

# **MACHBARKEITSSTUDIE NATIONALE STOFFBUCHHALTUNG**

## **Testbeispiel Zink**

Hans DAXBECK  
Arnulf SCHÖNBAUER  
Paul H. BRUNNER

MONOGRAPHIEN  
Band 107  
M-107

Wien, 1998

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie



**Projektleitung**

Brigitte Karigl (Umweltbundesamt)

**Autoren**

Hans Daxbeck, Arnulf Schönbauer, Paul H. Brunner  
(alle TU-Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft)

**Übersetzung**

Franz Leutgeb, Hans Daxbeck

**Lektorat**

Franz Leutgeb, Brigitte Karigl (beide Umweltbundesamt)

**Graphik- und Tabellennachbearbeitung**

Manuela Kaitna (Umweltbundesamt)

**Satz/Layout**

Manuela Kaitna

**Titelphoto**

Werkphoto der Firma Rheinzink Ges.m.b.H., Dattel (*Inge Hengl, TU-Wien*)

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt (Federal Environment Agency)  
Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien (Vienna), Austria

Druck: Riegelnik, 1080 Wien

© Umweltbundesamt, Wien, 1998  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-455-X

## INHALT

	Seite
<b>KURZFASSUNG/EXECUTIVE SUMMARY</b> .....	7/10
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	14
<b>1.1 Warum Stoffbuchhaltung?</b> .....	14
<b>1.2 Warum Zink?</b> .....	15
<b>2 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG</b> .....	16
<b>3 METHODIK</b> .....	17
<b>3.1 Definitionen der verwendeten Begriffe</b> .....	17
<b>3.2 Methodik der Stoffflußanalyse</b> .....	18
<b>3.3 Methodik der Stoffbuchhaltung</b> .....	20
<b>4 ERSTELLUNG DER STOFFFLUSSANALYSE</b> .....	24
<b>4.1 Systemanalyse</b> .....	24
<b>4.2 Systemgrenzen</b> .....	24
4.2.1 Prozesse .....	26
4.2.1.1 Prozeß "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" (BLF) .....	26
4.2.1.2 Prozeß "Industrie, Gewerbe" (IG) .....	26
4.2.1.3 Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur (DL-oE)" .....	27
4.2.1.4 Prozeß "Privater Haushalt" (PHH) .....	27
4.2.1.5 Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" (DL-E) .....	27
4.2.1.5.1 Prozeß "Kanalisation" .....	28
4.2.1.5.2 Prozeß "Öffentliche und private Abfallsammlung" .....	28
4.2.1.5.3 Prozeß "Abwasserbehandlung" .....	28
4.2.1.5.4 Prozeß "Thermische Entsorgung" .....	28
4.2.1.5.5 Prozeß "Behandlung getrennt gesammelter Güter" .....	28
4.2.1.6 Prozeß "Deponie" .....	28
4.2.1.7 Prozeß "Atmosphäre" .....	29
4.2.1.8 Prozeß "Oberflächengewässer" .....	29
4.2.1.9 Prozeß "Grundwasser" .....	29
4.2.1.10 Prozeß "Pedosphäre" .....	29
4.2.1.11 Prozeß "Lithosphäre" .....	29
<b>4.3 Datenerhebung</b> .....	29
4.3.1 Produktionsgüter .....	30
4.3.1.1 Import und Export .....	30
4.3.1.1.1 Güter mit einer Zinkkonzentration von > 90 % .....	30
4.3.1.1.2 Kupferlegierungen .....	31
4.3.1.1.3 Verzinkte Bleche und Drähte .....	31
4.3.1.1.4 Zink in anorganischen chemischen Erzeugnissen .....	32
4.3.1.2 Inländischer Bedarf .....	32
4.3.2 Konsumgüter .....	33
4.3.3 Baumaterialien .....	35
4.3.4 Energieträger .....	36

4.3.5	Sonstige Güter.....	37
4.3.5.1	Farben.....	37
4.3.5.2	Landwirtschaftliche Erzeugnisse.....	37
4.3.5.3	Abschwemmung/Erosion.....	39
4.3.6	Wasser.....	39
4.3.7	Luft.....	40
4.3.8	Korrosion.....	41
4.3.8.1	Zeitliche Entwicklung der Korrosion.....	41
4.3.8.2	Zinkfrachten infolge Korrosion.....	42
4.3.8.3	Straßenleitschienen.....	42
4.3.8.4	Freileitungsmasten.....	42
4.3.8.5	Dachflächen.....	43
4.3.8.6	Leitungsrohre.....	43
4.3.9	Deposition.....	43
4.3.10	Abwasser.....	44
4.3.10.1	Abwasserreinigung über kommunale Kläranlagen.....	44
4.3.10.2	Abwasserreinigung über industrielle Kläranlagen.....	44
4.3.10.3	Zinkfracht in nicht geklärten Abwässern.....	45
4.3.11	Abluft.....	45
4.3.12	Abfall.....	47
4.3.12.1	Feste Abfälle.....	47
4.3.12.2	Schrott.....	49
4.3.12.3	Kunststoffe.....	49
<b>5</b>	<b>ERSTELLUNG DER STOFFBUCHHALTUNG.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1</b>	<b>Bildung und Zusammensetzung der Arbeitsgruppe.....</b>	<b>56</b>
<b>5.2</b>	<b>Datenerhebung.....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>58</b>
<b>6.1</b>	<b>Stoffflußanalyse.....</b>	<b>58</b>
6.1.1	Daten.....	58
6.1.2	Güterbilanz.....	58
6.1.3	Zinkbilanz.....	60
6.1.3.1	Detaillierte Zinkbilanzen des Prozesses "Industrie Gewerbe".....	60
6.1.3.2	Zinkbilanz Österreich.....	63
<b>6.2</b>	<b>Stoffbuchhaltung Zink – Österreich.....</b>	<b>67</b>
6.2.1	Erfahrungen mit der Arbeitsgruppe.....	67
6.2.2	Stoffbuchhaltung Zink – Österreich.....	68
6.2.2.1	Datensammlung über Verbände.....	71
6.2.2.2	Datensammlung über Unternehmen.....	72
<b>7</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>75</b>
<b>7.1</b>	<b>Stoffflußanalyse Zink – Österreich.....</b>	<b>75</b>
7.1.1	Zink als Ressource.....	75
7.1.2	Zink als Schadstoff.....	76

<b>7.2</b>	<b>Organisatorische und institutionelle Eignung</b> .....	76
7.2.1	Motivation .....	77
7.2.2	Datenerhebung und -erfassung.....	77
7.2.3	Umfang .....	78
7.2.4	Datenverarbeitung.....	79
7.2.5	Offene Fragen.....	79
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	80
<b>8.1</b>	<b>Zielsetzung und Fragestellung</b> .....	80
<b>8.2</b>	<b>Methodisches Vorgehen</b> .....	81
<b>8.3</b>	<b>Ablauf der Arbeiten</b> .....	82
<b>8.4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	83
<b>8.5</b>	<b>Schlußfolgerungen für den Aufbau einer Stoffbuchhaltung</b> .....	84
8.5.1	Stoffbuchhaltung Zink.....	84
8.5.2	Allgemeine Schlußfolgerungen .....	84
<b>9</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	87
	<b>ANHANG</b> .....	90
	<b>Glossar</b> .....	90
	<b>Tabellen</b> .....	93

## TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Import und Export von Gütern mit hoher Zinkkonzentration [ÖSTAT, 1995a].....	31
Tab. 2:	Import und Export von Gütern aus Kupfer-Zink-Legierung [ÖSTAT, 1994]. .....	31
Tab. 3:	Zinkgehalte von Blechen in Abhängigkeit von der Blechdicke.....	31
Tab. 4:	Import und Export verzinkter Bleche und Drähte [ÖSTAT, 1994]. .....	32
Tab. 5:	Import und Export von anorganisch chemischen Gütern [ÖSTAT, 1995]. .....	32
Tab. 6:	Österreichischer Verbrauch zinkhaltiger Produktionsgüter [ÖSTAT, 1995b, 1995c]. .....	33
Tab. 7:	Vergleich der Konsumgüterflüsse durch Privathaushalte berechnet aufgrund einer (1) österreichischen und einer (2) Schweizer Untersuchung, [BESCHORNER, 1996] <sup>(1)</sup> , [BACCINI et al., 1993] <sup>(2)</sup> und Berechnung der Zinkflüsse lt. <sup>(2)</sup> . ....	34
Tab. 8:	Abschätzung der Baumaterialienflüsse und Lager nach Bausparten gegliedert [GLENCK et al., 1996]. .....	35
Tab. 9:	Güter- und Zinkflüsse und Lager der Baumaterialien und Baurestmassen; a) [GLENCK et al., 1996], b) [BRUNNER & STÄMPFLI, 1989]. .....	36
Tab. 10:	Energieträgerendverbrauch in Österreich, 1992 b) [ÖSTAT, 1995f], 1995 a), c) [FACHVERBAND, 1996]. .....	37
Tab. 11:	Pflanzliche Produktion in Österreich [ÖSTAT, 1996], [BMLF, 1991], [KERNBEIS et al., 1995]. .....	38
Tab. 12:	Zinkfluß in den Handelsdüngern [BMLF, 1991], [KERNBEIS et al., 1995]. .....	38

Tab. 13: Hofdünger und daraus resultierende Zinkflüsse aufgrund von ausgewählten Viehbeständen [BMLF, 1991], [KERNBEIS et al., 1995].....	39
Tab. 14: Boden- und Zinklager im Oberboden (0-45 cm) [VON STEIGER & BACCINI, 1990]. .....	39
Tab. 15: Luftbedarf bei der Verbrennung von verschiedenen Energieträgern nach [BEER, MÖNCH & BRUNNER, 1991]. .....	41
Tab. 16: Korrosionsraten in unterschiedlichen Bereichen der Anthroposphäre [PORTER, 1994].....	42
Tab. 17: Abluftmenge aufgrund der Berechnungen in den Kapiteln Luft und Energieträger. ....	46
Tab. 18: Abschätzung von Zinkemissionen in der Abluft in Österreich aufgrund einer Schweizer a) [BUWAL, 1995] und einer österreichischen Untersuchung [UBA, 1997], b) Umlage der Schweizer Daten auf Österreich aufgrund der Einwohnerzahl, c) [UBA, 1997]. .....	46
Tab. 19: Abfallmengen in Österreich, 1993 [BAWP, 1995]. .....	47
Tab. 20: Zink-Konzentrationen in verschiedenen Abfällen. ....	48
Tab. 21: Zusammenfassende Darstellung aller Prozesse und Güter- und Zinkflüsse der Stoffflußanalyse Zink – Österreich (Abkürzungen vgl. Legende zu Abbildung 6). ....	49
Tab. 22 a: Beispiel eines Input-Datenerhebungsbogens (entworfen für den Produktionssektor).....	70
Tab. 22 b: Beispiel eines Output-Datenerhebungsbogens (entworfen für den Produktionssektor).....	71
Tab. 23 a: Ausgefüllter Datenerhebungsbogen der VA STAHL (Input). ....	73
Tab. 23 b: Ausgefüllter Datenerhebungsbogen der VA STAHL (Output). ....	74
Tab. 24 a-f: Verbrauch an zinkhaltigen Roh- und Hilfsstoffen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995]. ....	93-100
Tab. 25 a-b: Verbrauch an Zink, Zinklegierungen und verzinkten Blechen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995] (Abkürzungen vgl. Legende zu Abbildung 6) .....	99-102
Tab. 26 a-d: Im- und Export von zinkhaltigen Gütern [ÖSTAT, 1995a].....	101-107
Tab. 27: Prozeß-, Güter- und Stoffbilanz des Systems "Stoffbuchhaltung Zink (Abkürzungen vgl. Legende zu Abbildung 6).....	106
Tab. 28: Mitglieder der Arbeitsgruppe .....	118

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. A: Zinkflüsse und -lager in Österreich (vereinfacht). .....	9
Fig. A: Zinc flows and stocks in Austria (simplified). .....	13
Abb. 1: Organisatorisches Vorgehen bei der Erstellung einer Stoffbuchhaltung .....	20
Abb. 2: Systemanalyse des Projektes Stoffbuchhaltung Zink. ....	25
Abb. 3: Güterflüsse und -lager in Österreich (Flüsse in Mio. t/a, Lager in Mio. t) (Abkürzungen dazu siehe nächste Seite). ....	59
Abb. 4: Zinkverbrauch in Zink, Zinklegierungen, Halbzeug und anorganischen chemischen Erzeugnissen im Produktionssektor (Prozeß "Industrie und Gewerbe") 1993. ....	62
Abb. 5: Zinkverbrauch in verzinkten Blechen im Produktionssektor (Prozeß "Industrie und Gewerbe") 1993. ....	63
Abb. 6: Zinkflüsse und -lager in Österreich (Flüsse in t/a, Lager in t). ....	66

## KURZFASSUNG

Unter einer **Stoffbuchhaltung** versteht man die auf das Wesentliche reduzierte periodische Fortschreibung der **Stoffflußanalyse**. Sie ist ein Hilfsmittel für die Bewirtschaftung von Gütern und Stoffen nach den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit, insbesondere der optimalen Ressourcennutzung und der langfristigen Umweltverträglichkeit. Analog zu den preis-, mengen- und gewichtsbezogenen Daten konventioneller Buchhaltungen werden dabei Informationen über die Inhaltsstoffe von Gütern erfaßt.

