193.281	2493952	7587	2309
26							
27	Tab 10.3.1: Pb- Fluss durch den Güterverkehr im 1991 (ausserhalb Wiens)						
28							
29	Typ	Jährl. mittlerer Ressourcenverbrauch		Pb			
30		Benzin (t/J)	Diesel (t/J)	[t/Jahr]			
31	LKW total	38.155	100.044	2			
32	LKW (<3.5t)	9.564	19.181	2			
33	LKW (zw. 3.5 u. 14.99t)	16.345	46.228	0			
34	LKW (>15t)	12.246	34.634	0			
35	Zugmaschinen	45	8.463	0			
36	Selbstf. Arbeitsmittel	848	4.097	0			
37	Total	39.048	112.603	2			

zu Tabelle Anhang I-30, Tabelle Anhang I-31, Tabelle Anhang I-32:

Zellen D5, L5, T5: Kohlenstoffgehalt: siehe Bericht

Zellen E17, M17, U17: Stickstoffgehalt der Luft 78.1% (Nicht relevant für Resultate dieser Studie)

Zellen F17, N17, V17: Emissionsfaktoren NOx bezogen auf km sind Abhängig von Geschwindigkeit und des Stand der Technik, Annahmen: siehe Bericht.

Zellen G17, O17, W17: N-Anteil aus NOx- Emission: Verhältnis 14/46.

Zellen D29, L29, T29: Annahmen zu Bleiemissionsfaktoren: siehe Bericht.

Tabelle Anhang I-33: Einpendler nach Wien 1991 und mittlerer Treibstoffverbrauch, Luftverbrauch und Abgasmenge der Einpendler nur in Wien 1991

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Tab.: 11.1: Einpendler nach Wien im 1991							
2								
3	Fahrten der Einpendler	Fahrleistung	Gef. Km	Verbrauch				
4	[Anzahl]	[km/Jahr*EW]	[1000km/Jahr]	Verbr.Benzin	Verbr.Diesel			
5				[t/J]	[t/J]			
6	Totale Strecke	7300	526104	28245	4481			
7	Strecke in Wien	3600	263052	14123	2241			
8								
9								
10								
11	Tab.: 11.2: Mittlerer Treibstoffverbrauch, Luftverbrauch und Abgasmenge der Einpendler nach Wien (nur in Wien) 1991							
12								
13	Fahrten der Einpendler	Verbrauch	mittlerer Luftmengenverbrauch	mittlere Abgasmenge				
14		Verbr.Benzin	Benzin	Diesel	Total	Benzin	Diesel	Total
15		[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]	[t/J]
16	Totale Strecke	28245	501.636	99.481	601.118	529.882	103.962	633.844
17	Strecke in Wien	14123	250.818	49.741	300.559	264.941	51.981	316.922
18								
19								
20								
21	Wichtige Daten:							
22	Theor. Luftbedarf	14.8 kgLuft/kgTreibst.						
23	Lamda (Benzin)	1,2						
24	Lamda (Diesel)	1,5						

Zelle B3: gemäss schriftlicher Mitteilung MA 66 (Fax: MA66,18.8.1995)

Zellen C5, C14: eigene Annahme:

mittlerer Pendlerfahrstrecke pro Tag: 30 km

Anzahl Tage pro Jahr: 5*47=235

Zelle C7: eigene Annahme: Streckenanteil in Wien: 1/2

Zelle C13: Annahmen: siehe Werte im Bericht

Zelle G13: Annahme: Abgasmenge= Luftmenge+ Treibstoffmenge.

Zellen E4, B14: Annahmen: 87% Benzin PKW Anteil

Dichte: Benzin: 0.855

Mittlerer Verbrauch: 8.5l/100km (NUP, s.210)

Dichte Diesel: 0.86

Mittlerer Verbrauch: 9.1 l/100km

Anhang I.4 Abschätzung der Stickoxidemissionen der Energieträger in Wien

Tabelle Anhang I-34: Berechnung der Stickstoffemissionen der Energieträger in Wien

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
																				1 Berechnung der Stickstoffemissionen der Energieträger in Wien
7	Menge t/Jahr	Umrechnung MMWh/t	Energie TJ/Jahr	N-Brennstoff Gew. %	NOx-Emission g/kg	Berechnung nach Werten aus [Baumbach, 1991]			Berechnung nach Werten aus [Handbuch GWV 1994]			Berechnung nach Werten aus [Handbuch GWV 1994]								
						min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max						
10	Verteilung																			
11	Erdgas	1281000	12,8	59028,48	1,5	19215														
12	1830000000				0,88															
13	Heizöl	698000	11,4	28645,92	0,14	97,72	0,4-3,4	732	6222	3477	223	1058	1894							
14	Kohle	166000	7,7	4601,52	1,4	2324	3,5-13,0	2443	9772	6107,5	744	1859	2974							
15	Brennholz	46000	4,3	712,08	0,1	21682,72	8,0-20,0	1328	3320	2324	404	707	1010							
16				92988			46	368	920	644	112	196	280							
17								4871	20234	12552,5	1482	3820	6158							
18	PHH																			
19																				
20	Erdgas	475000	12,8	21888	1,5	7125														
21	678571428				0,88															
22	187000				0,14	26,18	1,0-3,0	187	561	374	57	114	171							
23	45000				1,4	630	8,0-20,0	392	990	686	119	209	298							
24	Brennholz	41000	4,3	634,68	0,1	7822,18	41	246	143,5	12	44	75	80							
25				31444,56				755	2397	1576	230	480	730							
26	IGD																			
27	806000																			
28	Erdgas		12,8	37140,48		12090														
29								597	5612	3105	182	945	1708							
30	Heizöl	511000	11,4	20971,44		71,54		2256	9211	5734	687	1745	2803							
31	Kohle	121000	7,7	3354,12		1694		936	2340	1638	285	499	712							
32	Brennholz	5000	4,3	77,4		5		327	674	501	100	152	205							
33				61543,44		13860,54		4116	17837	10977	1253	3341	5429							
34																				
35	Berechnungen (siehe separate Tab. im Anhang I.1)																			
36	Verkehr intern																			
37	PHH																			
38	WEIP-PHH																			
39	IGD																			
40																				
41	Verkehr extern																			
42	EWIP-PHH																			
43	EWIP-IGD																			
44																				
45																				
46	TOTAL																			

Zelle B7: Aus Bericht, Kap. Energieträgerbilanz
 Zelle D7: Quelle: [Sedlacek, 1991]
 Zelle H9: Quelle: [Baumbacher, 1992]
 Zelle F12: Vol. %
 Zelle H12: Literaturangabe: Baumbach, 1992, bezogen auf m3 Gas!
 Zellen F13, F22: Quelle: [Frischknecht, 1995] s. 199
 Zellen F14, F23: eigene Annahme
 Zellen F15, F24: Quelle: [Müller et al., 1994] Reg. Bewirtschaftung von Biomasse (Holz)
 Zelle F21: schriftliche Mitteilung von Wiengas: N2 Anteil 0,88 Vol. %
 Zelle H21: Literaturangabe: Baumbach, 1992, bezogen auf m3 Gas!

Anhang I.5 Abschätzungen der Güterflüsse im Schienengüterverkehr

In diesem Kapitel werden die Güterflüsse, die infolge des Schienengüterverkehrs in Wien indiziert werden, abgeschätzt. Der errechneten Flüsse zeigten, daß eine Vernachlässigung in erster Näherung berechtigt ist.

Annahmen:

- Annahmen zum Schienengüterverkehr:

Die Daten für den Schienengüterverkehr für Wien wurden aus der Güterverkehruntersuchung [Herry, 1994] entnommen. Die Güter- und Stoffflußanteile innerhalb der Systemgrenzen wurden mittels Annahmen abgeschätzt. Als Grundlage zur Berechnung der Güter- und Stoffflüsse aus den Fahrleistungen (t km) dienten über Österreich gemittelte spezifische Emissionsdaten [NUP, 1994].

Berechnungen für Österreich:

Die Abschätzungen der schienengüterverkehrsbezogenen Güterflüsse erforderte eine andere Vorgehensweise. Zur Berechnung der Güterflüsse wurden Österreichweite Zahlen (Verkehrsleistung, Emissionen) auf Wien umgerechnet. Damit sollen nur die Größenordnungen abgeschätzt werden. Es ist klar, daß im Rahmen dieser Arbeit nicht alle Details berücksichtigt werden konnten.

Berechnung der spezifischen Emissionen der Bahn: [NUP, 1994, s. 182 ff.]

Für Österreich betrug 1991 die totale Güterverkehrsleistung über die Schiene 13.181 Mio.t km. Dazu war ein Endenergieaufwand von 2.086 Gwh Strom, 672 Gwh Diesel erforderlich.[NUP, 1994]. Die totalen Emissionen des Schienengüterverkehrs 1991 in Österreich für CO₂, NO_x und CO sind **aus Tab. I-35** zu entnehmen [NUP, 1994]. Damit wurden „spezifische Emissionen bezogen auf t km errechnet (siehe nachfolgende Tabelle I-35).

Tabelle Anhang I-35: Spezifische Emissionen des Österreichischen Schienengüterverkehrs im 1991

Emission	Menge/ Jahr	spez. Menge pro t km
CO ₂	676.000 t	51 g CO ₂ /t km
NO _x	2.360 t	0.18 g NO _x /t km
CO	400 t	0.03 gCO/t km

Berechnungsannahmen zur Abschätzung der spezifischen Güterflüsse:

- **Fossile Energieträger:**

Brennstoff:

CO₂- Emissionen---> C- Mengenanteil des fossilen Primärenergie: 184.000 t C/a

Annahme: C- Gehalt=0.85:-----> Brennstoffmenge: 0.22 Mio. t Brennstoff/ Jahr

Luftmenge:

Luftbedarf theoretisch ca. 14.5 kg Luft/kg Brennstoff (mit Annahme Brennstoff = Öl/Diesel)
2.7 Mio. t Luft, realer Luftbedarf (Annahme von $\lambda=1.2-1.5$): 3.2-4 Mio. t Luft/Jahr
(Mittelwert = 3.6 Mio. t/a)

Abgase:

Summe aus Brennstoffinput und Verbrennungsluft: 3.6 Mio. t Luft plus 0.184 Mio. t Brennstoffe = 3.8 Mio. t (Feste Abfälle werden nicht berücksichtigt)

Tabelle Anhang I-36: Spezifische Werte: (Basis: 13.2 Mrd. t km/ Jahr)

Brennstoff:	0.017 kg Brennstoff/t km
Luft:	0.27 kg Luft/ t km
Abgas:	0.287 kg Abluft/t km

- *Nichtfossile Energieträger (Wasserkraft)*

Konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht einbezogen werden.