In einer im Auftrag des Umweltbundesamtes **vom Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft an der TU Wien (IWAS)** erstellten Vorstudie wurde zunächst eine Methode für die Erstellung einer Nationalen Stoffbuchhaltung entwickelt [BRUNNER et al., 1995].

Ziel des vorliegenden Projekts war die **Überprüfung der Durchführbarkeit einer Nationalen Stoffbuchhaltung am Beispiel von Zink**. Es sollte dabei einerseits die grundsätzliche Anwendbarkeit, andererseits die derzeitigen Grenzen der im Vorprojekt entwickelten Methodik geprüft und auch Informationen über noch erforderliche Voraussetzungen für eine allfällige Institutionalisierung dieses Instruments erarbeitet werden.

Zu diesem Zweck wurde zusammen mit einer Arbeitsgruppe von Experten eine **Stoffflußanalyse** für Zink erstellt. In einem zweiten Schritt wurde untersucht, ob, wie und durch wen eine Stoffbuchhaltung für dieses Metall geführt werden könnte und wo die derzeitigen Grenzen dieser Methodik liegen.

Die Studie untersuchte, an welchen Stellen des Stoffflußsystems die Zinkflüsse und -lager für eine Stoffbuchhaltung erfaßt werden müßten. Dazu gehören die wichtigsten Produktionsprozesse, Restprodukte der Abfall- und Abwasserwirtschaft wie auch die großen Förderbänder Wasser (Donau) und Luft (Luftinhaltsstoffe und Deposition).

### Ergebnisse: Eignung und Grenzen

Die grundsätzliche Eignung der im Vorprojekt entwickelten Methodik wurde nachgewiesen. Basis dazu war eine in Zusammenarbeit mit einer **Arbeitsgruppe** (aus Vertretern der Wirtschaft, der Verwaltung und der Wissenschaft) erstellte orientierende **Stoffflußanalyse** zur Bestimmung des zu untersuchenden Systems.

Die angewandte Methodik der Datensammlung (Datenblätter) erwies sich als grundsätzlich gangbar.

Die Mitarbeit der Wirtschaft beim zweiten Schritt, der Konzeption der Stoffbuchhaltung, war nur teilweise erfolgreich. Es zeigte sich, daß vom größten zinkverarbeitenden Betrieb Österreichs (VA STAHL) relevante Daten für eine Stoffbuchhaltung zur Verfügung gestellt werden konnten. Während das Beispiel der VA STAHL das Vorhandensein der für die Stoffbuchhaltung wesentlichen Information sogar auf Stoffebene zeigte, erklärten sich die Fachverbände als Vertreter der Branchen nicht in der Lage, die erforderlichen Daten zu generieren. Als Gründe wurden u. a. das Nichtvorhandensein der Daten auf Fachverbandsebene, die Tatsache, daß grundsätzlich keine Erhebungen angestellt würden, der hohe statistische Aufwand der Betriebe als Folge des EU-Beitritts, die Geheimhaltungsverpflichtung, Größe und Vielfalt der Mitglieder und fehlende Fachkompetenz genannt.

Die Einbeziehung der Wirtschaft erweist sich offenbar insbesondere auch deswegen als schwierig, weil dies für die zur Kooperation erforderlichen Betriebe

- die Bekanntgabe von als sensibel eingeschätzten Daten und Informationen erfordert
- einen vermehrten personellen Aufwand verursacht

- eventuell zusätzliche Analysen erfordert
- bzw. nachteilige Maßnahmen als Folge der Stoffbuchhaltung bzw. ihrer Datenpreisgabe befürchtet werden.

Ein weiteres Defizit, das eine Nationale Stoffbuchhaltung zurzeit nur bei hoher Priorität des untersuchten Stoffes möglich macht, ist die **Datenlage**: Es zeigte sich, daß die bisher erhobenen Daten über Zink in Wasser, Boden und Luft sich nur bedingt für die Analyse von Stoffflüssen und -lagern eignen. Sie könnten nur mit großem Aufwand in ein Stoffbuchhaltungssystem integriert werden, da bei ihrer derzeitigen Erfassung die Anforderungen einer Stoffbuchhaltung noch nicht berücksichtigt werden:

- Produktions- und Außenhandelsstatistik waren im Untersuchungszeitraum noch nicht kompatibel. Dieser entscheidende Mangel ist seit dem mittlerweile erfolgten EU-Beitritt, der den Wegfall eines großen Teils des Außenhandels und ein einheitliches Klassifikationssystem bedingte, weggefallen.
- Wirtschaftsstatistiken weisen häufig nur Wertflüsse oder Produktflüsse auf, aus denen sich aber oft keine Stoffflüsse ableiten lassen.
- Die in Österreich praktizierte Geheimhaltung bestimmter Produktionsdaten verhindert einen Zugang zu wesentlichen Informationen.

## Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Eine **gesetzliche Regelung** zur Führung einer Nationalen Stoffbuchhaltung erscheint derzeit (außer für Stoffe mit besonderer Dringlichkeit) noch als **verfrüht**:

Nationale Stoffbuchhaltungen sollten **nur für Stoffe** durchgeführt werden, für die begründete **Hinweise auf längerfristigen Handlungsbedarf** bestehen oder für die gesetzliche oder andere **Maßnahmen** gesetzt wurden, die wesentliche Änderungen nationaler Stoffflüsse zum Ziel haben und deren Wirksamkeit **überprüft** werden sollte. Für alle anderen Stoffe scheinen nur freiwillige Stoffflußanalysen vertretbar.

**Intervalle** für die Fortschreibung einer Nationalen Stoffbuchhaltung sind grundsätzlich stoffabhängig. Im Fall des Stoffes Zink wären wegen der typischen Nutzungsdauer zinkhaltiger Produkte drei bis maximal fünf Jahre sinnvoll.

Da eine Stoffbuchhaltung die Bewirtschaftung sensibler Daten erfordert, sollte die Verantwortlichkeit im Bereich des Umweltbundesamtes liegen.

Folgende Anpassungen wären aus der Sicht der Autoren Mindestvoraussetzung einer Institutionalisierung einer Nationalen Stoffbuchhaltung:

- **Umweltbeobachtungsprogramme** sollten zukünftig auch auf die Bedürfnisse einer Nationalen Stoffbuchhaltung abgestimmt werden. Auch die Mitarbeit derjenigen Institutionen, die sich mit Stoffen in der Umwelt befassen (Umwelt-, Landwirtschaftsministerium, Umweltbundesamt, Forschungsinstitute usw.) ist notwendig.
- Obschon eine Nationale Stoffbuchhaltung an sich mit relativ einfachen EDV-Hilfsmitteln geführt werden kann, wird die Entwicklung von **Stoffbuchhaltungsprogrammen** einschließlich einer **Stoffdatenbank** empfohlen. Einerseits ist dies notwendig, um die stofflichen Informationen von der "Wiege bis zur Bahre" zu verknüpfen, zu archivieren und zu nutzen. Andererseits wird zukünftig auch über andere Stoffe, die teilweise in denselben Gütern vorkommen, Buch geführt werden.



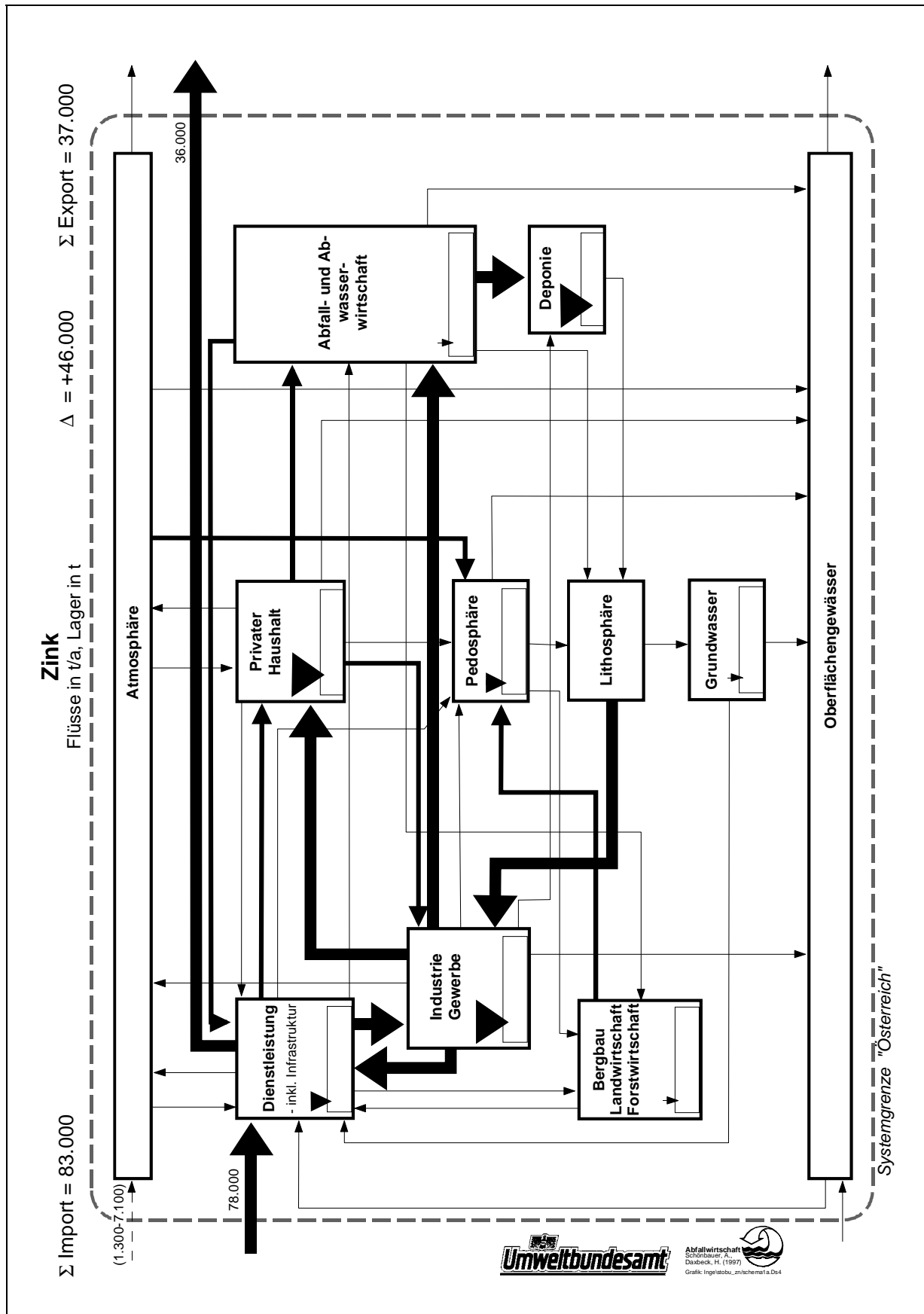


Abb. A: Zinkflüsse und -lager in Österreich (vereinfacht).

## Ergebnisse: Zink-Stoffflußanalyse

Der jährliche **Import von Zink** beträgt 80-90.000 Tonnen. Er ist damit **rund doppelt so hoch wie der Export** mit 40.000 Tonnen. In Österreich besteht heute ein vom Menschen geschaffenes **"Lager"** an Zink von etwa 3 Mio. Tonnen; es wächst pro Jahr um rund 1.5 %. Die **größten "Lager"** sind die **Infrastruktur** (Verkehrsnetze), der private **Haushalt** (Gebäude) sowie, mit stark wachsender Tendenz, die **Deponien**.

Den **größten Beitrag zum österreichischen Zinkfluß** liefern die Branchen, die **Metallwaren** für das Bauwesen und für die Fahrzeugindustrie **produzieren** respektive **veredeln**.

Die **Abfallwirtschaft** ist wichtig für den Zinkhaushalt Österreichs: Einerseits werden etwa 5.000 Tonnen Zink **aus Filterstäuben rezirkuliert**. Andererseits werden insgesamt etwa 30.000 Tonnen Zink **mit dem Restmüll** und mit **Baurestmassen deponiert**. Die über die **Abwasserwirtschaft** transportierte Menge ist eine Größenordnung kleiner.

Trotz Umweltschutzmaßnahmen **gelangen** jährlich **einige tausend Tonnen (= 10 % des nationalen Imports)** an Zink **in die österreichische Umwelt**. **Der größte Zinkfluß** besteht in der **atmosphärischen Deposition auf den Boden**. Anhand einer Bilanzrechnung kann die Hypothese aufgestellt werden, daß dieses **Zink vorwiegend über die Luft** nach Österreich **importiert** wird. Die **durch Korrosion** von verzinkten Oberflächen **entstehenden Flüsse** betragen gegen **1.000 Tonnen**. Diese werden **mit den klassischen Umweltschutzmaßnahmen nicht erfaßt**.

Durch die diffusen Zinkemissionen wird **im Boden ein neues Zinklager aufgebaut**. In der Stadt wird die Zunahme dieses Lagers naturgemäß v. a. **durch flächenhafte Emissionen des Verkehrs und des Bauwesens** bewirkt. In landwirtschaftlich genutzten Gebieten dominiert der Beitrag der **Atmosphäre**, aber **auch** die anderen Quellen (**Dünger, Klärschlamm**) sind dort von Bedeutung. Die langfristigen Auswirkungen der **Akkumulation von Zink im Boden** sollten untersucht und bewertet werden.

## EXECUTIVE SUMMARY

### Feasibility Study on National Materials Accounting – Tested upon Zinc

**Material Accountancy** means a periodic material flow analysis, reduced to its most essential components. It is a tool for the management of goods and materials under the aspects of sustainability, esp. with regards to the optimum use of resources and long term environment compliance. It records data related to the material contents of goods, in analogy to conventional accountancy, whose records relate to prizes, numbers and weight.

In a previous study ordered by the Federal Environment Agency, the **Institute for Water Quality and Waste Management of the University for Technology in Vienna** developed a methodology for the set-up of a National Material Accountancy [BRUNNER et al. 1995].

The purpose of the present project was to evaluate of the feasibility of a National Accountancy, tested upon Zinc. Targets were on one hand to check the basic applicability of the methodology developed, on the other hand to assess of its current limits and to work out information about necessary prerequisites for a possible establishment of this kind of instrument.

For this purpose, a Material Flow Analysis for Zinc was carried out as a first step. In a second step, it was investigated, whether, how and by whom a Material Accountancy could be managed for this metal and what are the present limitations of the methodology.

The study examined, at which points of the material flow system Zinc flows and deposits should be monitored for a Material Accountancy. Points identified include the most important production processes, residues from waste and waste water management as well as the big mass conveyor belts water (esp. the river Danube) and air (air constituents and deposition).

### Results: feasibility and limits

The basic applicability of the methodology developed during the previous project could be proved. A **Material Flow Analysis** carried out together with a working group (representatives from companies, authorities and universities) served to define the system investigated. The methodology used to collect data (data sheets) proved to be basically feasible.

Co-operation of companies was only partly successful at the second step, the design of the Material Accountancy. The biggest Zinc processing company, VA STAHL, was able to provide relevant data for the Materials Accountancy. Whereas the example of VA STAHL showed the presence of the relevant information in companies even on the material level, professional associations stated that they were not able to generate the data required. Reasons given were the lack of data on the level of the associations, the fact that basically no researches are made at all, statistical expenditures for companies as a result of EU membership, secrecy commitments, size and diversity of members and lacking professional expertise.

The involvement of companies seems to be difficult, as it means for companies participating

- the declaration of data and information considered as sensitive
- additional expenditure in manpower
- eventually additional chemical analysis
- or anxiety about detrimental consequences of the Materials Accountancy resp. the revelation of data is aroused.

A further shortcoming, which makes National Materials Accountancy feasible only for high priority substances, is the **data situation**: It became evident that the data actually recorded about Zinc in water, soil and air are only to a limited extent suited for the analysis of material flows and deposits. It requires considerable expenditures to integrate them into a materials accountancy system, as the requirements of Materials Accountancy are not taken into consideration when they are recorded.

- Production and foreign trade statistics were not compatible during the period investigated. This crucial shortcoming is actually no more relevant since Austria joined the EU, as this meant the virtual disappearance of most of the former foreign trade on the one hand and a unified statistical classification system on the other.
- Economic statistics to a great extent record only flows of values or products, which in many cases do not allow to derive material flows.
- The secrecy of production data as it is conventional in Austria prevents the access to essential information.

## Conclusions and recommendations

A legal implementation of a National Materials Accountancy seems to be not yet appropriate for the moment, except for high priority substances

National materials accountancies should actually be carried out only for substances which raise founded concerns about long term need for action or for substances who were subject of legal or other regulating measurements, whose efficiency is to be evaluated. For all other substances, only voluntary material flow analyses seem appropriate.

Optimum update intervals for National Materials Accountancies differ according to the substance of concern. In the case of Zinc, due to typical product life times, 3 to 5 years are recommended.

As Materials Accountancy means the management of sensitive data, the responsible authority in Austria should be the Federal Environment Agency.

The authors consider the following adaptations as minimum requirements for the implementation of a National Materials Accountancy:

- Environment monitoring programmes should be adapted to the requirements of a National Materials Accountancy, which would also necessitate the co-operation of institutions dealing with substances in the environment (Environment and Agriculture Ministries, Federal Environment Agency, research institutions etc.).
- Although a National Materials Accountancy can be carried out by means of relatively simple computer software, it is recommended to develop Materials Accountancy software including a Substance Data Base. This would allow to link information “from cradle to grave”, to record and to use them. It would additionally allow to record information about different substances present in the same goods.

## Results: Zinc Materials Flow Analysis

The annual Zinc import to Austria is 80 to 90.000 Mg, which is approximately the double of the export (40.000 Mg). The Austrian man-made Zinc deposit amounts to app. 3 Mio Mg, which increases by about 1.5% p.a.

The biggest stores are infrastructure (traffic network), private households (buildings) and disposal sites (the latter with the biggest increase rates).

The biggest contributors to the Austrian Zinc flow are the branches producing resp. processing metal goods for the construction and the car industries.

Waste management is crucial for the Austrian Zinc budget: On one hand, about 5.000 Mg Zinc are re-processed from filter dusts. On the other, altogether app. 30.000 Mg are disposed of together with residual garbage and construction wastes. The quantities transported by waste water management are smaller by one magnitude.

Despite environment protection measurements some thousand tons (representing 10 % of the national import) are released to the Austrian environment. The biggest flow is the atmospheric deposition onto soil. By means of a balance calculation the hypothesis can be formulated, that this Zinc quantities are mainly imported to Austria via air. The flows caused by corrosion of Zinc coated surfaces amount to 1.000 Mg. These flows are not covered by traditional environment measurement.

Diffuse Zinc emissions build up a new Zinc deposit in soil. In towns this increase is mainly caused by superficial emissions of traffic and construction. In agricultural areas the contribution of atmosphere is dominant, but also other sources (fertilisers, sewage sludge) are important. The long term impacts of the Zinc accumulation in soil should be investigated and assessed.

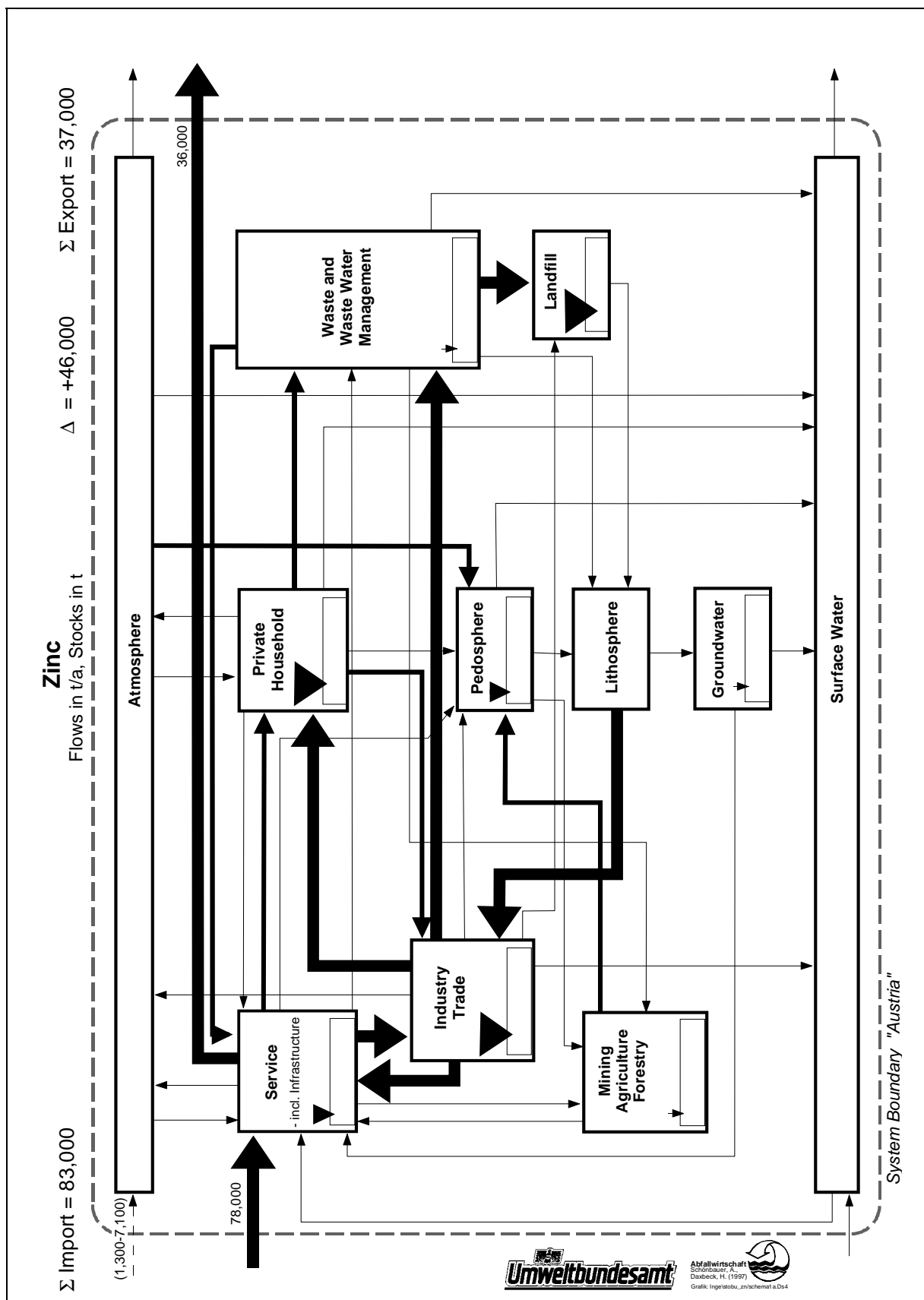


Fig. A: Zinc flows and stocks in Austria (simplified).

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Warum Stoffbuchhaltung?

In der Anfangszeit der Umweltbewegung und auch der Umweltgesetzgebung bestand der methodische Zugang zur Begrenzung für Mensch und Umwelt unerwünschter Stoffflüsse häufig im "Schadstoff des Monats": Wissenschaftliche Erkenntnisse, die die Gefährlichkeit eines Stoffes belegten, gelangten – häufig im Zusammenhang mit einem Störfall-an die Öffentlichkeit und führten über die darauffolgende Diskussion zu gesetzlichen Maßnahmen, Verboten, Beschränkungen, anlagenbezogener Regelungen. Der Zugang der Gesetzgebung war in dieser Phase der der "Feuerwehr": Gefährlichkeit mußte erst nicht aufwendig belegt werden, sie war auch für Laien evident.