Umrechnung der Resultate auf das System Wien:

Tabelle Anhang I-37: Schienenverkehrsleistung für den Güterverkehr Wien: 1.5 Mrd. t km

Güter	Spezifischer Fluß	Güterfluß des Wiener Güterverkehrs
Brennstoff:	0.017 kg Brennstoff/t km	25.500 t Brennstoff / Jahr
Luft:	0.27 kg Luft/ t km	405.000 t Luft / Jahr
Abgas:	0.287 kg Abluft/t km	431.000 t Abgase / Jahr

Abschätzung der mittleren jährlichen Güterflüsse des Wiener Schienengüterverkehrs für nur die in Wien gefahrenen Wege sind in Tabelle Anhang I-38 dargestellt.

Folgende Annahmen wurden dabei getroffen:

Anteil der in Wien gefahrenen Strecke: 10%-20% (die durchschnittliche Transportstrecke pro beförderte Tonne über die Schiene beträgt in Österreich ca. 200 km [Herry, 1994]). Mittels dieser Annahme wurden die innerhalb unserer gewählten Systemgrenzen relevanten Güterflüsse bestimmt:

Tabelle Anhang I-38: Mittlere jährliche Güterflüsse des Wiener Schienengüterverkehrs für nur die in Wien gefahrenen Wege

Güter	Güterfluß des Wiener Güterverkehrs	Güterfluß des Wiener Güterverkehrs für nur in Wien gefahrenen Wege
Brennstoff:	25.500 t Brennstoff / Jahr	2.550-5.100 t/a
Luft:	405.000 t Luft / Jahr	40.500-81.000 t/a
Abgas:	431.000 t Abgase	43.100-86.200 t/a

Der Vergleich dieser Güterflüsse mit denjenigen für den Straßenverkehr, läßt eine Vernachlässigung in erster Näherung zu.

Anhang II

zum Teilsystem Baumaterialienbilanz

Anhang II.1 Bestimmung des Baumaterialienimportes nach Wien nach der Baustatistik (Teil 1)	39
Anhang II.2 Bestimmung des Baumaterialienimportes nach Wien über den Güterverkehr innerhalb Wiens (Teil 2)	44
Anhang II.3 Berechnung der Stoffflüsse und Lager der Baumaterialienbilanz anhand der stofflichen Zusammensetzung von Baurestmassen (Ansatz 1) und im Wiener Boden (Teil 3)	45
Anhang II.4 Abschätzung des Stoffimportes in den Baumaterialien mittels Stoffkonzentrationen einzelner Importgüter (Ansatz 2) (Teil 4)	46
Anhang II.5 Abschätzung des Bleilagers und des Bleioutputs anhand einzelner Anwendungsgebiete (Teil 5)	49

Liste der Tabellen

Tabelle II-1: Einsatz an Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten für 1991 der Bauindustrie und des Baugewerbes mit Sitz in Österreich bzw. Wien auf Grundlage der Baustatistik. Tabelle nach einer Vorlage aus [Glenck et al., 1996].	42
Tabelle II-2.: Berechnung und Ergebnisse der Stoffflüsse und Lager der Baumaterialienbilanz auf Basis der Stoffkonzentrationen in Baurestmassen und im Wiener Boden.	45
Tabelle II-3: Kohlenstoffimport in Baumaterialien.	46
Tabelle II-4: Stickstoffimport in Baumaterialien.	47
Tabelle II-5: Bleiimport in Baumaterialien.	47
Tabelle II-6: Berechnung der Bleimenge der Gasversorgung	49
Tabelle II-7: Blei in der Wasserversorgung im privaten Bereich nach [Fischer et al., 1994]	50
Tabelle II-8: Blei in der Wasserversorgung im privaten Bereich außerhalb der Wohnung	50
Tabelle II-9: Blei in der Wasserversorgung für Hausanschlüsse	50
Tabelle II-10: Blei in der Abwasserentsorgung im privaten Bereich nach [Holper et al, 1995]	51
Tabelle II-11: Blei in Fernmeldeaußenkabeln nach [Hallwirth et al., 1995]	51
Tabelle II-12: Bleilager in den Baumaterialien	52

Anhang II.1 Bestimmung des Baumaterialienimportes nach Wien nach der Baustatistik (Teil 1)

Das österreichische statistische Zentralamt (ÖSTAT) führt jährlich die **Baustatistik**. Die Ergebnisse von 1991 wurden in 2 Berichten, Baustatistik 1. Teil und Baustatistik 2. Teil veröffentlicht [ÖSTAT, 1992 und ÖSTAT, 1993].

In der **Baustatistik 1991, 2.Teil** wurde der Einsatz von Brenn-, Treibstoffen und elektrischer Energie, von Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten, einer Reihe von monetären Größen u. a. m. der Unternehmen und ARGEN des Hoch- und Tiefbaus erfaßt. Nicht in der Statistik erfaßt sind beispielsweise die Leistungen von Bauhöfen der Gemeinden (auch Straßenmeistereien), Eigenleistungen der Bundesbetriebe (wie die ÖBB) und die mit betriebseigenen Arbeitskräften erbrachten Bauleistungen branchenfremder Unternehmen. Die Erhebung erfolgte in jenem Bundesland, in dem sich der Sitz des Unternehmens (und nicht der Ort der Bauleistungen) befand.

Unter dem Einsatz von Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten waren jene Güter aufgelistet, die im Produktionsprozeß verwendet wurden (auch bezogene Fertigwaren, die mitverbaut wurden) sowie Büro- und Verpackungsmaterial und sonstige Betriebsstoffe.

Für das **Baugewerbe** wurden folgende Güter **wertmäßig** erhoben:

- Sand, Kies und Schotter
- Bituminöses Straßenbaumischgut (Asphalt)
- Transportbeton (Zukauf)
- Zement
- Betonsteinerz
- Bau- u. Schalungsholz
- Kalk, gebrannt
- Sonstige Zuschlagstoffe
- Baustahl
- Holzwaren
- Natursteine
- Stahl- u. Metallfenster, -türen, Bauteile aus Stahl und Aluminium
- Faserzement- u. Leichtbauplatten aller Art
- Sonstige Stahl- und Metallmaterialien, Verbindungsmittel
- Gips, gebrannt
- Keramische Produkte
- Kunststoffprodukte
- Sonstige Chemikalien
- Büromaterial aller Art
- Elektromaterial aller Art
- Schutz- u. Arbeitskleidung

Für die **Bauindustrie** wurden folgende Güter **wert- und mengenmäßig** erhoben:

- Bituminöses Straßenbaumischgut (Asphalt)
- Sand, Kies und Schotter
- Verbrauch von diversen Wassern
- Transportbeton (Zukauf)
- Betonsteinerz
- Zement
- Gips, gebrannt
- Sonstige Zuschlagstoffe
- Baustahl
- Natursteine
- Bau- u. Schalungsholz
- Kalk, gebrannt
- Schlacke
- Sonstige Stahl- und Metallmaterialien, Verbindungsmittel
- Leicht- und Porenbetonsteine
- Walzmaterial aus Stahl
- Stahl- u. Metallfenster, -türen, Bauteile aus Stahl und Aluminium
- Holzwaren
- Kunststoffprodukte
- Keramische Produkte
- Faserzement- u. Leichtbauplatten aller Art
- Sonstige Chemikalien
- Schmieröle- und -fette
- Sprengstoffe
- Maschinen- und Geräte-Ersatzteile, ohne Bereifung
- Sonstige Hilfsstoffe
- Büromaterial aller Art
- Fahrzeug- und Laderreifen
- Elektromaterial aller Art
- KFZ-Bestand und Ersatzteile, ohne Bereifung
- Glas und Glaswaren
- Schutz- u. Arbeitskleidung
- sprengkräftige Zünder, incl. Sprengkapseln
- detonierende Züandschnüre
- Sonstige Züandschnüre
- Fassadenverkleidungen aus Stahl und NE-Metallen

In Tabelle Anhang II-1 ist der Einsatz an Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten der Bauindustrie und des Baugewerbes in Summe dargestellt. Die Tabelle wurde nach einer Vorlage aus [Glenck et. al., 1996] übernommen und für Wien adaptiert. Jene Wertangaben die sowohl in der Bauindustrie als auch im Baugewerbe erhoben wurden, wurden zusammengezählt und in die Tabelle (Spalte D für Wien und Spalte K für Österreich) eingegeben. Jene Wertangaben die ausschließlich in der Bauindustrie erhoben wurden (Güter der Zeilen 3, 15, 18, 22, 23, 24, 25, 29, 30 und 31) mußten für das Baugewerbe abgeschätzt werden. Aus der Baustatistik 1991, 1. Teil ist zu entnehmen, daß 1991 an Roh-, Hilfsstoffen

und Halbfabrikaten österreichweit das Baugewerbe 16,7 Mrd. S und die Bauindustrie 9,6 Mrd. S verbaute, also das Baugewerbe um etwa das 1,7fache überwiegt. Ein Vergleich jener Güter, die für Wien sowohl in Baugewerbe als auch in Bauindustrie wertmäßig erhoben wurden zeigt jedoch, daß im Bundesland Wien die Bauindustrie in der Regel etwa 2/3 mehr verrechnete als das Baugewerbe. Aus diesem Grund wurden jene wertmäßigen Erhebungen der Bauindustrie in den Zeilen 3, 15, 18, 22, 23, 24, 25, 29, 30 und 31 zur Berücksichtigung des Baugewerbes für Wien mit 1,6 und für Österreich mit 2,7 multipliziert.