Hand in Hand mit der Sanierung umwelt- und menschengefährdender Wirtschafts- und Betriebspraktiken und der Orientierung des gesetzlichen Umweltschutzes am Vorsorgeprinzip wurden die Analyseinstrumente bei der Beurteilung von Stoffflüssen diffiziler: Zur Bewertung der Notwendigkeit und Wirksamkeit von stoffbeeinflussenden gesetzlichen Maßnahmen und zur Beurteilung der Zulassung neuer und der Wiedertzulassung alter Stoffe werden heute eine Fülle wissenschaftlicher Untersuchungen über human- und ökotoxisches Gefahrenpotential und über mögliche Expositionspfade erstellt und ausgewertet.

Mit der zunehmenden Betrachtung ganzer Produktlebenszyklen und auch im Zuge der Nachhaltigkeitsdiskussion hat sich der Schwerpunkt des umweltpolitischen Interesses an Stoffflüssen tendenziell weg von der bloßen Akutgefährdung hin zu längerfristigen Gefährdungs- und Belastungsmechanismen und -szenarien und auch zu übergreifenden, stoffflußorientierten Gesichtspunkten wie denen der Ressourcenschonung, ökologisch sinnvoller Kreisläufe und Nutzungskaskaden weiterentwickelt.

In diesem Kontext werden zunehmend Analyse- und auch Regulationsinstrumente gebraucht, die gesamthaft ansetzen und die eine globale Analyse von Handlungsfeldern, von Handlungsoptionen, der Sinnhaftigkeit und Wirksamkeit geplanter oder getroffener Maßnahmen beinhalten. Dies ist der Grund, warum zunehmend auch **Stoffbilanzen** als Instrumente eines nationalen Stoffmanagements diskutiert werden.

Eine besonders in der Schweiz entwickelte Stoffbilanzmethode ist die **Stoffflußanalyse**. Sie gibt einen Überblick über die Stoff-"**Flüsse**" und Stoff-"**Lager**" eines bestimmten Systems (Betrieb, Region oder Land). Mit ihr können sowohl Istzustände beschrieben als auch daran anschließend mögliche Wege (Szenarien) zur Erreichung bestimmter Ziele aufgezeigt werden.

Mit einer Stoffflußanalyse alleine ist es jedoch nicht möglich, eine **Überprüfung** von getroffenen Maßnahmen durchzuführen. Um diese Aufgabe übernehmen zu können, wurde das Konzept der **Stoffbuchhaltung** entwickelt. Die **Stoffbuchhaltung** ist die **periodische Wiederholung einer** auf das notwendige Minimum reduzierten **Stoffflußanalyse**. Zusätzlich zur Momentaufnahme wird hier auch die zeitliche Dynamik des Stoffflusses abgebildet, d. h. die durch Entwicklungen, exogene Ursachen, gesetzliche Maßnahmen und Vorgaben verursachten Zunahmen und Abnahmen erwünschter wie unerwünschter Stoffflüsse.

Die Stoffbuchhaltung ist ein Instrument, das vor allem langfristig benutzt werden sollte. Dies ist deshalb wichtig, weil die bisherigen Erfahrungen deutlich gezeigt haben, daß vom Erkennen bis zur effektiven Wirkung von Maßnahmen in Wasser, Boden und Luft meist Jahrzehnte vergehen können.

Mittel- bis langfristig könnte eine **Nationale Stoffbuchhaltung** z. B. in die Fortschreibung des Nationalen Umweltplanes, des Bundesabfallwirtschaftsplanes und die regionalen Stoffbuchhaltungen in die Landesabfallwirtschaftspläne Eingang finden. **Betriebliche Stoffbuchhaltungen** sind vor allem in jenen privaten und öffentlichen Unternehmen notwendig, die für den Fluß eines Stoffes hauptsächlich bestimmend sind.

Vor einer Institutionalisierung einer **Nationalen Stoffbuchhaltung** muß sie anhand einzelner Beispiele entwickelt, ausgetestet und optimiert werden. Dies sollte zweckmäßigerweise in oder mit einem Team erfolgen, welches sich aus Vertretern der betroffenen Wirtschaftszweige, Behörden, Interessensvertretungen, Wissenschaft und weiterer Kreise (z. B. Umweltorganisationen) zusammensetzt, die den zur Diskussion stehenden Stoff bzw. seine Prozesse gut kennen oder an den Flüssen des Stoffes spezielles Interesse haben bzw. von ihnen betroffen sind.

In diesem Projekt wird ein erster Versuch unternommen, ein am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft der TU in einem früheren Projekt entwickeltes methodisches Vorgehen für die Erstellung einer Stoffbuchhaltung **am konkreten Beispiel** des **Stoffes** Zink in der Praxis zu **testen**.

## 1.2 Warum Zink?

Zink ist ein Element der 2. Nebengruppe des Periodensystems. Seine Dichte beträgt  $7,133 \text{ g/cm}^3$ . Der Schmelzpunkt liegt bei  $420^\circ \text{ C}$ , der Siedepunkt bei  $907^\circ \text{ C}$ . In der Erdkruste beträgt der Zinkanteil  $58 \text{ mg/kg}$ . Die wichtigsten Zinkerze liegen in magmatischen Lagerstätten vor.

Der Name ist abgeleitet von "Zinken", einem mittelalterlichen Ausdruck für die zackenartigen Ansätze von Bleierzen an Schmelzöfen. Zinklegierungen werden bereits von Homer und auch in der Bibel erwähnt. Im Mittelalter brachten Händler das Metall aus China und Indien nach Europa. Erste Zinkhütten in Europa wurden Mitte des achtzehnten Jahrhunderts errichtet. Seit 1820 wird Zink im industriellen Maßstab produziert [BREUER, 1994].

Mit Zink wurde bewußt ein Stoff gewählt, der in der aktuellen Stoffdiskussion bislang kaum eine Rolle gespielt hat. Eine Bearbeitung des Themas konnte damit sozusagen fernab von der politischen Aktualität im geschützten technisch-wissenschaftlichen Raum erfolgen.

Zink ist ein in unterschiedlichsten Konsumgütern vorkommender Stoff (beispielsweise in Batterien, in Autos, Kunststoffen, in der Tierernährung und in der Medizin als Spurenelement resp. als Heilmittel). Bei Zinkmangel leiden nicht nur Mensch und Tier, sondern auch Pflanzen und ihre Gemeinschaften. Bei Überschuß kommt es zu Störungen des Stoffwechsels von Organismen und Lebensgemeinschaften bis hin zu eigentlichen Intoxikationen. Zink ist allerdings bislang kaum als human- oder ökotoxikologisch besonders relevanter Stoff in Erscheinung getreten.

Untersuchungen in Schweden, in denen die Emissionen der Stoffe Cadmium und Chrom zwischen 1920 und 1960 untersucht wurden, haben gezeigt, daß – bedingt durch Umweltschutzmaßnahmen Mitte der 60er Jahre – eine Verlagerung von den punktförmigen Produktionsmissionen zu diffusen flächenhaften Konsummissionen stattgefunden hat, wodurch seit Mitte der 70er Jahre jene Emissionen, die durch den ordnungsgemäßen Gebrauch der Produkte entstehen, überwiegen. In die gleiche Richtung weist ein österreichisches Beispiel aus der zinkverarbeitenden Industrie [BRUNNER et al., 1995]. Die Zink-Bilanz eines Unternehmens zeigte, daß etwa 85 % des eingesetzten Zinks in das Produkt (Betonschalungsplatten) gelangten, welches über seine gesamte Lebensdauer einen kontinuierlichen Korrosionsfluß in die Umwelt bewirkt.

Folgende Argumente spielten bei der Wahl von Zink eine wichtige Rolle:

- Zink gelangt sehr stark über dissipative Effekte in die Umwelt. Immerhin mehrten sich in der Literatur Hinweise darauf, daß es im Boden angereichert wird [v. STEIGER & BACCINI, 1990].
- Zink hat den Vorteil, gut analysierbar zu sein.
- Da es wegen seiner breiten Anwendungsmöglichkeiten in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt wird, konnten wichtige praktische Erfahrungen bei der Datensammlung in der Wirtschaft erwartet werden.
- Da es kein "priority chemical" ist und somit auch kaum gravierende Konsequenzen für die Unternehmen zu erwarten waren, war mit einer kooperativen Haltung der betroffenen Wirtschaft zu rechnen.

## 2 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG

Das Ziel dieser Studie war die Entwicklung einer Methodik zur Führung einer Nationalen Stoffbuchhaltung für Österreich am Beispiel des Stoffes Zink anhand der Ergebnisse des Vorprojektes "Stoffbuchhaltung Österreich".

Folgende methodischen Fragen sollten beantwortet werden:

- Ist das im Vorprojekt "Stoffbuchhaltung Österreich" formulierte theoretische Vorgehen für die praktische Führung einer Stoffbuchhaltung des Stoffes Zink prinzipiell geeignet?
- Falls nicht, welche andere Vorgehensweise erscheint notwendig?
- Wo liegen die derzeitigen Grenzen der Methodik: Was ist mit realistischem Aufwand noch nicht realisierbar und was sind die Gründe?
- Welche Ansätze sind denkbar und realistisch, die eine sinnvolle Institutionalisierung ermöglichen würden?
- Welche Rahmenbedingungen sind für die Erstellung einer Nationalen Stoffbuchhaltung schon vorhanden, welche müßten noch gesetzt werden?
- Welches wäre die optimale Zeitspanne, in der die Daten neu erfaßt werden müßten?
- Welche Anforderungen wären an eine Datenbank zu stellen und wie sollten die Daten dafür aufbereitet werden?

Bezüglich des als Teststoff gewählten Stoffes Zink sollte beantwortet werden,

- welche Güterflüsse und Lager in einer Stoffbuchhaltung mit welcher Genauigkeit gemessen respektive erfaßt werden sollten.



## 3 METHODIK

### 3.1 Definitionen der verwendeten Begriffe

Analog zum Stoffwechsel eines biologischen Organismus, einer Zelle, einer Pflanze oder eines Tieres kann auch bei einer Region (Nation) von einem Metabolismus gesprochen werden. Der "Metabolismus oder Stoffhaushalt der Anthroposphäre" [BACCINI & BRUNNER, 1991] dient neben der Energiegewinnung, dem Aufbau und der Erhaltung der ruralen und urbanen Infrastruktur auch der Informationsgewinnung und der Bewahrung und Weiterentwicklung der Kultur.

Unter einem **Stoff** versteht man ein Element des Periodensystems (z. B. Stickstoff, Zink) oder eine chemische Verbindung wie zum Beispiel Ammonium oder Benzol. Ein **Gut** besteht aus einem oder mehreren Stoffen und ist eine handelbare Substanz. Güter haben einen Handelswert, dieser kann positiv (z. B. Personenwagen, Trinkwasser) oder negativ (z. B. Klärschlamm, Hausmüll) sein. Man unterscheidet **Güterflüsse** mit der Einheit Masse pro Zeit und **Güterfluxe** mit der Einheit Masse pro Zeit und Querschnitt. Als Querschnitt kann zum Beispiel eine Fläche (Region), ein Einwohner, ein Haushalt oder dergleichen definiert werden.

Ein **Prozeß** bezeichnet den Transport, die Lagerung oder die Transformation von Gütern oder Stoffen. Der Prozeß selbst wird als "Black Box" verstanden, d. h. die Vorgänge innerhalb des Prozesses werden im allgemeinen nicht untersucht. Eine Ausnahme stellt jedoch ein etwaiges **Lager** bzw. dessen Veränderung dar. Ein Lager entsteht durch die Akkumulation des zu untersuchenden Stoffes im betrachteten Prozeß. Einzelne Prozesse können gegebenenfalls in Unterprozesse unterteilt werden. So kann der Prozeß "Siedlungsentwässerung" beispielsweise in die Unterprozesse "Kanalisation" und "Abwasserreinigungsanlage" unterteilt werden. Weitere Beispiele für Prozesse sind etwa "Verbrennungsmotoren", "Küche", "Hochofen" oder auch die Umweltkompartimente "Boden", "Wasser" und "Atmosphäre".

Die Handlungen, die der Mensch zur Befriedigung bestimmter Bedürfnisse setzt, werden unter dem Begriff **Aktivität** zusammengefaßt. Eine Aktivität umfaßt immer eine ganze Prozeßkette, die einem bestimmten Zweck, wie zum Beispiel 'Ernähren', 'Reinigen', 'Transportieren und Kommunizieren' oder 'Wohnen' dient. Sämtliche Aktivitäten, Prozesse, Güter- und Stoffflüsse des Menschen in einem geographisch umschriebenen Gebiet werden unter dem Begriff **Anthroposphäre** zusammengefaßt und gegen die Umwelt abgegrenzt.

Mit Hilfe der **Systemanalyse** wird ein Ersatzbild der Wirklichkeit erstellt, um das gegenwärtige Verhalten der Prozesse, der Güter- und Stoffflüsse zu beschreiben. Ein **System** stellt die zeitliche und räumliche Abgrenzung (d. s. die Systemgrenzen) des zu untersuchenden Gebietes mit samt den darin befindlichen Prozessen, Güter- und Stoffflüssen dar. Das System ist ein Begriff, welcher die Einordnung von Teilen in einen ganzheitlichen Zusammenhang bezeichnet. Ein System kann z. B. ein Betrieb (z. B. eine Müllverbrennungsanlage), eine Region (z. B. das Kremstal), eine Nation (z. B. Österreich) oder auch eine sozialwissenschaftlich definierte Einheit (z. B. Privathaushalt) sein. **Importe** bzw. **Exporte** sind Stoff- und Güterflüsse, die in ein bzw. aus einem System fließen. Hingegen werden jene Stoff- und Güterflüsse, die in einen bzw. aus einem Prozeß fließen als **Input** bzw. **Output** bezeichnet.

Die **Stoffflußanalyse** ist eine besondere Form der Stoffbilanz. Diese Methodik beschreibt mittels technisch-naturwissenschaftlicher Kriterien möglichst gesamthaft die Prozesse, die Güter- und Stoffflüsse, die Lager und deren Veränderung in einem bestimmten, wohl definierten System.

In einer **Stoffbilanz** werden die In- und Outputflüsse eines Prozesses bilanziert, wobei die Lagerveränderungen berücksichtigt werden und das Massenerhaltungsgesetz zu berücksichtigen ist. Ein wichtiges Pendant zur Stoffbilanz ist die Energiebilanz. Stoff- und Energiebilanzen gehören dem Wesen nach zusammen und sollten gemeinsam geführt werden.

Die **Stoffbuchhaltung** stellt eine periodische, mengenmäßige Erfassung der wichtigsten Güter- und Stoffflüsse dar. Man kann sie gut mit dem Begriff der Finanzbuchhaltung vergleichen. Die Idee der Stoffbuchhaltung besteht darin, in Zukunft neben der rein wert- und mengenmäßigen Datenerfassung wie Preis, Gewicht, etc. auch die in den Gütern enthaltenen Stoffe zu erfassen.

**Stoffwirtschaft** umfaßt die Gesamtheit der Maßnahmen, mit denen auf die Art und den Umfang der Bereitstellung von Stoffen, die Nutzung der Stoffe in der Anthroposphäre und deren Behandlung und Ablagerung in den Abfällen Einfluß genommen werden kann. Ziele der Stoffwirtschaft sind eine nachhaltige Bewirtschaftung der Stoffe, d. h. der Schutz der Menschen, der Tiere und der Pflanzen und deren Umwelt und angesichts der Begrenztheit der Ressourcen ein möglichst schonender Umgang mit ihnen.

### 3.2 Methodik der Stoffflußanalyse

Der **erste Schritt** bei der Erstellung einer Stoffflußanalyse [DAXBECK & BRUNNER, 1993] besteht in der Formulierung des zu erreichenden **Zieles** und der daraus abgeleiteten Fragestellungen.

Im Hinblick auf die Stoffbuchhaltung steht folgendes Ziel im Vordergrund: Für die betrachtete Ebene (Betrieb, Region oder Nation) soll der **gesamte Stofffluß identifiziert** werden. Durch eine halbquantitative Abschätzung sollen diejenigen Güter und Prozesse **ausgeschieden** werden, die für die Ziele "langfristige Umweltverträglichkeit" und "optimale Rohstoffnutzung" **auf allen drei Ebenen keine Bedeutung** haben. In der Regel sind diese Stoffflüsse <1 % des Gesamtflusses. Allerdings muß, bevor diese Regel angewandt wird, ihre Gültigkeit für jeden Stoff und jedes System abgeklärt werden. Die nicht ausgeschiedenen Güterflüsse und Prozesse sollen derart untersucht werden, daß es gelingt, den Gesamtfluß des Stoffes durch das System (Betrieb, Region oder Nation) zu bestimmen.

Bezüglich der Stoffbuchhaltung ist das wichtigste Ziel die Identifikation der Schlüsselprozesse und -güter, d. h. derjenigen Größen, die mit minimalem Aufwand gemessen bzw. bestimmt werden können und die maximale Aussagekraft bezüglich der gesamten Stoffflüsse aufweisen. Diese Größen sind in der Stoffbuchhaltung zu berücksichtigen.

Der **zweite Schritt** besteht in der **Definition des Systems**. Dabei werden die räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen sowie die relevanten Prozesse, Güter und Stoffe ausgewählt. Die Auswahlkriterien sind an das Ziel und die Fragestellungen gekoppelt. Die Definition des Systems ist der Versuch, die üblicherweise sehr komplexe Wirklichkeit auf ein Maß zu reduzieren, daß sie mathematisch handhabbar wird und trotzdem realitätsnah und wahr bleibt.

Die **Systemgrenzen** sind entsprechend der Zielsetzung und Fragestellungen zu ziehen. Die Systeme können auf unterschiedlichen Ebenen angesiedelt sein. Diese Ebenen können ein Betrieb, eine Region oder eine Nation sein. Beispiele für solche Systeme wären auf betrieblicher Ebene eine Abwasserreinigungsanlage oder Papierfabrik; auf regionaler Ebene das Kremstal, auf nationaler Ebene Österreich oder auch eine sozialwissenschaftlich definierte Einheit wie der Privathaushalt. Nach der **Wahl der** zu untersuchenden **Prozesse und Güter** müssen die Prozesse innerhalb der Systemgrenze positioniert werden. Der Vollständigkeit halber können die nicht untersuchten, sich außerhalb der Systemgrenze befindlichen Herkunfts- und Zielprozesse der Güter dargestellt werden. Die Hauptaufgabe der Systemanalyse besteht in der **Verknüpfung** der einzelnen Prozesse über die jeweiligen Güterflüsse. Für jedes Gut muß ein Herkunfts- und ein Zielprozeß definiert werden. Für das System sind die Im- und Exporte, für jeden Prozeß die In- und Outputs zu definieren.

Die **Auswahl der** zu untersuchenden **Stoffe** ist ein weiterer Bestandteil der Definition des Systems. Oft ist der bzw. sind die Stoffe durch die Problemstellung (z. B. Nährstoffeintrag in

das Grundwasser einer Region) gegeben. Auswahlkriterien sind nicht nur die Umweltrelevanz (z. B. das Produkt aus Toxizität und totaler Anwendungsmenge, oder das Verhältnis von anthropogenem Flux zu geogenen Flüssen), sondern auch die Ressourcenpotentiale.

Im **dritten Schritt** wird mit dem vorhandenen Wissen und rasch verfügbarer Daten eine erste **provisorische Bilanz der Stoffflüsse** erstellt. Aus Kostengründen sollte grundsätzlich versucht werden, mit Literaturstudien und möglichst ohne eigene Messungen auszukommen. Die Mitarbeit von Fachleuten, die über vertiefte Kenntnisse in der Produktion und Anwendung des entsprechenden Stoffes verfügen, erweist sich in dieser Phase als ausgesprochen hilfreich. In der Regel werden zuerst die Güterflüsse erfaßt. Mit Hilfe der Güterliste, in der auch die Stoffkonzentrationen der Güter aufgelistet sind, werden durch Multiplikation der Güterflüsse mit den Stoffkonzentrationen die Stoffflüsse errechnet. Für jeden Prozeß muß das Massenerhaltungsgesetz gelten.

Soll neben dem Istzustand auch die zeitliche Entwicklung eines Systems und dessen Ursachen erfaßt werden, so müssen bei der Datenerhebung einerseits Zeitreihen und andererseits auch z. B. ökonomische, soziale, kulturelle oder gesellschaftliche Faktoren berücksichtigt werden.

Auf Grund der provisorischen Bilanz kann eine **Sensitivitätsanalyse** durchführen werden. Es werden dabei die für das System wichtigen Prozesse, Güter- und Stoffflüsse identifiziert. Dies sind jene Flüsse, bei deren Änderung das System am heftigsten reagiert. Anschließend werden die kleinsten Stoffflüsse und Prozesse für die weitere Betrachtung gestrichen. Diese Aufgabe muß je nach Einzelfall und Fragestellung gelöst werden. Aus den bisherigen Arbeiten kann abgeleitet werden, daß Stoffströme kleiner 10 % meist vernachlässigt werden können. Die erste Abschätzung zeigt weiters, ob und mit welcher Bedeutung Rückkoppelungen innerhalb des Systems vorhanden sind.

Auf Grund der Ergebnisse der ersten Abschätzung läßt sich das weitere Vorgehen bestimmen. In den meisten Fällen werden zur Beantwortung der gestellten Fragen die vorhandenen Daten unvollständig oder zu ungenau sein. Die provisorische Bilanz stellt daher eine wesentliche Hilfe für den **vierten Schritt**, die Erstellung eines möglichen **Untersuchungs- und Meßprogrammes** dar. Sie zeigt, wo und an welchen Stellen zusätzliche Erhebungen oder Messungen mit welcher Genauigkeit notwendig sind.

Mit den Ergebnissen des Untersuchungs- und Meßprogrammes wird im **fünften Schritt** die endgültige **Stoffbilanz** ermittelt. Bei Bedarf können anhand von Modellen verschiedene Szenarien und ihre Auswirkungen auf das System berechnet werden. Die Unsicherheiten der Resultate müssen ebenfalls diskutiert werden.

Die provisorische und die endgültige Bilanz sollen miteinander verglichen werden. So können Erfahrungen bezüglich des Fehlerausmaßes einer auf vorhandenen Daten erstellten Bilanz und der Defizite vorhandener Datensammlung für zukünftige Arbeiten gewonnen werden. Auch müssen die Arbeitsschritte interpretiert und aus den Erfahrungen die Methodik optimiert werden.

Die Darstellung der Resultate der Stoffflußanalysen mit Hilfe von Transferkoeffizienten hat sich besonders bewährt. Ein **Transferkoeffizient** beschreibt den Transport und die Transformation eines Stoffes in einem Prozeß.

Der **sechste** und letzte **Schritt** besteht in der Darstellung der **Resultate**. Die Einzelwerte sollen zusammengefaßt in einfacher, grafischer Form präsentiert werden. Die wichtigsten Prozesse, Güter- und Stoffflüsse sollen sofort erkennbar sein, wobei in erster Linie auf die Hauptaussagen des Projektes Bezug genommen werden sollte. Auf keinen Fall darf auf die Beschreibung der Grenzen und Unsicherheiten der gewählten Methodik und auf die Beschreibung der Datenerfassung samt ihren Ungenauigkeiten verzichtet werden.

### 3.3 Methodik der Stoffbuchhaltung

Die Methoden der Erstellung von Stoffflußanalysen und von Stoffbuchhaltungen sind sehr eng miteinander verknüpft. Vor allem beim Ablauf der einzelnen Schritte sind große Ähnlichkeiten gegeben [BRUNNER et al., 1995].