Die Spalte E bzw. L „Wert/Mengeneinheit“ setzt sich folgendermaßen zusammen: Aus den Wert- und Mengenangaben der Bauindustrie für Wien und Österreich wurden durch Division die spezifischen ‘Wertangaben pro Mengeneinheit’ errechnet und für Wien in Spalte E und für Österreich in Spalte L eingetragen. Durch fehlende Mengenangaben in den Erhebungen der Bauindustrie konnte nicht für alle Güter der Schlüssel ‘Wertangaben pro Mengeneinheit’ errechnet werden. Die fehlenden ‘Wertangaben pro Mengeneinheit’ waren in der Vorlage von [Glenck et. al 1996] enthalten (zur Kennzeichnung dieser Wertangaben wurden sie in der Spalte E bzw. L kursiv geschrieben). Mit diesen ermittelten Schlüsseln aus der Bauindustrie wurden die Wertangaben des Baugewerbes in Mengeneinheiten umgerechnet, mit den Mengenangaben der Bauindustrie zusammengezählt und in Spalte C für Wien und in Spalte J für Österreich eingetragen. Für jene Güter, für die keine mengenmäßige Relevanz erwartet wurde (Güter der Zeilen 24 bis 32), wurde auf eine Umrechnung von einer wert- in eine mengenmäßige Größe verzichtet, die Wert/Mengeneinheiten sind deshalb durch ##### gekennzeichnet.

In der Tabelle Anhang II-1 wurden die Wiener Erhebungen mit denen für gesamt Österreich verglichen. Etwa 20 % der österreichischen Bevölkerung lebt in Wien. Der Anteil der Wiener Bauleistung an der Gesamtbauleistung Österreichs (Spalte I) liegt im Schnitt bei 23 % (13 und 40 %).

Wie bereits erläutert beinhalten die Erhebungen nach der Baustatistik für das System „Anthroposphäre Wien“ die große Unsicherheit in der regionalen Gliederung, da sich die oben verwendeten Daten nach dem Sitz des Unternehmens (der Arbeitsgemeinschaft) und nicht nach der tatsächlich verbauten Masse innerhalb Wiens orientiert. Die Gegenüberstellung der Mengen in Kilogramm pro Einwohner und Jahr für Wien lagen in der selben Größenordnung wie die für Österreich. Für Österreich selbst wurde dabei vorausgesetzt, daß alle erhobenen Mengen in Österreich verbaut wurden. (Weitere Vergleiche: Wertangaben in Prozent der einzelnen Güter am Gesamtwert (Spalte G mit N) und Mengenangaben in Prozent der einzelnen Güter am Gesamtinput (Spalte H mit O).

Tabelle Anhang II-1: Einsatz an Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten für 1991 der Bauindustrie und des Baugewerbes mit Sitz in Österreich bzw. Wien auf Grundlage der Baustatistik. Tabelle nach einer Vorlage aus [Glenck et al., 1996].

Güter	Österreich					
	Menge in t/a	Wert in 1000 ÖS	Wert/Menge-einheit	Menge in kg / Ea	Anteil Wert in %	Anteil Menge in %
Sand, Kies und Schotter	38.345.834	2.986.757	77,89	4.918,65	10,7 %	50,0 %
Transportbeton (Zukauf)	19.077.955	5.420.810	284,14	2.447,15	19,3 %	24,9 %
Verbrauch von diversen Wassern	8.982.521	43.475	4,84	1.152,20	0,2 %	11,7 %
Bituminöses Straßenbaumischgut	4.567.768	2.283.884	500,00	585,91	8,1 %	6,0 %
Zement	1.927.114	1.820.814	944,84	247,19	6,5 %	2,5 %
Betonsteinerz	1.249.232	2.327.470	1.863,12	160,24	8,3 %	1,6 %
Sonstige Zuschlagstoffe	626.484	279.136	445,56	80,36	1,0 %	0,8 %
Baustahl	489.015	3.721.157	7.609,50	62,73	13,3 %	0,6 %
Bau- u. Schalungsholz	400.591	1.047.101	2.613,89	51,38	3,7 %	0,5 %
Kalk, gebrannt	379.494	431.709	1.137,59	48,68	1,5 %	0,5 %
Gips, gebrannt	131.447	84.873	645,68	16,86	0,3 %	0,2 %
Natursteine	129.168	377.921	2.925,80	16,57	1,3 %	0,2 %
Sonstige Stahl- und Metallmaterialien, Verbindungsmittel	63.178	631.784	10.000,00	8,10	2,3 %	0,1 %
Holzwaren	94.388	258.813	2.742,00	12,11	0,9 %	0,1 %
Leicht- und Porenbetonsteine	41.920	83.840	2.000,00	5,38	0,3 %	0,1 %
Faserzement- u. Leichtbauplatten aller Art	55.766	446.124	8.000,00	7,15	1,6 %	0,1 %
Stahl- u. Metallfenster, -türen, Bauteile aus Stahl und Aluminium	35.252	352.520	10.000,00	4,52	1,3 %	0,0 %
Walzmaterial aus Stahl	27.665	276.653	10.000,00	3,55	1,0 %	0,0 %
Kunststoffprodukte	15.712	628.484	40.000,00	2,02	2,2 %	0,0 %
Keramische Produkte	14.508	1.305.698	90.000,00	1,86	4,7 %	0,0 %
Sonstige Chemikalien	3.830	382.973	100.000,00	0,49	1,4 %	0,0 %
Sprengstoffe	5.362	97.322	18.149,55	0,69	0,3 %	0,0 %
Schmieröle- und -fette	2.781	61.889	22.254,37	0,36	0,2 %	0,0 %
Sonstige Hilfsstoffe	0	1.160.212	1.000.000.000,00	0,00	4,1 %	0,0 %
Maschinen- und Geräte-Ersatzteile	0	864.216	1.000.000.000,00	0,00	3,1 %	0,0 %
Büromaterial aller Art	0	240.672	1.000.000.000,00	0,00	0,9 %	0,0 %
Elektromaterial aller Art	0	172.671	1.000.000.000,00	0,00	0,6 %	0,0 %
Schutzkleidung	0	81.767	1.000.000.000,00	0,00	0,3 %	0,0 %
KFZ-Bestand und Ersatzteile	0	66.204	1.000.000.000,00	0,00	0,2 %	0,0 %
Fahrzeug- und Ladereifen	0	84.548	1.000.000.000,00	0,00	0,3 %	0,0 %
Glas und Glaswaren	0	20.258	1.000.000.000,00	0,00	0,1 %	0,0 %
Fassadenverkleidungen aus Stahl und NE-Metallen	0	162	1.000.000.000,00	0,00	0,0 %	0,0 %
Insgesamt	76.666.985	28.041.917	366	9.834	100,0 %	100,0 %

Güter	WIEN							
	Mengen- einheit	Menge in t/a	Wert in 1000 ÖS	Wert/Menge-einheit	Menge in kg /Ea	Anteil Wert in %	Anteil Menge in %	Anteil Österreich in %Menge
Sand, Kies und Schotter	t	7.550.561	612.124	81,07	4.902,96	8,5 %	42,7 %	20 %
Transportbeton (Zukauf)	t	5.835.331	1.638.094	280,72	3.789,18	22,8 %	33,0 %	31 %
Verbrauch von diversen Wassern	t	1.627.143	7.290	4,48	1.056,59	0,1 %	9,2 %	18 %
Bituminöses Straßenbaumischgut	t	1.447.750	723.875	500,00	940,10	10,1 %	8,2 %	32 %
Zement	t	298.755	284.352	951,79	194,00	4,0 %	1,7 %	16 %
Betonsteinerz	t	294.734	554.189	1.880,30	191,39	7,7 %	1,7 %	24 %
Sonstige Zuschlagstoffe	t	212.513	94.764	445,92	138,00	1,3 %	1,2 %	34 %
Baustahl	t	142.247	1.051.660	7.393,18	92,37	14,6 %	0,8 %	29 %
Bau- u. Schalungsholz	t	91.059	235.912	2.590,75	59,13	3,3 %	0,5 %	23 %
Kalk, gebrannt	t	47.696	52.388	1.098,38	30,97	0,7 %	0,3 %	13 %
Gips, gebrannt	t	31.382	18.839	600,31	20,38	0,3 %	0,2 %	24 %
Natursteine	t	30.236	82.911	2.742,10	19,63	1,2 %	0,2 %	23 %
Sonstige Stahl- und Metallmaterialien, Verbindungsmitel	t	23.016	230.160	10.000,00	14,95	3,2 %	0,1 %	36 %
Holzwaren	t	22.895	62.777	2.742,00	14,87	0,9 %	0,1 %	24 %
Leicht- und Porenbetonsteine	t	13.177	26.354	2.000,00	8,56	0,4 %	0,1 %	31 %
Faserzement- u. Leichtbauplatten aller Art	t	11.999	95.993	8.000,00	7,79	1,3 %	0,1 %	22 %
Stahl- u. Metallfenster, - türen, Bauteile aus Stahl und Aluminium	t	7.939	79.387	10.000,00	5,16	1,1 %	0,0 %	23 %
Walzmaterial aus Stahl	t	4.698	46.979	10.000,00	3,05	0,7 %	0,0 %	17 %
Kunststoffprodukte	t	2.747	109.889	40.000,00	1,78	1,5 %	0,0 %	17 %
Keramische Produkte	t	1.871	168.418	90.000,00	1,22	2,3 %	0,0 %	13 %
Sonstige Chemikalien	t	1.271	127.055	100.000,00	0,83	1,8 %	0,0 %	33 %
Sprengstoffe	t	824	14.827	17.997,67	0,53	0,2 %	0,0 %	15 %
Schmieröle- und -fette	t	624	13.730	22.019,50	0,40	0,2 %	0,0 %	22 %
Sonstige Hilfsstoffe	t	0	423.550	1.000.000.000.000,00	0,00	5,9 %	0,0 %	37 %
Maschinen- und Geräte- Ersatzteile	t	0	215.290	1.000.000.000.000,00	0,00	3,0 %	0,0 %	25 %
Büromaterial aller Art	t	0	96.997	1.000.000.000.000,00	0,00	1,3 %	0,0 %	40 %
Elektromaterial aller Art	t	0	48.312	1.000.000.000.000,00	0,00	0,7 %	0,0 %	28 %
Schutzkleidung	t	0	25.877	1.000.000.000.000,00	0,00	0,4 %	0,0 %	32 %
KFZ-Bestand und Ersatzteile	t	0	21.573	1.000.000.000.000,00	0,00	0,3 %	0,0 %	33 %
Fahrzeug- und Ladereifen	t	0	17.435	1.000.000.000.000,00	0,00	0,2 %	0,0 %	21 %
Glas und Glaswaren	t	0	7.891	1.000.000.000.000,00	0,00	0,1 %	0,0 %	39 %
Fassadenverkleidungen aus Stahl und NE-Metallen	t	0	0	1.000.000.000.000,00	0,00	0,0 %	0,0 %	0 %
Insgesamt		17.700.468	7.188.891	406	11.494	100,0 %	100,0 %	23 %

Anhang II.2 Bestimmung des Baumaterialienimportes nach Wien über den Güterverkehr innerhalb Wiens (Teil 2)

In einer Studie der österreichischen Raumordnungskonferenz [Herry, 1994] wurde der Güterverkehr in Österreich untersucht. Es wurde unter anderem der Gütertransport an mineralischen Rohstoffen und Baumaterialien in Österreich erhoben. Demnach wurden in Österreich 100 Mio. Tonnen an mineralischen Rohstoffen und Baumaterialien transportiert. Das entspricht 12.500 kg/Österreicher und Jahr. Der Gütertransport an mineralischen Rohstoffen und Baumaterialien in Wien ist wie folgt aufgeschlüsselt:

Binnenverkehr: Ein- und Ausladeort liegt in Wien.