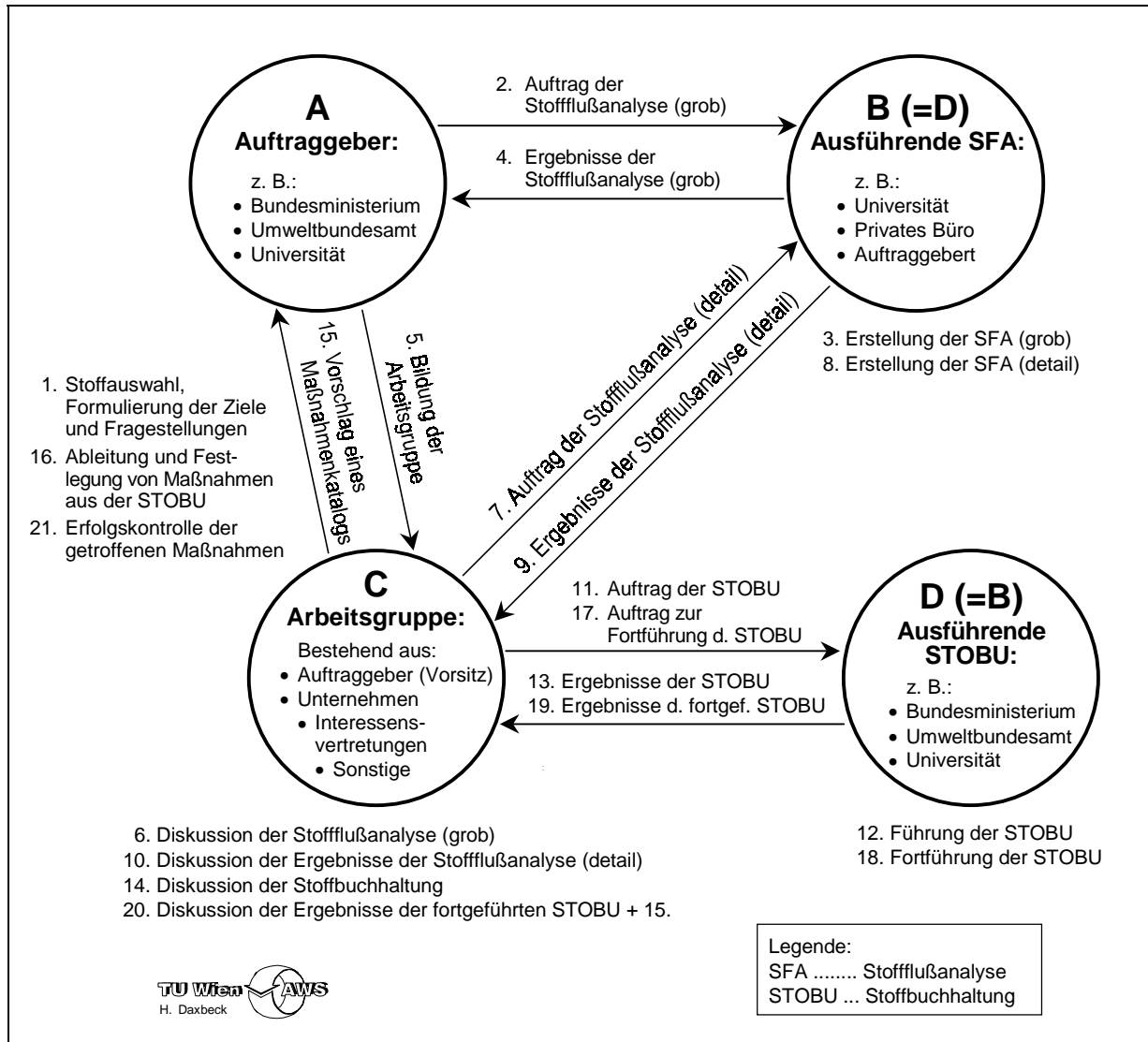


Abb. 1: Organisatorisches Vorgehen bei der Erstellung einer Stoffbuchhaltung

In der Abbildung 1 wird das organisatorische, aber auch das methodische Vorgehen bis zur Erstellung einer Stoffbuchhaltung dargestellt. Insgesamt sind dafür 21 Punkte vorgesehen, die in fünf Schritte untergliedert werden können.

Im **ersten Schritt** (Abb. 1, Pkt. 1-7) erfolgen die Stoffauswahl, die Formulierung der Ziele und Fragestellungen, die Erstellung und Diskussion einer groben Stoffflußanalyse und die Bildung einer Arbeitsgruppe. Dieser Schritt wird mit einem Auftrag zur Erstellung einer detaillierten Stoffflußanalyse abgeschlossen.

Der erste Schritt bei der Erstellung einer Stoffbuchhaltung beginnt mit der Auswahl eines Stoffes oder einer Stoffgruppe und der Bildung einer Arbeitsgruppe. Die wichtigsten Fragen sind: WER wählt die Stoffe aus und WELCHE Stoffe sollen überhaupt ausgewählt werden?

Die Auswahl der Stoffe für eine Stoffbuchhaltung obliegt jenen Institutionen, welche Kenntnis über nationale Stoffflüsse, sei es als Rohstoff oder als Emission, benötigen. Diese Informationen dienen dazu, Empfehlungen abgeben zu können, Entscheidungen treffen zu können, den Erfolg von Maßnahmen überprüfen oder Ressourcenpotentiale aufspüren zu können. So könnte beispielsweise der mögliche Effekt einer zukünftigen Elektronikschrottverordnung auf den nationalen Stoffhaushalt einerseits bereits im Vorhinein abgeschätzt werden und andererseits der tatsächliche Erfolg der Maßnahme im Nachhinein überprüft werden. An einer Identifizierung von Ressourcenpotentialen in der Anthroposphäre durch Kenntnis der anthropogenen Aluminiumlager könnte z. B. die Aluminiumindustrie großes Interesse haben. Als Institutionen, für die eine Nationale Stoffbuchhaltung von prinzipiellem Interesse sein könnte, kommen in erster Linie Ministerien und das Umweltbundesamt und Interessensvertretungen in Frage.

Stoffe können nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählt werden. Im Vordergrund stehen Fragen der Ressourcennutzung und des Umweltschutzes: Welche Rohstoffe sind für eine Nation wichtig? Welche Schadstoffe sind im Verhältnis zu ihrer Toxizität in der höchsten Konzentration in einzelnen Umweltkompartimenten, insbesondere im Boden, vorhanden? Als Antwort auf diese Fragen wurden beispielsweise Stoffbilanzen von Aluminium, Kohlenstoff, Cadmium und Dioxinen durchgeführt.

Weltweit sind wenige praktische Erfahrungen für die Implementierung einer Stoffbuchhaltung vorhanden. Die vorliegenden Arbeiten [METALLGESELLSCHAFT AG & WORLD BUREAU OF METAL STATISTICS, 1995] reichen nicht zur Erstellung nationaler Stoffbuchhaltungen aus, weshalb auf die Erkenntnisse von Gruppen zurückgegriffen wurde, die regionale oder nationale Güter- oder Stoffbilanzen erstellt haben. Zu Beginn sollen daher Stoffe gewählt werden, die entweder bereits bilanziert wurden oder über die bereits eine genügend große Anzahl von Daten in ausreichender Qualität verfügbar ist. Ein weiteres Kriterium können Ziele wie der "Schutz des Menschen und der Umwelt" oder der "Schonung von Ressourcen" sein, d. h. Stoffe würden wegen ihrer Eigenschaft als potentielle Schad- oder Rohstoffe untersucht.

Beispiele für Stoffe, die für eine Untersuchung in Frage kämen:

Nährstoffe ..... Phosphor, Stickstoff  
 Hauptelemente/Stoffe: ..... Eisen, Aluminium, Calcium, Silizium, Chlor  
 Energieträger: ..... Kohlenstoff, Schwefel  
 Spurenelemente: ..... Blei, Cadmium, Zink, Kupfer, Quecksilber, Chrom  
 Organische Verbindungen: ... Tenside, PCB, Dioxine, Phtalate, PVC, Zellulose.

Aufgabe der Arbeitsgruppe ist es, das Ziel und die daraus abgeleiteten Fragestellungen zu diskutieren und gegebenenfalls auch zu adaptieren. Diese Gruppe sollte sich aus allen am jeweiligen Stofffluß interessierten oder von ihm betroffenen Personen zusammensetzen. Diese Motivation kann sich beispielsweise daraus ergeben, daß der Stoff (z. B. Stickstoff) für die eigene Branche (z. B. Landwirtschaft, Chemische Industrie) von großer Bedeutung ist. Aber auch Behörden können von der Kenntnis bestimmter Stoffflüsse bzw. deren Lager profitieren. Ein mögliches Kriterium für die Teilnahme einer Gruppe könnte deren Anteil am gesamten Stofffluß sein. Ziel sollte sein, mindestens drei Viertel aller für den gesamten Stofffluß verantwortlichen Unternehmen, Branchen oder Sektoren, Behörden, Interessensverbände sowie das Statistische Zentralamt zu einer Zusammenarbeit einzuladen. Um die potentiellen Mitglieder der Arbeitsgruppe zu identifizieren, ist von jener Institution, welche die Stoffauswahl durchgeführt hat, eine provisorische Stoffflußanalyse zu erstellen oder, wenn bereits vorhanden, auf diese zurückzugreifen.

Die Arbeitsgruppe trägt die Verantwortung für den gesamten Ablauf und für die Veröffentlichung der Resultate, sie schlägt schlußendlich Steuerungsmaßnahmen vor und verteilt die Aufgaben sowohl innerhalb der Gruppe als auch an externe Institutionen (z. B. Erstellung der Stoffflußanalyse).

Der **zweite Schritt** (Abb. 1, Pkt. 8-11) umfaßt die Erstellung und Diskussion einer detaillierten Stoffflußanalyse und endet mit dem Auftrag zur Führung einer Stoffbuchhaltung.

Er beginnt mit der Erstellung einer **Stoffflußanalyse**, denn um eine Stoffbuchhaltung einzuführen, ist es zuerst einmal notwendig, zu wissen, welches die sensiblen Güterflüsse und Prozesse sind. Erst aufgrund der Ergebnisse der Stoffflußanalyse kann über die Art und Weise der Einführung einer Buchhaltung diskutiert werden. Die Durchführung der Stoffflußanalyse kann extern vergeben werden. Ein Vorschlag, in welchen Schritten eine Stoffflußanalyse erstellt werden kann, ist dem Kapitel 3.3 zu entnehmen.

Aufgrund der Resultate der Stoffflußanalyse kann, falls erforderlich, mit der Ausarbeitung eines speziellen **Meßprogrammes** begonnen werden. Das eingangs gesteckte Ziel und die Fragestellungen sind zu überprüfen und gegebenenfalls zu adaptieren. Im wesentlichen ist in diesem Schritt zu klären, **wer, wo, wie, wann und wie oft** die notwendigen Daten erfaßt. Dabei kann auf die Erfahrungen, die während der Erstellung der Stoffflußanalyse gemacht wurden, zurückgegriffen werden. Die Daten sollen an jenem Ort und von jener Institution auf eine Art und Weise erfaßt werden, die die minimal erforderliche Genauigkeit zum geringstmöglichen Aufwand erreicht. Solche Orte oder Prozesse können beispielsweise Sammelprozesse wie Müllverbrennungsanlagen oder Generalimporteure von bestimmten Konsumgütern sein. Der Vorteil dieser Prozesse besteht darin, daß in ihnen Aufkonzentrierungen stattfinden. Die Frage, wann und wie oft die Daten erfaßt werden sollten, ist von Stoff zu Stoff und von Prozeß zu Prozeß unterschiedlich. Speziell bei Prozessen, in denen viele Güter mit stark unterschiedlichen Konzentrationen miteinander vermischt werden, wie etwa in Abwasserreinigungsanlagen oder in der Atmosphäre, ist der Einsatz von statistischen Methoden zur Stichprobenauswahl unbedingt notwendig. Als Bilanzzeitraum hat sich aus den bisherigen Erkenntnissen ein Jahr bewährt.

Der **dritte Schritt** (Abb. 1, Pkt. 12 und 18) besteht in der **Führung der Stoffbuchhaltung**. Diese Aufgabe könnte vom Umweltbundesamt wahrgenommen werden, da in dieser Institution viele Daten aus unterschiedlichen Meßnetzen zusammenlaufen.

Es ist die Aufgabe und Verantwortung der Arbeitsgruppe, dafür zu sorgen, daß jene Institution, welche die Stoffbuchhaltung führt, mit den notwendigen Daten in ausreichender Qualität versorgt wird. Da in der Arbeitsgruppe allen für den Stoff wesentlichen Bereiche vertreten sein sollen, sollte dies mit einem vertretbaren Aufwand zu bewerkstelligen sein.

Wie soll die Stoffbuchhaltung aufgebaut sein? Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten des Aufbaus, beispielsweise in Form von Input-Output-Tabellen, wie sie von LEONTIEFF in den 20er Jahren entwickelt wurden. Sicherlich sind auch Anlehnungen an Kostenrechnungssysteme möglich. Bei Stoffflußanalysen haben sich Güterlisten bewährt, wobei die Stoffflüsse durch Verknüpfung der Güterliste mit den jeweiligen Stoffkonzentrationen ermittelt wurden. Mittelfristig könnten diese Stoffbuchhaltungen als Datenbanken einem breiten Publikum zur freien Verfügung bereitgestellt werden.