Quellverkehr: Der Einladeort liegt in Wien, der Ausladeort außerhalb von Wien.

Zielverkehr: Der Ausladeort liegt in Wien, der Einladeort außerhalb von Wien.

Die tatsächlich in Wien verbliebene Menge ergab sich nach diesen Erhebungen zu

	transportierte Gütermenge in t durch Binnenverkehr	6,04 Mio. t
+	transportierte Gütermenge in t durch Zielverkehr	+4,41 Mio. t
-	transportierte Gütermenge in t durch Quellverkehr	- 2,70 Mio. t
	-----	-----
Σ	Mineralische Rohstoffe und Baumaterialien	7,75 Mio.t

Die Daten beziehen sich ausschließlich auf den Gütertransport der Straße, die geringen Mengen die über Bahnverkehr transportiert wurden, wurden vernachlässigt. Es ist zum Zeitpunkt noch nicht klar, ob in den transportierten Mengen die Baurestmassen enthalten sind. Unter der Annahme, daß in den mineralischen Rohstoffen und Baumaterialien die Baurestmassen nicht enthalten waren, wurde für die weitere Berechnung angenommen, daß diese Menge die für Wien verbauten Baumaterialien darstellen. Die 7,75 Mio. t entsprechen 5.000 kg/Wiener und Jahr.

Anhang II.3 Berechnung der Stoffflüsse und Lager der Baumaterialienbilanz anhand der stofflichen Zusammensetzung von Baurestmassen (Ansatz 1) und im Wiener Boden (Teil 3)

Mit Stoffkonzentrationen von Baurestmassen [Brunner & Stämpfli, 1989] und den im Bericht ermittelten Stoffkonzentrationen für den Bodenaushub wurde durch Multiplikation mit den Güterflüssen und dem Güterlager der Baumaterialienbilanz die Stoffbilanz für Kohlenstoff (C), Stickstoff (N) und Blei (Pb) des Teilsystems „Baumaterialien“ erstellt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle Anhang II-2.: Berechnung und Ergebnisse der Stoffflüsse und Lager der Baumaterialienbilanz auf Basis der Stoffkonzentrationen in Baurestmassen und im Wiener Boden.

	C-Konz mg/kg	N-Konz mg/kg	Pb-Konz mg/kg	min Mengen 1.000 t	max Mengen 1.000 t	C-min t	C-max t	N-min t	N-max t	Pb-min t	Pb-max t
Baumaterialienflüsse											
Baumaterialieninput	93.000	1.100	630	7.700	16.000	716.100	1.488.000	8.470	17.600	4.851	10.080
Bauwerke IGD	93.000	1.100	630	5.700	14.000	530.100	1.302.000	6.270	15.400	3.591	8.820
Bauwerke PHH	93.000	1.100	630	2.000	2.000	186.000	186.000	2.200	2.200	1.260	1.260
U+A-Einheiten IGD	93.000	1.100	630	1.600	2.000	148.800	186.000	1.760	2.200	1.008	1.260
U+A-Einheiten PHH	93.000	1.100	630	600	600	55.800	55.800	660	660	378	378
Lager											
Lagerzuwachs PHH	93.000	1.100	630	1.400	1.400	130.200	130.200	1.540	1.540	882	882
Lagergröße PHH	93.000	1.100	630	214.000	214.000	19.902.000	19.902.000	235.400	235.400	134.820	134.820
Lagerzuwachs IGD	93.000	1.100	630	3.700	12.400	344.100	1.153.200	4.070	13.640	2.331	7.812
Lagergröße IGD	93.000	1.100	630	273.000	273.000	25.389.000	25.389.000	300.300	300.300	171.990	171.990
Baurestmassen (ohne Boden)											
Baurestmassen II H&TB	93.000	1.100	630	2.200	2.600	204.600	241.800	2.420	2.860	1.386	1.638
Baurestmassen (Dep)	93.000	1.100	630	600	700	55.800	65.100	660	770	378	441
Baurestmassen (Export)	93.000	1.100	630	1.600	1.900	148.800	176.700	1.760	2.090	1.008	1.197
Boden											
Bodenmaterial (Import)	2.150	200	30	4.000	4.600	8.600	9.890	800	920	120	138
Bodenaushub (Bio-Export)	2.150	200	30	700	700	1.505	1.505	140	140	21	21
Bodenaushub	2.150	200	30	3.300	3.900	7.095	8.385	660	780	99	117
Bodenaushub (Dep)	2.150	200	30	1.000	1.200	2.150	2.580	200	240	30	36
Bodenaushub (Export)	2.150	200	30	2.300	2.700	4.945	5.805	460	540	69	81
Summe - Entsorgung											
Bodenaushub				3.300	3.900	7.095	8.385	660	780	99	117
Baurestmassen II H&TB				2.200	2.600	204.600	241.800	2.420	2.860	1.386	1.638
Baurestmassen				1.600	1.900	57.950	67.680	860	1.010	408	477
Baurestmassen Export				3.900	4.600	153.745	182.505	2.220	2.630	1.077	1.278

Anhang II.4 Abschätzung des Stoffimportes in den Baumaterialien mittels Stoffkonzentrationen einzelner Importgüter (Ansatz 2) (Teil 4)

Die in der Baustatistik [ÖSTAT, 1993] angegebenen Güter wurden zu Gütergruppen zusammengefaßt. Mittels Stoffkonzentrationen aus der Literatur und eigenen Abschätzungen dieser einzelnen Gütergruppen wurde der Stoffimport durch die Baumaterialien abgeschätzt. Die Minimal- und Maximalwerte ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Angaben aus der Literatur, der eigenen Annahme und der Abschätzungen.

Kohlenstoff:

Tabelle Anhang II-3: Kohlenstoffimport in Baumaterialien.

Güterimport	Menge in t/a	C-Konz. in mg/kg (min.)	Lit.	C-Konz. in mg/kg (max.)	Lit.	C-Fluß in t (min.)	C-Fluß in t (max.)
Beton	8.530.000	20.000	M1	136.000	L1	170.600	1.160.080
Sand, Kies und Schotter	5.665.000	20.000	M1	136.000	A1	113.300	770.440
Bituminöses Straßenbaumischgut	1.450.000	72.000	L1	168.000	L1	104.400	243.600
Stahlprodukte	180.000	10.000	L2	20.000	L2	1.800	3.600
Holzprodukte	115.000	290.000	L1	500.000	L3	33.350	57.500
Kunststoffprodukte	3.000	500.000	A2	800.000	A2	1.500	2.400
Rest	57.000	0	A3	1.000.000	A3	0	57.000
SUMME	16.000.000					424.950	2.294.620

A..... Annahmen

L..... Literatur

M..... schriftliche und mündliche Mitteilungen

- M1: Geologische Bundesanstalt (1996)
 der in Wien verwendete Schotter hat Glühverluste zwischen 7 und 46 %, vom Glühverlust sind 85 - 90 % CO₂, das sind etwa zwischen 6 und 40 % CO₂ im Schotter etwa 30 % von CO₂ sind C d.h. 2 - 12 % Kohlenstoff ist im Schotter (20.000 - 120.000 mgC/kg).
- L1: BMfUJF & BMfLF (1991), Teil 2, Tabelle 8.
- A1: Annahme: Kohlenstoffkonzentration für Beton (L1) gilt auch für Sand, Kies und Schotter, nach L1 hat Zement kaum C (0,5%).
- L2: Bargel & Schulze (1983), Seite 148.
- L3: UBA (1995), S-Nr. 17202, Seite 2.
- A2: Annahme nach Fehringer (1996): Kohlenstoffgehalt in Kunststoffe zw. 50 und 80 %.
- A3: C-Gehalt nicht bekannt
 Annahme: C-Gehalt dieser Fraktion zwischen 0 - 100 %, hat keinen wesentlichen Einfluß auf Ergebnis.

Stickstoff:

Tabelle Anhang II-4: Stickstoffimport in Baumaterialien.

Güterinput	Menge in t/a	N-Konz. in mg/kg (min.)	Lit.	N-Konz. in mg/kg (max.)	Lit.	N-Fluß in t (min.)	N-Fluß in t (max.)
Beton	8.530.000	20	A1	20	A1	171	171
Sand, Kies und Schotter	5.665.000	20	A1	20	A1	113	113
Bituminöses Straßenbaumischgut	1.450.000	200	M1	350	M1	290	508
Stahlprodukte	180.000	0	A2	0	A2	0	0
Holzprodukte	115.000	700	L1	5.000	L1	81	575
Kunststoffprodukte	3.000	0	A3	670.000	A4	0	2.010
Rest	57.000	10.000	A5	20.000	A5	570	1.140
SUMME	16.000.000					1.224	4.516

A..... Annahmen

L..... Literatur

M..... schriftliche und mündliche Mitteilungen

A1: Annahme: durchschnittlicher Stickstoffgehalt der Erdkruste, Wert entnommen aus [Brunner & Stämpfli, 1991].

M1: OMV (1996).
4 - 7 % Bitumen im Asphalt
0,5% N im Bitumen
ergibt: 0,02 - 0,035 % N im Asphalt.