Da die Stoffbuchhaltungen auf betrieblicher, regionaler, nationaler und langfristig auch auf internationaler Ebene durchgeführt werden sollen, ist die Definition der Schnittstellen und die Art der Aufbereitung und Bereitstellung der Daten besonders wichtig. Es ist von Anfang an eine Kompatibilität und Durchlässigkeit des Datenflusses über alle Ebenen hinweg anzustreben. Vor allem im Hinblick auf eine internationale Verknüpfbarkeit ist die Entwicklung in den europäischen Staaten mitzuverfolgen und gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Eng verknüpft mit der Definition der Schnittstellen ist die Frage der Verwaltung der Daten. Die Änderung von Daten sollte ausschließlich der die Stoffbuchhaltung führenden Institution vorbehalten sein.

Im **vierten Schritt** (Abb. 1, Pkt. 13 und 19) werden die **Ergebnisse** der Stoffbuchhaltung in übersichtlicher, leicht verständlicher Form mittels **Stoffflußdiagrammen** graphisch dargestellt und der Arbeitsgruppe präsentiert. Wie häufig diese Diagramme erstellt werden, hängt vom

ausgewählten Stoff ab. Das Mindestintervall wird ein Jahr sein und kann je nach Stoff auf mehrjährige Perioden ausgedehnt werden.

Da sich der Stoffhaushalt der Anthroposphäre in einem ständigen Wandel befindet, muß in einem **fünften Schritt** (Abb. 1, Pkt. 14 und 20) das **weitere Vorgehen** und die **Art der Fortschreibung der Daten** geplant und festgelegt werden. Es muß entschieden werden, ob die Datenerhebung unverändert fortgeführt werden kann (dann zurück zum dritten Schritt), oder ob aufgrund der Veränderung des Gesamtsystems mit einer neuerlichen Stoffflußanalyse ein neuer Überblick verschafft werden muß (dann zurück zum ersten Schritt).

Die Arbeitsgruppe sollte die Ergebnisse der Stoffbuchhaltung auch beurteilen und darauf aufbauend einen **Maßnahmenkatalog zu Steuerung des nationalen Stoffhaushaltes** erarbeiten (Abb. 1, Pkt. 15) und an den Auftraggeber weiterleiten. Das Ziel sollte eine regionale Bewirtschaftung von Stoffen sein. Das heißt, die Gruppe verteilt einerseits intern die Aufgaben an die Teilnehmer und formuliert andererseits ihre Vorschläge an die Behörden (Verwaltung, Gesetzgebung) und ist sowohl für die Veröffentlichung der Ergebnisse als auch der Vorschläge verantwortlich (z. B. welche Maßnahmen geeignet sind, um den Nitratgehalt im Grundwasser unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes zu halten).

Dem Auftraggeber obliegt es, den Inhalt des Maßnahmenkataloges zu prüfen und gegebenenfalls Schritte zur praktischen Umsetzung in die Wege zu leiten (Abb. 1, Pkt. 16), bzw. den Effekt von bereits getroffenen Maßnahmen zu überprüfen (Abb. 1, Pkt. 21).

## **4 ERSTELLUNG DER STOFFFLUSSANALYSE**

### **4.1 Systemanalyse**

Im Zuge der Systemanalyse werden die zeitlichen und räumlichen Systemgrenzen festgelegt und die wichtigsten Prozesse und Güterflüsse bestimmt.

### **4.2 Systemgrenzen**

Als zeitliche Grenze wurde ein Jahr festgelegt. Als Bilanzjahr wurde das Jahr 1994 gewählt, das ist das Jahr mit den aktuellsten Datensätzen. In jenen Fällen, wo für 1994 keine Daten vorlagen, wurden Daten des nächstliegenden Jahres herangezogen.

Als räumliche Systemgrenze wurde die politische Grenze der Republik Österreich festgelegt. Die Atmosphäre, als die den Planeten umgebende Gashölle, wurde nicht eingegrenzt. Die Begrenzung innerhalb der Lithosphäre wurde bis zum gegenwärtig vom Menschen beeinflussten Bereich, das entspricht einer Tiefe von 5.000 m, vorgenommen

Das System Stoffbuchhaltung Zink – Österreich läßt sich durch elf Prozesse charakterisieren:

#### **6 anthropogene Prozesse:**

1. Bergbau, Land- und Forstwirtschaft
2. Industrie und Gewerbe
3. Dienstleistung (inkl. Infrastruktur)
4. Privater Haushalt
5. Abfall- und Abwasserwirtschaft
6. Deponie.

#### **5 natürliche Prozesse:**

1. Atmosphäre
2. Pedosphäre
3. Lithosphäre
4. Grundwasser
5. Oberflächengewässer.



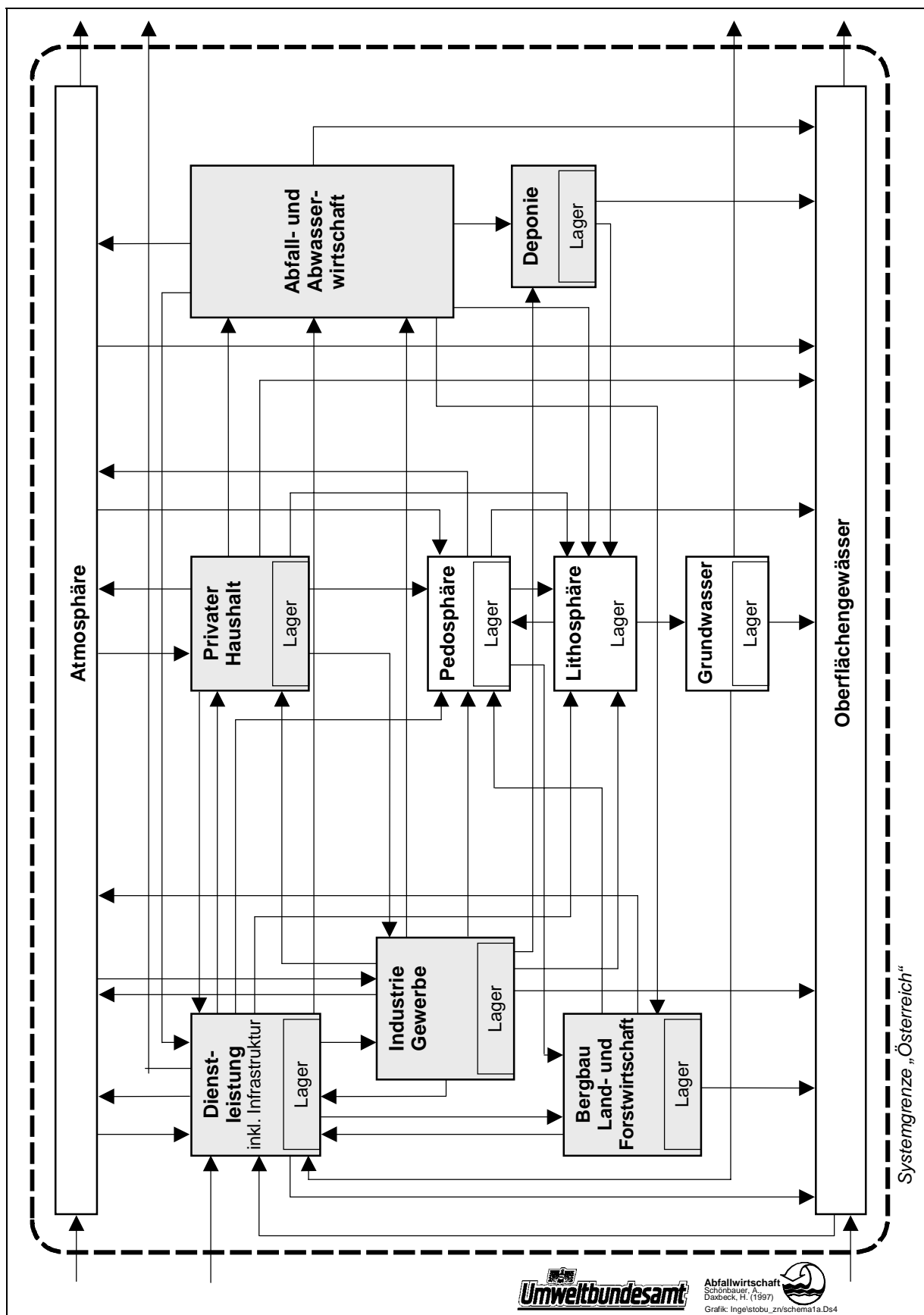


Abb. 2: Systemanalyse des Projektes Stoffbuchhaltung Zink.

## 4.2.1 Prozesse

### Definitionen der anthropogenen PROZESSE

Bei der Definition der anthropogenen Prozesse wurde darauf geachtet, daß diese sich möglichst nahtlos an bestehende, aber auch an in naher Zukunft zu erwartende Datensätze anknüpfen lassen.

Der Aufteilung der Prozesse liegt einerseits die europaweit einheitliche Systematik des sogenannten **NACE-Codes**<sup>1)</sup> zugrunde, andererseits wurde auf die gebräuchliche Einteilung der gesamten Wirtschaft in einzelne Wirtschaftssektoren (Primär-, Sekundär- und Tertiärsektor) zurückgegriffen.

Die **ÖNACE 1995** stellt eine neue österreichische Systematik der Wirtschaftstätigkeiten dar und ersetzt seit 1995 die bisher angewandte Grundsystematik der Wirtschaftstätigkeiten, die sogenannte Betriebssystematik 1968 (BS 68). Die ÖNACE 1995-Klassifizierung wurde vom Österreichischen Statistischen Zentralamt von der NACE Rev.1-Kodierung der Europäischen Union abgeleitet und an die österreichischen Verhältnissen angepaßt. Die Anwendung dieser Systematik ist für alle EU-Mitgliedsstaaten verpflichtend und hat den Vorteil, daß zukünftig die statistischen Daten im Hinblick auf ihre zugrundeliegende Klassifikation voll vergleichbar sein werden [ÖSTAT, 1995e]<sup>2)</sup>. Zurzeit liegen noch keine Statistiken des Österr. Statistischen Zentralamtes vor, die nach dem ÖNACE-Code klassifiziert sind.

#### 4.2.1.1 Prozeß "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" (BLF)

Der Prozeß "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" umfaßt den Primärsektor. Es sind dies die ÖNACE-Klassen A bis C, d. h. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Fischzucht, Bergbau und die Gewinnung von Steinen und Erden. Der land- und forstwirtschaftlich genutzte **Boden** ist **nicht** Bestandteil dieses Prozesses, sondern ist dem Prozeß "Pedosphäre" zugeordnet.

#### Erläuterungen zur Abbildung 2:

Inputgüter sind der eingekaufte *Handelsdünger BLF, Klärschlamm DL-E, Leitungswasser BLF* sowie die geernteten *pflanzlichen Produkte*. Den Prozeß verlassen die auf dem Boden aufgetragenen Güter *Handelsdünger, Hofdünger, Leitungswasser und ausgebrachter Klärschlamm BLF*. Weiters fließen *pflanzliche Produktionsgüter, Energieträger inländisch erzeugt BLF* und *Abluft BLF* aus dem Prozeß.

#### 4.2.1.2 Prozeß "Industrie, Gewerbe" (IG)

Der Prozeß "Industrie, Gewerbe" umfaßt den Sekundär- oder Produktionssektor. Es sind dies die ÖNACE Klassen D und F, d. h. Sachgütererzeugung und das Bauwesen.

#### Erläuterungen zur Abbildung 2:

Die eingesetzten Inputgüter *sind Brauch-, Nutz- und Leitungswasser IG, Luft IG, Energieträger IG, Baumaterialien, Produktions- und Konsumgüter, Deposition IG*, sowie die *Baurestmassen* aus *PHH* und *DL-oE*. Die Outputgüter *sind Abluft IG, Produktions- und Konsumgüter inländisch*

<sup>1</sup> Güter werden EU-weit nach der CPA (Central Classification of Products by Activities) klassifiziert. Als Branchensystematik wird dabei die NACE-Codierung (Nomenclature générale des activités économiques dans les communautés européennes) verwendet. Güter müssen von Betrieben nach der PRODCOM (Production communautaire)-Liste gemeldet werden.

<sup>2</sup> Da die CPA ebenso wie das in der Außenhandelsstatistik verwendete UN-System SITC (Standard International Trade Classification) auf der sogenannten KN (kombinierte Nomenklatur) basieren, sind Produktions- und Außenhandelsstatistik nunmehr verknüpfbar.

erzeugt IG, Abwasser IG, Abwasser kommunal IG, haushaltsähnliche Abfälle IG, Industrie- und Gewerbeabfälle, Schrott, deponierte Industrie/Gewerbeabfälle. Weitere Outputgüter sind die Baurestmassen IG, Bauwerke PHH, und DL-oE sowie versickertes Abwasser IG, flächenversickertes Abwasser IG, Abwasser Vorflut IG und deponierter Klärschlamm IG.