A2: eigene Annahme: N-Gehalte von Stahlprodukten vernachlässigbar.

L1: Kaas T. et. al (1994), Anhang F.

A3: für untere Grenze 0 % eingesetzt.

A4: eigene Berechnung: Summenformel Melamin C₃H₆N₆, N-Gehalt von 84/126= 67%.

A5: eigene Abschätzung 1-2 % N-Gehalt in der restl. Fraktion.

Blei:

Tabelle Anhang II-5: Bleiimport in Baumaterialien.

Güterinput	Menge in t/a	Pb-Konz. in mg/kg (min.)	Lit.	Pb-Konz. in mg/kg (max.)	Lit.	Pb-Fluß in t (min.)	Pb-Fluß in t (max.)
Beton	8.530.000	5	L1	50	L1	43	427
Sand, Kies und Schotter	5.665.000	1	L1	50	L1	6	283
Bituminöses Straßenbaumischgut	1.450.000	5	L1	20	L1	7	29
Stahlprodukte	180.000	10	L1	1.000	L1	2	180
Holzprodukte	115.000	5	L1	20	L1	1	2
Kunststoffprodukte	3.000	280	L2	1.300	L2	0	4
Rest	57.000	n.a.	-	n.a.	-	0	0
SUMME	16.000.000					59	925

A..... Annahmen

L..... Literatur

M..... schriftliche und mündliche Mitteilungen

n.a..... nicht abgeschätzt

- L1: BMFUJF & BMFLF (1991), Teil 3, Tabelle B.15.
L2: Ergebnis einer Hausmüllanalyse der TU-Berlin (ARGUS) entnommen aus
Giegrich J. (1993), Seite 210.

Anhang II.5 Abschätzung des Bleilagers und des Bleioutputs anhand einzelner Anwendungsgebiete (Teil 5)

Zur Kontrolle der Größe des Lagers und des Outputs von Blei im Bauwesen (vergl. Anhang II, Teil 3, Ansatz 1) wurden einige Bleianwendungsgebiete in denen der höchste Anteil zu erwarten war untersucht. In einigen Bereichen konnten größere Lager identifiziert werden, in anderen Anwendungsgebieten waren die Lager gering. Einige Einsatzgebiete konnten aus Zeitgründen und wegen der schwer verfügbaren Datenlage (Zeitreihen) nicht abgeschätzt werden (Einsatz in Farben, Lacken, etc..).

Berechnung des Bleilagers und des Bleioutputs von Bauwerken in Wien

Bleianwendung in der Gasversorgung

Die folgenden Angaben wurden von den Wiener Stadtwerken - Wiengas (1995) erhalten. In der Vergangenheit wurden Gaszähler mittels Bleirohrverbindungen in die Rohrleitungen eingebaut. Nach Schätzungen sind noch ca. 93.600 Zähler mit Bleirohrverbindungen im Versorgungsgebiet der Stadtwerke installiert. Im Durchschnitt ist mit ca. 3 kg Blei pro Zähler zu rechnen. Jährlich werden etwa 12.- bis 14.000 Stück von den Stadtwerken ausgebaut und das anfallende Altblei an den Altmetallhandel verkauft. In etwa 8 Jahren soll der Austausch abgeschlossen sein. Bleirohre wurden in den Gasinstallationen nicht verwendet.

Tabelle Anhang II-6: Berechnung der Bleimenge der Gasversorgung

	Stück	Gewicht	Ergebnis
Output pro Jahr	13.000	3 kg/Stück	40 t/a
Lager	93.600	3 kg/Stück	280 t

Bleianwendung in der Wasserversorgung im privaten Bereich

Anwendung innerhalb der Wohnung

Die Verwendung von Bleitrinkwasserleitungen wurde in der Seminararbeit 'Leitungsnetz Wasser im privaten Bereich' von [Fischer et al., 1995] behandelt. Der in der Arbeit gewählte Weg zur Erfassung der Bleitrinkwasserrohrleitungen im privaten Bereich stützt sich auf einen Rückschluß des derzeitigen Leitungsbestandes durch die qualitative und quantitative Veränderung der Wiener Wohnungssituation. In allen Wiener Wohnungen wurden bis Mitte der 70er Jahre Bleirohre verlegt. Die durchschnittliche Länge dieser verlegten Rohre beträgt ca. 3 bis 5 Laufmeter je Wohnung. Ein Großteil der sanitären Anlagen befindet sich zusätzlich am Gang und ist in dieser Schätzung nicht enthalten.

Tabelle Anhang II-7: Blei in der Wasserversorgung im privaten Bereich nach [Fischer et al., 1994]

	Länge in lfm	Gewicht	Ergebnis
Output pro Jahr	14.000	5 kg/ lfm	70 t/a
Lager	4 Mio.	5 kg/ lfm	20.000 t

Anwendung außerhalb der Wohnung

In Anlehnung an die Arbeit von Fischer et. al (1995) wurde die Menge an Bleirohrleitungen, die sich zwischen Wasserzähler und Wohnung befindet abgeschätzt. Die Länge dieser Leitung (Kellerleitungen - Steigleitungen - Verteilerleitungen bis zur Wohnung) wurde je Wohnung mit durchschnittlich 6 lfm Leitung angenommen. Mit den Berechnungsgrundlagen von [Fischer et al., 1995] wurden folgende Ergebnisse erhalten.

Tabelle Anhang II-8: Blei in der Wasserversorgung im privaten Bereich außerhalb der Wohnung

	Länge in lfm	Gewicht	Ergebnis
Output pro Jahr	14.500	5 kg/ lfm	73 t/a
Lager	4,8 Mio.	5 kg/ lfm	24.000 t

Anwendung für Hausanschluß:

Nach Angaben der Wiener Wasserwerke (1995) ergab sich folgende Bleimenge für die Verbindungen zwischen dem Trinkwasser-Rohrnetz und der Inneninstallation der Liegenschaften (meistens Gebäude - Wasserzähler).

1995 bestanden in Wien noch etwa 24.000 Hausanschlüsse aus Bleirohren. Bei einer durchschnittlichen Länge von 5 m ergibt dies ca. 120.000 m. Dazu kommen noch Bleirohre , welche bereits totgelegt und nicht aus dem Erdboden entfernt wurden. Diese Menge kann die MA 31 nicht abschätzen. Jährlich werden von der MA 31 Bleirohre in einer Gesamtlänge von etwa 2.200 m aus dem Erdreich ausgegraben und einer weiteren Verwertung zugeführt.

Tabelle Anhang II-9: Blei in der Wasserversorgung für Hausanschlüsse

	Länge in lfm	Gewicht	Ergebnis
Output pro Jahr	2.200	5 kg/lfm	13 t/a
Lager	120.000	5 kg/lfm	600 t

In der Wasserversorgung sind demnach 44.600 t (rund 44.000 t) an Blei gespeichert, der jährliche Output wurde mit 156 t (rund 160 t) abgeschätzt.

Bleianwendung in der Abwasserentsorgung im privaten Bereich

Die Anwendung von Bleirohrleitungen wurde von [Holper et al., 1995] abgeschätzt. Mit Annahmen der Rohrlänge pro Gebäude und den Gebäudebestand für Wien wurden die Rohr-

leitungslängen für den Wiener Abwasserbereich geschätzt. Mit der Annahme des Anteils an Bleiabflußrohren in % wurde der Bleianteil errechnet. Die Ergebnisse aus den Bericht sind in folgender Tabelle ersichtlich.

Tabelle Anhang II-10: Blei in der Abwasserentsorgung im privaten Bereich nach [Holper et al., 1995]

	Länge in lfm	Gewicht	Ergebnis
Output pro Jahr	11.300	6 kg/ lfm	70 t/a
Lager	etwa 7,9 Mio.	6 kg/ lfm	47.400

Bleianwendung in Fernmeldeaußenkabeln

Die Anwendung von Fernmeldeaußenkabeln im Ortsnetz Wien wurde von [Hallwirth et al., 1995] abgeschätzt. Die Ergebnisse sind folgender Tabelle zusammengefaßt. Vorerst folgt eine kurze Erläuterung der Vorgangsweise und Berechnungsgrundlagen dieser Studie.

Detaillierte Wiener Daten wurden von der Postdirektion (Abteilung für Außenbau) aus Datenschutzgründen nicht weitergegeben. Die Abteilung für Außenbau der Direktion in OÖ und Salzburg stellte Daten über Kabeltyp, Länge Bestand, Länge Abgang und Länge Zugang zur Verfügung. Diese Daten wurden durch die Wandstärke des Bleimantels ergänzt. Diese Daten lieferten die Bleimengen für die Stadt Linz und wurden im Anschluß auf die Stadt Wien umgelegt. Die Umrechnung erfolgte über die bekannten Kabelgesamtlängen beider Städte. Eine weitere Abschätzung konnte mit Auskunft des Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Generaldirektion für die Post- und Telegraphenverwaltung geführt werden.

Tabelle Anhang II-11: Blei in Fernmeldeaußenkabeln nach [Hallwirth et al., 1995]

	Umrechnung v. Linz auf Wien	Info der Post- u. Tele.verwalt.
Output pro Jahr	130 t	-
Lager	13.500 t	65.000 t

Die beiden Erhebungen weisen eine große Differenz auf. Die Autoren der Studie nehmen an, daß die Erhebungen der Generaldirektion für die Post- und Telegraphenverwaltung nur grobe Schätzungen waren, weiters ging aus Ihren Datensätzen nicht hervor, ob die Wählämter in Linz mitgerechnet wurden.

Bleilager in den Baumaterialien:

In Summe beträgt das Lager an Baumaterialien in Wien nach der Abschätzung der Güterbilanz 487 Mio. Tonnen. Dieses Lager besteht zum überwiegenden Teil aus mineralischen Komponenten. Die Bleilagerabschätzung in Baumaterialien wird mit der Konzentration aus Tabelle II-5 für Beton von 5 - 50 mg Pb/kg Beton geführt.

Tabelle Anhang II-12: Bleilager in den Baumaterialien

	Menge in Mio. t	Pb-Konz. in mg/kg (min.)	Pb-Konz. in mg/kg (max.)	Pb-Lager in t (min.)	Pb-Lager in t (max.)
Lager	487	5	50	2.500	25.000

Literatur:

Bargel H. J. & Schulze G. (1983), Werkstoffkunde, VDI-Verlag, Düsseldorf.

Fehring R (1996), Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien.

Fehring R. & Brunner P.H. (1996), Kunststoffflüsse und die Möglichkeiten der Wiederverwertung von Kunststoffen in Österreich, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien, (in Vorbereitung).

Fischer R., Heim A., Radner I. & Turanicz A. (1995), Leitungsnetz Wasser im privaten Bereich, Seminararbeit aus Abfallwirtschaft I, Wintersemester 1994/95, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.

Giegrich J., Mampel U., Franke B., Müller F. & Knappe F. (1993), Eintrag organischer und anorganischer Schadstoffe in den Abfall über Produkte, ifeu: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg.

Hallwirth O., Lang A., Mutschlechner P. & Reitinger M. (1995), Bestand, Input und Output von Fernmeldeaußenkabeln im Ortsnetz 0222 Wien, Seminararbeit aus Abfallwirtschaft I, Wintersemester 1994/95, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.

Holper B., Sinkovits G., Hnik R. & Tanko L. (1995), Abwasserleitungen im privaten Bereich, Seminararbeit aus Abfallwirtschaft I, Wintersemester 1994/95, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.

OMV (1996), telefonische Auskunft.

Wiener Wasserwerke (1995), MA 31, schriftliche Auskunft, (Dipl.-Ing. Laaha), Wien

Wiener Stadtwerke - Wiengas (1995), schriftliche und telefonische Auskunft (Mag. Wittmann), Wien.

Zusätzlich siehe Literaturverzeichnis im Hauptbericht.

Anhang III

zum Teilsystem Wasserbilanz

Für dieses Teilsystem wurde kein Anhang benötigt. Aber um die Nummerierung nicht ändern zu müssen, wurde dieses Kapitel im Anhang belassen.

Anhang IV

zum Teilsystem Produktions- und Konsumgüterbilanz

Liste der Tabellen:

Tabelle IV-1:	Bestand und Neuzulassungen von Pkws in Wien [MA66, 1994]	58
Tabelle IV-2:	Bestand und Neuzulassungen von LKW's in Wien [MA66, 1994]	58
Tabelle IV-3:	Güter- und Stoffflüsse durch Österreichische Privathaushalte lt. [Beschorner, 1996]	59
Tabelle IV-4:	Güter- und Stoffflüsse durch Schweizer Privathaushalte lt. [Baccini et al., 1993]	60
Tabelle IV-5:	Kohlenstoffgehalte einiger Güter des Prozesses „IGD“	60
Tabelle IV-6:	Stickstoffgehalte einiger Güter des Prozesses „IGD“	61
Tabelle IV-7:	Aufstellung einiger bleihaltiger Güter und deren Anwendungsbereich	61
Tabelle IV-8:	Güter- und Stoffflüsse des Prozesses „öffentliche und private Abfallsammlung“	62
Tabelle IV-9:	Güter- und Stoffflüsse des Prozesses „Thermische Entsorgung“	63
Tabelle IV-10:	Güter- und Stoffflüsse des Prozesses „Behandlung getrennt gesammelter Güter“	64
Tabelle IV-11:	Güter- und Stoffflüsse des Gutes „Getrennt gesammelte Altstoffe PHH“	65
Tabelle IV-12:	Güter- und Stoffflüsse des Gutes „Problemstoffe“	65
Tabelle IV-13:	Güter- und Stoffflüsse der Güter Altstoffe „BggG“ und „Abfälle Export“	65
Tabelle IV-14:	Güter- und Stoffflüsse des Gutes „Gefährliche Abfälle“	66
Tabelle IV-15:	Güter- und Stofflager in Deponien.....	66
Tabelle IV-16:	Zusammensetzung eines Fernsehgerätes aus [Benak J. et al., 1995]	66

Tabelle Anhang IV-1: Bestand und Neuzulassungen von Pkws in Wien [MA66, 1994]

Jahr	PKW - Bestand in Wien	Differenz	Neuzulassungen von PKWs	Entsorgte PKWs
1989	538.885		60.646	
1990	546.945	+8.060	62.657	45.597
1991	559.382	+12.437	66.056	53.957
1992	571.489	+12.107	68.064	55.957
1993	579.994	+8.505	59.102	50.597

Tabelle Anhang IV-2: Bestand und Neuzulassungen von LKW's in Wien [MA66, 1994]

Jahr	LKW - Bestand in Wien	Differenz	Neuzulassungen von LKWs	Entsorgte LKWs
1989	53.680		6.402	
1990	55.334	+1.654	6.561	4.907
1991	56.702	+1.368	6.998	5.630
1992	57.646	+944	6.173	5.229
1993	57.819	+173	5.954	5.781

Tabelle Anhang IV-4: Güter- und Stoffflüsse durch Schweizer Privathaushalte lt. [Baccini et al., 1993]

INPUT	CH 1990 (2)							CH 1990 (2)			
	kg/E.a	g C/kg	g N/kg	g Pb/kg	g C/E.a	g N/E.a	g Pb/E.a	t/Wien.a	t C/Wien.a	t N/Wien.a	t Pb/Wien.a
Luft PHH	6.400	0,13	n.b.0		832	n.b.0	0	9.849.600	1.280	n.b.0	0
Verbrauchs- und Gebrauchsgüter	1.143				264.324	9.034	1.578	1.759.077	406.794	13.903	2.429
Verbrauchsgüter	1.047	229	5	0,07	239.401	5.135	72	1.611.333	368.437	7.902	112
<i>Lebensmittel, Getränke</i>	776	205	5	0,0002	159.080	3.647	0,16	1.194.264	244.824	5.613	0,24
<i>Verpackungen</i>	136	407	15	0	37.400	1.350	23	209.304	57.559	2.078	35
<i>aus Papier</i>	30	500	15	0,66	15.000	450	19,8	46.170	23.085	693	30
<i>aus Glas</i>	70	20	0	0	1.400	0	0	107.730	2.155	0	0
<i>aus Kunststoffen</i>	30	700	30	0,1	21.000	900	3	46.170	32.319	1.385	5
<i>Restl. Verp.</i>	6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	9.234	n.b.	n.b.	n.b.
<i>Druckerzeugnisse</i>	75	400	1	0,66	30.000	75	49,5	115.425	46.170	115	76,2
<i>Wasch- u. Reinigungsmittel</i>	31	185	2	0	5.791	63	0	48.171	8.912	96	0
<i>Restl. Güter</i>	31	230	n.b.	n.b.	7.130	n.b.	n.b.	47.709	n.b.	n.b.	n.b.
Gebrauchsgüter	96	260	41	16	24.923	3.899	1.506	147.744	38.356	6.001	2.317
<i>Elektrogeräte</i>	14	270	20	0,3	3.672	272	4,08	20.930	5.651	419	6
<i>Personenwagen, Motorrad, u.a.</i>	46	80	25	33	3.640	1.138	1.502	70.025	5.602	1.751	2.311
<i>Einrichtungsgegenstände</i>	28	460	65		12.788	1.807	0	42.784	19.681	2.781	0
<i>Bekleidung</i>	9	530	75	0	4.823	683	0	14.005	7.423	1.050	0
Schmutz	18	190	n.b.	0,0155	3.420	n.b.	0,28	27.702	5.263	n.b.	0,43
LAGER											
<i>Elektrogeräte</i>	154	270	20	0	41.634	3.084	46,26	237.314	64.075	4.746	71
<i>Personenwagen, Motorrad, u.a.</i>	416	80	25	33	33.280	10.400	13.728	640.224	51.218	16.006	21.127
<i>Einrichtungsgegenstände</i>	516	460	65	0	237.360	33.540	0	794.124	365.297	51.618	0
<i>Bekleidung</i>	50	530	75	0	26.500	3.750	0	76.950	40.784	5.771	0
<i>Lebensmittel</i>	38	205	5	0	7.790	179	0	58.482	11.989	275	0
<i>Restl. Güter</i>	61	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	93.879	n.b.	n.b.	n.b.
Lagerveränderung in %	+1 %							+1 %			
OUTPUT											
Güter											
Abluft PHH (nur menschlicher Körper)	6.600	20,70	0	0,00	136.620	n.b.0	0	10.157.400	210.258	n.b.0	0
Abwasser PHH	615	29	5,64	0,0009	17.528	3.469	0,53	946.485	26.975	5.338	0,81
Hausmüll	195	307	7	0,43	59.865	1.291	83,85	300.105	92.132	1.987	129
Sep. ges. Abfälle PHH	131	275	n.b.	4,5	36.025	n.b.	589,5	201.609	55.442	n.b.	907
(2) Baccini et al., 1993											
(*) menschl. Ausscheidungen, Wasch- und Reinigungsmittel											
Kohlenstoffbilanz: alle Daten wurden dem Bericht [Baccini et al., 1993] entnommen.											
Stickstoffbilanz: die Konzentrationen wurden dem Bericht [Kaas, 1994] entnommen.											
Bleibilanz: die Konzentrationen der Flüsse Lebensmittel, Schmutz und Abwasser PHH wurden dem Bericht [Stark et al., 1995] entnommen.											
Die Konzentrationen der restlichen Güter stammen von der Abfallbilanz - Rechberger											

Tabelle Anhang IV-5: Kohlenstoffgehalte einiger Güter des Prozesses „IGD“

Güter	%C	Quelle
Nahrungs- und Genußmittel	24	Baccini et al. 1993
Papier und Pappe	50	eigene Annahme
Holz	50	eigene Annahme
Textilien	45	Baccini et al. 1993
Kunstfasern	80	eigene Annahme
Glas	0	eigene Annahme
Eisenmetalle	1	eigene Annahme
Nichteisenmetalle	1	eigene Annahme
Bitumen	95	ÖMV, tel. Mitteilung
Mineralöle	90	eigene Annahme
Kunststoffe	80-85	eigene Annahme
Farben und Lacke	50-70	Baccini et al. 1993
Kautschuk	80	eigene Annahme

Tabelle Anhang IV-6: Stickstoffgehalte einiger Güter des Prozesse „IGD“

Güter	%N von-bis	Quelle
Nahrungs- und Genußmittelproduktion		
Obst, Gemüse	0,1-0,4	Kaas T. et al. 1994
Getreide	1,5-2,2	Kaas T. et al. 1994
Fleisch	3,2-3,9	Kaas T. et al. 1994
Fett	0-0,08	Kaas T. et al. 1994
alkoholfreie Getränke	0-0,08	Kaas T. et al. 1994
Bier	0,1	Kaas T. et al. 1994
Holzproduktion und Papierverarbeitung		
Papier	0,1-0,2	
Holz	0,05-0,25	BMU, 1994
Textil- und Bekleidungsproduktion, Lederverarbeitung		
Textilien	< 0,1	Kaas T. et al. 1994
Baumwolle	0	Atzmüller C. et al. 1990
Wolle	0,1	Atzmüller C. 1990 et al.
Perlon	12	eigene Berechnungen
Leder	< 0,5	Kaas T. et al. 1994
Glas-, Metall- und Nichtmetallverarbeitung		
Glas	0	Kaas T. et al. 1994
Eisenmetalle	0	Kaas T. et al. 1994
Nichteisenmetalle	0	Kaas T. et al. 1994
Chemieproduktion		
Melamin	67	eigene Berechnungen
Aminoplasten	31-40	eigene Berechnungen
Harnstoff	47	eigene Berechnungen
Polyurethan	16	eigene Berechnungen
Polyamid	12	eigene Berechnungen
Mineralöle	0,7	Kaas T. et al. 1994
Ammoniak	82	eigene Berechnungen
Salpetersäure	22	eigene Berechnungen
Farben und Lacke	1	Kaas T. et al. 1994
Kunststoffprofile, Rohre	5-10	Kaas T. et al. 1994

Tabelle Anhang IV-7: Aufstellung einiger bleihaltiger Güter und deren Anwendungsbereich

Güter	Anwendungsbereich	Bemerkung
Akkumulatorenplatten	Akkumulatoren	
Bleiweiß	Farben und Lacke	weißer Farbstoff aus Bleikarbonat, auch für Kitte und Dichtungen verwendet.
Keramik, Zinngeschirr, Bleiglas, aufglasurdekoriertes Porzellan, Flaschenkap-seln, Tuben	Geschirr	
Trinkwasser-, Abwasserleitungen	Leitungen	
Stromleitungen bzw. Kabelummantelungen	Leitungen	Kabel wird zum Schutz vor Feuchtigkeit mit Blei ummantelt
Bleischrot, Bei-Schießpulver, Sprengstoff	Munition	
Bleigußteile, Bauprofile, Folien, Bleche, Drähte, Bleilot, Bleiwände	Werkzeug und Bau-industrie	
Kunststoffe		Mit Blei als Stabilisator zur Erhöhung der

Beständigkeit des Kunststoffes

Tabelle Anhang IV-8: Güter- und Stoffflüsse des Prozesses „öffentliche und private Abfallsammlung“

Prozeß "öffentliche und private Abfallsammlung"										
Herkunftsprozeß		C			N			Pb		
Input	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[ppm]	[t/a]		[t/a]	
PHH	Hausmüll	308.000	20 L	61.600	0,7 L	2.156	600 L		185	
	Getrennt gesammelte Abfälle PHH	221.311	24 B	54.220	0,82 B	1.807	9.959 B		2204	
	Getrennt gesammelte Altstoffe	110.024	36 L,B	39.609	0,1 B	110	220 B		24	
	Alt PKW	54.000	8 L	4.320	2,5 L	1.350	12.000 A		648	
	Rest- und Sperrmüll	34.000	20 A	6.800	0,7 A	238	600 A		20,4	
	Biogene Abfälle PHH	19.450	14 A	2.723	0,5 A,B	97	23 A,B		0,45	
	Problemstoffe	1.670	46 B	768	0,7 B	12	126.347 L,B		211	
	Starterbatterien PHH	2.167	< A	<	A		600.000 L		1300	
	Summe Abfälle PHH	529.311	22 B	115.820	0,75 B	3.963	4.513 B		2389	
IGD	Gewerbe und Restmüll	551.000	20 A	110.200	0,7 A	3.857	600 A,B		331	
	Gewerbemüll (komm. gesammelt)	162.000	20 L	32.400	0,7 A	1.134	600 A,B		97	
	Restmüll IGD	389.000	20 A	77.800	0,7 A	2.723	600 A,B		233	
	Getrennt gesammelte Abfälle IGD	154.330	16 B	25.212	0,9 B	1.368	745 B		115	
	Abfälle aus der Straßenreinigung	35.000	< A	<						
	Gewerbe- und Marktabfälle	34.500	20 A	6.900	0,7 A	242	600 A		21	
	Gefährliche Abfälle Th.E	27.000	53 B	14.310	1,9 A,B	513	710 B		19	
	Gefährliche Abfälle BggG	7.000	n.b.		n.b.		n.b.			
	Alt LKW	21.000	8 A	1.680	2,5 L	525	3.243 A		68	
	Spitalmüll	7.900	20 A	1.580	0,7 A	55	600 A		4,7	
	Altstoffe IGD	7.000	n.b.		0,1 A	7	300 A		2,1	
	Asche IGD	6.000	< A	<	A		< A			
	Biogene Abfälle IGD	5.300	14 A	742	0,5 A,B	27	23 A,B		0,1	
	Altglas IGD	3.630	0 A	-	0 A	-	< A			
	Summe Abfälle IGD	705.330	19 B	135.412	0,7 B	5.225	632 B		446	
Summe Gesamt	1.234.641	20 B	251.232	0,7 B	9.188	2.296 B		2834		
Zielprozeß										
Output										
Th.E	Abfälle Th.E									
	Systemmüll Th.E	340.000	20 L	68.000	0,7 L	2.380	600 L		204	
	Gefährliche Abfälle Th.E	27.000	53 B	14.310	1,9 A,B	513	710 B		19	
S Abfälle Th.E	367.000	22 B	82.310	0,8 B	2.893	608 B		223		
BggG	Abfälle BggG									
	Restmüll BggG	80.700	20 A	16.140	0,7 A	565	600 A		48	
	Altstoffe	44.700	13 B	5.811	0 A,B	-	1.055 A		47	
	Biogene Abfälle	24.750	14 A	3.465	0,5 A,B	124	23 A,B		0,6	
	Gefährliche Abfälle BggG	7.000	n.b. A		n.b. A,B		n.b. A			
Summe Abfälle BggG	157.150	16 B	25.416	0,4 B	689	609 B		96		
Deponie	Abfälle Deponie									
	Systemmüll Deponie	219.000	20 A	43.800	0,7 A	1.533	600 A		131	
	Abfälle aus der Straßenreinigung	35.000	n.b.	<	A		n.b.			
	Asche IGD	6.000	< A	<	A		< A			
Summe Abfälle Deponie	260.000		43.800	0,6 B	1.533	505 B		131		
Export	Altpapier	74.000	50 L	37.000	0,15 A	111	66 L		5	
Export	Starterbatterien	2.519	< A	<	A		600.000 L		1511	
Export	Restmüll Export	300.000	20 A	60.000	0,7 A	2.100	600 A		180	
Export	Altautos	75.000	8 A	6.000	2,5 L	1.875	9.548 B		716	
Summe Gesamt	1.233.150	21 B	254.526	0,7 B	9.201	2.321 B		2862		

Zelle: K8

Notiz: Annahme: 1.000 kg/PKW Gesamtgewicht; 12 kg Pb in einer Starterbatterie [Spanzel & Damberger, 1994]

Zelle: K63

Notiz: Gewicht eines durchschnittlichen LKW zu 3.700 kg/LKW berechnet (vergl. Bericht); 12 kg Pb in einer Starterbatterie

Tabelle Anhang IV-9: Güter- und Stoffflüsse des Prozesses „Thermische Entsorgung“

Prozeß "Thermische Entsorgung"										
Herkunftsprozeß		Input								
		[t/a]	C [%]		[t/a]	N [%]		Pb [ppm]	[t/a]	
Ö&pAS	Abfälle Th.E									
	Systemmüll Th.E	340.000	20 L		68.000	0,7 L		600 L	204	
	Gefährliche Abfälle Th.E	27.000	53 B		14.310	1,9 A,B		710 B	19	
	Summe Abfälle Th.E	367.000	22 B		82.310			2.893	223	
Import	Gefährliche Abfälle Import	48.000	53 B		25.440	1,9 A,B		710 B	34	
ARA	Dickschlamm	170.000	13 E		21.550	2,6 L		120 L	7	
Atmosphäre	Luft									
	Luft MVA	2.700.000	< A			76 A		2.052.000	< A	
	Luft EbS	1.400.000	< A			76 A		1.064.000	< A	
	Summe Luft	4.100.000	< A			76 B		3.116.000		
	Wasser									
	Wasser MVA	330.000	< A		<	< A		<	< A	
Wasser EbS	1.660.000	< A		<	< A		<	< A		
	Summe Wasser	1.990.000	< A							
IGD	Betriebsmittel MVA	2.300	< A			<		<	< A	
	Summe Gesamt	6.677.300	2 B		129.300	47 B		3.124.155	40 B	
Zielprozeß		Output								
Deponie	Schlacken und Aschen									
	Schlacken und Aschen MVA	96.000	2 A		1.920	0,02 A		24	2.125 A	
	Schlacken und Aschen EbS	39.000	2 A		780	0,04 A		14	1.513 L,B	
	Summe Schlacken und Aschen	135.000	2 B		2.700	0,03 B		38	263	
Export	Eisenschrott	7.800	< A			< A		n.b.		
Atmosphäre	Abluft (Reingas)									
	Abluft (Reingas) MVA	3.100.000	2 B		66.640			0 B	0	
	Abluft (Reingas) EbS	2.930.000	2 B		60.074			0 L	0	
	Summe Abluft (Reingas)	6.030.000	2 B		126.714	52 B		3.124.117	0 B	
		Stickoxide MVA (als N2)					A,B	73		
		Stickoxide EbS (als N2)					L	43		
Kanalisation	Abwasser MVA	150.000	< A			<		0	-	
	Abwasser EbS	330.000	< A			<		0	-	
Export	Rauchgasreinigungsprodukte MVA	700	< A			<		n.b.		
	Rauchgasreinigungsprodukte EbS	700	< A			<		1.650	1	
	Summe Gesamt	6.654.200	2 B		129.414	47 B		3.124.155	40 B	

Zelle: K13

Notiz: Konzentration gilt für TS

Tabelle Anhang IV-10: Güter- und Stoffflüsse des Prozesses „Behandlung getrennt gesammelter Güter“

Prozeß "Behandlung getrennt gesammelter Güter"									
Herkunftsprozeß									
Input									
		[t/a]	[%]	C	[t/a]	[%]	N	Pb	
							[t/a]	[ppm]	
								[t/a]	
Ö&pAS	Abfälle BggG								
	Abfälle ABA								
	Altstoffe PHH	26.800							
	Altstoffe MP	10.900							
	Altstoffe I+G	7.000							
	Summe Altstoffe	44.700	13 B	5.811	0 B	-	1029 L,B	46	
	Restmüll	80.700	20 A	16.140	0,7 A	565	600 A	48	
	Summe Abfälle ABA	125.400	18 B	21.951		565		94	
	Biogenen Abfälle								
	Biogene Abfälle PHH	19.450	14 A	2.723	0,5 A	97	23 A,B	0	
	Biogene Abfälle I+G	5.300	14 A	742	0,5 A	27	23 A,B	0	
Summe Biogene Abfälle	24.750	14 B	3.465	0,5 B	124	23	0,6		
Gefährliche Abfälle CPA+CPO	7.000	n.b.		n.b.		n.b.			
Import	Abfälle CP Import	14.000	n.b.		n.b.		n.b.		
	Summe Abfälle BggG	171.150	15 B	25.416	0,4 B	689	555 B	95	
Zielprozeß									
Output									
Export	Altstoffe Export								
	Papier + Karton	5.750	50 L	2.875					
	Altglas	21.975	0 A	-					
	FE-Schrott	11.421	0 A	-					
	NE-Metalle	11	0 A	-					
	Bildschirmgeräte	447	54 L	241					
	Elektronikschrott	224	54 L	121					
	Kunststoff	1.045	85 A	888					
	Altreifen	98	90 L	88					
	Altholz	3.300	50 L	1.650					
	Summe Altstoffe Export	44.271	13 B	5.864	0 B	-	1039 L,B	46	
Deponie	Restmüll BggG	80.600	20 A	16.120	0,7 A	564	600 A	48	
Export	Kompost	15.000	12 A	1.733	0,5 A	80	38,0 B	0,6	
Atmosph.	Abluft Kompostierung	10.000		1.733	0,4 A,B	43		-	
Export	Behandelte gefährliche Abfälle	21.000	n.b.		n.b.		n.b.		
	Summe Gesamt	170.871	15 B	25.449	0,4 B	688	556 B	95	

Tabelle Anhang IV-11: Güter- und Stoffflüsse des Gutes „Getrennt gesammelte Altstoffe PHH“

Getrennt gesammelte Altstoffe PHH	C		N		Pb		
	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[ppm]	[t/a]
Altpapier	73.057	50	36.529	0,15	110	66	4,8
Wellpappe	1.833	50	917	0,15	3	66	0,1
Altglas	21.958	2	439	0	0	n.b.	
Alttextilien	445	53	236	<0,1	<	n.b.	
Altmetalle und Weißblech	8.820	0	-	0	0	2.000	17,6
Altgetränkedosen	91	0	-	0	0	n.b.	
PE-Folien	573	86	493	0	0	100	0,1
Styropor	52	92	48	0	0	100	0,0
Altreifen	300	70	210	0,5	2	400	0,1
Altholz	1.303	50	652	0,1	1	500	0,7
Kühlaggregate	1.110	32	355	2	22	n.b.	
Bildschirmgeräte	376	54	203	2	8	2.000	0,8
Elektronikschrott	22	54	12	2	0	1.000	0,0
sonstige Altstoffe	83	n.b.		n.b.		n.b.	
Summe Altstoffe	110.023	36	40.092	0,1	145	220	24,2
Zelle: G1							
Notiz: Annahmen für Blei siehe Tabelle: Güter- und Stoffflüsse der Güter "Altstoffe BggG" und "Abfälle Export"							

Tabelle Anhang IV-12: Güter- und Stoffflüsse des Gutes „Problemstoffe“

Problemstoffe	C		N		Pb			
	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[ppm]	[t/a]
Altspeiseöl	14,2	237	80	190	0,08	0,19	<	
Altmotoröl	7	117	85	99	1	1,17	300	0,04
Altmedikamente	5	84	10	8	n.b.		<	
Leergebinde	4,8	80	20	16	5	4,01	n.b.	
sonst. Problemstoffe	3	50			n.b.		n.b.	
Leuchtstoffröhren	1,5	25			n.b.		n.b.	
Anorganische Abfälle	1,6	27	0	0	n.b.		n.b.	
Organische Abfälle	34,6	578	80	462	1,2	6,93	n.b.	
Altbatterien	6,9	115	0	0	0	0,00	<	
Starterbatterien	21,1	352	0	0	n.b.		600.000	211
Gesamt	99,7	1665	47	776	0,7	12,30	127.002	211

Tabelle Anhang IV-13: Güter- und Stoffflüsse der Güter Altstoffe „BggG“ und „Abfälle Export“

Altstoffe Export	C		N		Pb		
	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[ppm]	[t/a]
Altpapier und Kartonagen	5.750	50	2.875	0,15	9	66	0,38
Altglas	21.975	2	440	0	0	n.b.	
FE-Schrott	11.421	0	-	0	0	3.800	43,40
NE-Metalle	11	0	-	0	0	630	0,01
Bildschirmgeräte	447	54	241	2	9	2.000	0,89
Elektronikschrott	224	54	121	2	4	1.000	0,22
PE-Folien	954	86	820	0	0	100	0,10
Styropor	36	92	33	0	0	100	0,00
Altreifen	98	70	69	0,5	0	400	0,04
Altholz	3.300	50	1.650	0,1	3	500	1,65
skartierte Kunststoffbehälter	55	80	44	0	0	100	0,01
Σ	44.271	14	6.293	0	26	1.055	46,70

Tabelle Anhang IV-14: Güter- und Stoffflüsse des Gutes „Gefährliche Abfälle“

Gefährliche Abfälle	[t/a]	C		N	
		[%]	[t/a]	[%]	[t/a]
Wenig verunreinigtes Altöl	14.465	85	12.295	1	145
Stark verunreinigtes Altöl	2.944	85	2.502	1	29
Abscheiderinhalte	5.143	70	3.600	1	51
Industrielle Abwässer	1.815	n.b.		n.b.	
Flüssiger organischer Abfall	6.765	85	5.750	n.b.	
Fester und pastöser org. Abfall	12.168	85	10.343	n.b.	
Anorganischer Abfall	1.093	n.b.		n.b.	
Öl- bzw. chemikalienverunreinigtes Erdreich	2.823	10	282	n.b.	
Gewerbe- und Industriemüll (Leergebinde)	22.645	10	2.265	5	1.132
Spitallmüll, Medikamente	2.154	20	431	n.b.	
Pharm. Laborabfälle	900	20	180	n.b.	
Pestizide, Gifte	48	n.b.		n.b.	
Problemstoffe aus Haushalten	311	35	109	n.b.	
Summe	73.274	52	37.757	1,9	1.358

Tabelle Anhang IV-15: Güter- und Stofflager in Deponien

Deponie	Volumen [m³]	Dichte [t/m³]	Masse [t]		C [%]	N [%]	Pb [%]	C		N		Pb	
			von	bis				[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]
Gotramgasse	30.000	1	30.000	30.000	25	2	0	7.500	7.500	600	600	-	-
Rautenweg	8.000.000	1,3 bis 1,5	10.400.000	12.000.000	15	0,5	0,06	1.415.800	1.583.700	45.560	45.560	9.320	11.820
Abfallmenge			9.000.000	9.900.000	15	0,5	0,06	1.350.000	1.485.000	45.000	45.000	5.400	5.940
Asche			140.000	210.000	2	0,04	1	2.800	4.200	56	56	1.400	2.100
Schlacke			1.260.000	1.890.000	5	0,04	0,2	63.000	94.500	504	504	2.520	3.780
Altlast "Heubergstätten"	2.000.000	1,3 bis 1,5	2.600.000	3.000.000	15	0,5	0,06	195.000	225.000	13.000	15.000	1.560	1.800
Altlast "Wienerberg West"	9.000.000	1,3 bis 1,5	11.700.000	13.500.000	15	0,5	0,06	1.170.000	1.350.000	58.500	67.500	7.020	8.100
Altlast "Donaupark-Bruckhaufen"	5.000.000	1,3 bis 1,5	6.500.000	7.500.000	15	0,5	0,06	650.000	750.000	32.500	37.500	3.900	4.500
Altlast "Löwy-Grube"	1.700.000	1,3 bis 1,5	2.210.000	2.550.000	15	0,5	0,06	221.000	255.000	11.050	12.750	1.326	1.530
Altlast "Rudolf-Zeller Gasse"	250.000	1,3 bis 1,5	325.000	375.000	15	0,5	0,06	32.500	37.500	1.625	1.875	195	225
Altlast "Spitzau"	400.000	1,3 bis 1,5	520.000	600.000	15	0,5	0,06	52.000	60.000	2.600	3.000	312	360
Altlast "Langes Feld"	4.000.000	1,3 bis 1,5	5.200.000	6.000.000	15	0,5	0,06	520.000	600.000	26.000	30.000	3.120	3.600
Summe	30.380.000		49.885.000	57.555.000				4.263.800	4.868.700	191.435	213.785	26.753	31.935

Tabelle Anhang IV-16: Zusammensetzung eines Fernsehgerätes aus [Benak J. et al., 1995]

Hauptbestandteile des TV-Gerätes	Bandbreite in Gewichts%	% N	kg N eines 15 kg schweren TV-Gerätes
Bildschirm	48-60,2	0	0
Kunststoffe	5,3-19	5-10	0,04-0,3
Gehäuse (Kunststoff, Holz)	15-17,3	0,1-5	0,002-0,1
Leiterplatten	11-12,5	0	0
Trafos, Spulen	4-9	0	0
Holz	6	0,05-0,25	0,0005-0,002
Metalle	4-12,9	0	0
Kabel, Stecker	1-2	5-10	0,01-0,02
Elektronik	8-8,8	0	0
Lautsprecher	0,8-1	0	0
sonst. Stoffe	1,65-12,7	0-1	0-0,02
Summe			0,05-0,5 kg oder 0,3-3%N