#### 4.2.1.3 Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur (DL-oE)"

Der Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" umfaßt den Tertiärsektor ohne Berücksichtigung der Entsorgungsprozesse und die Energie- und Wasserversorgung. Es sind dies die ÖNACE Klassen E, G bis K und L bis N, d. h. Energie- und Wasserversorgung, Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern, Beherbergungs- und Gaststättenwesen, Verkehr und Nachrichtenübermittlung, Kredit- und Versicherungswesen, Realitätenwesen, Vermietung beweglicher Sachen, Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistungen, öffentliche Verwaltung, Landesverteidigung, Sozialversicherung, Unterrichtswesen, Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen.

Dieser Prozeß umfaßt somit auch den Transport von Gütern und über die Klasse "öffentliche Verwaltung" auch die infrastrukturellen Einrichtungen für Verkehrswesen, Energieversorgung, Wasserversorgung, Kommunikation; weiters Krankenhäuser, Kindergärten, Schulen, Verwaltungseinrichtungen und militärische Einrichtungen. Es wird keine Unterscheidung gemacht, von wem (ob privat oder industriell-gewerblich) die Infrastruktur gebraucht bzw. verbraucht wird. Daher befindet sich das gesamte Lager der Infrastruktur (Straße, Strom, Wasserversorgung und Telephon) in diesem Prozeß. Die Entsorgungsnetze werden im Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" berücksichtigt.

#### Erläuterungen zur Abbildung 2:

Inputgüter sind *Produktions- und Konsumgüter, Energieträger und Handelsdünger*. Diese Güter stammen aus dem *Import* oder sind *inländisch erzeugt*. Weiters gelangen *recycelte Güter, Baumaterialien Import, Bauwerke DL-oE, Grund/Quellwasser, Nutz- und Brauchwasser, pflanzliche Produktionsgüter, Reifenabrieb PHH* und *IG* sowie *Deposition IG* in den Prozeß. Outputgüter sind *Energieträger, Produktions- und Konsumgüter für Export und IG; Handelsdünger BLF; Konsumgüter und Energieträger für PHH; recycelte Güter, Baurestmassen DL-oE*. Weitere Outputgüter sind *Verdunstung, Leitungswasser für IG, BFL und PHH, Brauch- und Nutzwasser IG, Abwasser kommunal DL-oE, Abwasser Vorflut DL-oE, flächenversickertes Abwasser DL-oE, versickertes Abwasser DL-oE* und *Abluft DL-oE*.

#### 4.2.1.4 Prozeß "Privater Haushalt" (PHH)

Der Prozeß "Privater Haushalt" besteht aus der Summe aller Privathaushalte innerhalb der Staatsgrenze von Österreich. Die betrachteten Inputgüter sind die *Luft PHH, Deposition PHH, Energieträger PHH, Bauwerke PHH, Baumaterialien PHH* und die *Konsumgüter PHH*. Bei den Konsumgütern wird zwischen den kurzlebigen (Verbrauchsgüter) und langlebigen (Gebrauchsgüter) Konsumgütern unterschieden. Die Outputgüter sind *Abluft PHH, Abwasser PHH, Umbau- u. Abbrucheinheiten, Hausmüll* und die separat gesammelten *Abfälle PHH* (d. s. Altstoffe, Restmüll/Sperrmüll und Problemstoffe).

#### 4.2.1.5 Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" (DL-E)

Der Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" umfaßt die Entsorgungsprozesse, welche ebenfalls einen Teil des Tertiärsektors darstellen. Es ist dies die ÖNACE Klasse O, d. h. Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistung (v. a. Abwasser- und Abfallbeseitigung und sonstige Entsorgung).

## **Erläuterungen zur Abbildung 2:**

Die Inputgüter sind: *Abwasser kommunal* aus DL-oE, IG und PHH; *Abwasser IG* sowie *Senkgrubenhalt PHH*. Weiters gelangen die Güter *Industrie-/Gewerbeabfälle*, *Baurestmassen IG*, *Schrott*, *Abfälle PHH*, *haushaltsähnliche Abfälle IG* und *separat gesammelte Abfälle PHH* in den Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft". Die Outputgüter aus diesem Prozeß sind: *Abluft DL-E*, *deponierter Klärschlamm DL-E*, *Klärschlamm DL-E*, *gereinigtes Abwasser DL-E*, *deponierte Abfälle DL-E*, *Wasserverlust Kanalisation* und *recycelte Güter*.

Die zum Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" gehörenden Unterprozesse sind: "Kanalisation", "Private und öffentliche Abfallsammlung", "Abwasserreinigungsanlagen", "thermische Entsorgung" und "Behandlung getrennt gesammelter Güter". Diese werden jedoch im vorliegenden Projekt in der Stoffflußanalyse nicht explizit dargestellt.

### **4.2.1.5.1 Prozeß "Kanalisation"**

Der Prozeß "Kanalisation" umfaßt die Sammlung und den Transport sämtlicher Abwässer aus dem privaten Haushalt und den Prozessen "Bergbau, Land-, Forstwirtschaft", "Industrie und Gewerbe" und "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" unabhängig von deren weiterer Behandlung. Weiters wird das in die Kanalisation gelangende Fremd- und Regenwasser berücksichtigt.

### **4.2.1.5.2 Prozeß "Öffentliche und private Abfallsammlung"**

Der Prozeß "öffentliche und private Abfallsammlung" beinhaltet die Einsammlung aller Abfälle. Es sind dies die separat gesammelten Abfälle, die Sammlung von Abfällen aus dem Prozeß "Industrie, Gewerbe" 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. Weiters werden die Baurestmassen aus der Bautätigkeit des Hoch- und Tiefbaues, die industriell-gewerblich gesammelt und zu ihrem Bestimmungsort transportiert werden, berücksichtigt, sowie die Mengen an kommunal (z. B. über die Mistplätze) gesammelten Baurestmassen.

### **4.2.1.5.3 Prozeß "Abwasserbehandlung"**

Dieser Prozeß umfaßt das gesamte aus dem Prozeß "Kanalisation" stammende Abwasser, welches in den Kläranlagen behandelt wird.

### **4.2.1.5.4 Prozeß "Thermische Entsorgung"**

Der Prozeß besteht aus den Anlagen, in denen Abfälle verbrannt werden. Die Herkunft der Abfälle sind die Prozesse "öffentliche und private Abfallsammlung" und "Behandlung getrennt gesammelter Güter". Ein weiteres Inputgut stammt aus dem Prozeß "Abwasserreinigung" (Klärschlamm für Verbrennung).

### **4.2.1.5.5 Prozeß "Behandlung getrennt gesammelter Güter"**

Hier werden die Abfallbehandlungsanlagen, die Kompostierung und die Behandlung von organischen und anorganischen Abfällen in chemisch-physikalischen Anlagen zusammengefaßt. In den Abfallbehandlungsanlagen werden alle separat gesammelten Altstoffe, inklusive der Altstoffe von Mistplätzen behandelt. Zusätzlich wird angelieferter Gewerbemüll gesichtet und sortiert.

### **4.2.1.6 Prozeß "Deponie"**

Der Prozeß Deponie besteht aus den noch aktiven Deponien, für die Bestimmung des Lagers zusätzlich aus den bereits verfüllten Deponien. Werden Abfälle innerhalb Österreichs abgelagert, sind die Abfälle in diesem Prozeß abgebildet. Im Ausland deponierte Abfälle verlassen das System Österreich in einem eigenem Güter- bzw. Stofffluß.

In den Prozeß gelangen die Güter *deponierter Klärschlamm* aus *DL-E* und *IG*, *deponierte Abfälle DL-E* und *deponierte Industrie/Gewerbeabfälle*. Das einzige Outputgut ist das *Sickerwasser*.

## Definitionen der natürlichen PROZESSE

### 4.2.1.7 Prozeß "Atmosphäre"

Der Prozeß Atmosphäre stellt die Lufthülle dar. Inputgüter sind *Luft Import*, *Abluft aus DL-oE*, *IG*, *BLF*, *PHH*, *DL-E*; und *Winderosion*. Den Prozeß verlassen die Güter *Luft Export*, *Luft IG*, *PHH* und *Deposition IG*, *DL-oE*, *PHH*, *DL-E*, *Oberflächengewässer* und *Pedosphäre*.

### 4.2.1.8 Prozeß "Oberflächengewässer"

In diesem Prozeß sind alle oberirdisch fließenden oder stehenden Gewässer dargestellt. Inputgüter sind *Oberflächenwasser Import*, *Grundwasserausfluß*, *Abschwemmung/Erosion*, *Abwasser Vorflut IG*, *DL-oE*, *PHH*, *gereinigtes Abwasser DL-E*, *Exfiltrat* sowie *Deposition Oberflächengewässer*. Aus den Prozeß fließen *Oberflächenwasser Export* sowie *Brauch- und Nutzwasser*.

### 4.2.1.9 Prozeß "Grundwasser"

Der Prozeß "Grundwasser" umfaßt das die Hohlräume des Untergrundes ausfüllende Wasser, dessen Bewegungszustand ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird. In den Prozeß gelangen die *Auswaschung Litho* und *Tiefensickerung Litho*. Outputgüter sind *Grundwasserausfluß*, *Grund- und Quellwasser* sowie *unterirdischer Abfluß Export*.

### 4.2.1.10 Prozeß "Pedosphäre"

Die Pedosphäre ist jener Bereich des Untergrundes, in dem organische mit mineralischen Substanzen vermischt werden. Der Prozeß wurde nach unten hin durch eine Schicht von 45 cm begrenzt [VON STEIGER & BACCINI, 1990]. In den Prozeß eingetragene Güter sind *Deposition Pedosphäre*, *Niederschlag*, *Leitungswasser*, *flächenversickerte Abwässer PHH*, *IG*, *DL-oE* und *ausgebrachter Klärschlamm BLF*. Weitere Inputgüter sind *Handelsdünger*, *Hofdünger* und *Verwitterung*. Aus dem Prozeß gehen die Güter *Tiefensickerung Pedo*, *Abschwemmung/Erosion*, *Winderosion*, *Verdunstung Pedo* und *pflanzliche Produktion (Ernteentzug)*.

### 4.2.1.11 Prozeß "Lithosphäre"

Der Prozeß "Lithosphäre" bildet den unter dem Prozeß "Pedosphäre" liegenden Bereich des Untergrundes ab. Dieser besteht fast ausschließlich aus anorganischer Substanz, dem gewachsenen Gebirge. Das räumlich eingelagerte Grundwasser ist ein eigener Prozeß (Prozeß "Grundwasser"). Inputgüter sind *Tiefensickerung Pedo*, *versickertes Abwasser aus IG*, *PHH*, *DL-oE*, und *DL-E* sowie *Wasserverlust Kanalisation* und *Sickerwasser*. Outputgüter sind *Auswaschung* und *Tiefensickerung Litho* sowie *Verwitterung*.

## 4.3 Datenerhebung

Für die Erstellung der Stoffflußanalyse Zink wurden internationale und nationale Literatur, Statistiken und Informationen aus Gesprächen mit Fachleuten verwendet. Für die vorliegende Arbeit wurden keine eigenen Analysen der Güter durchgeführt, es wurden jedoch Ergebnisse aus früheren am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft durchgeführten Stoffflußanalysen berücksichtigt.

Für die Bestimmung der Flüsse auf Güterebene wurde in dieser Arbeit auf die Ergebnisse der Industrie- und Gewerbestatistik zurückgegriffen. Für zukünftige Arbeiten ist es jedoch notwendig, für die Bilanzierung des Produktionssektors die sogenannte PRODCOM-Liste, welcher die NACE Klassifizierung als Grundlage dient, zu verwenden. Diese PRODCOM-Liste ist als Produktliste konzipiert.<sup>3)</sup>

### 4.3.1 Produktionsgüter

**Produktionsgüter** sind Güter, die nur indirekt ein menschliches Bedürfnis befriedigen. Es sind dies beispielsweise Werkzeuge, Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse. Zumeist sind sie Inputgüter für Produktionsprozesse, wobei am Ende einer jeden Produktionskette schlußendlich grundsätzlich Konsumgüter stehen [SCHIERENBECK, 1985].

#### 4.3.1.1 Import und Export

Mit Hilfe der Außenhandelsstatistik 1994 des Österreichischen Statistischen Zentralamtes wurde der Güterfluß nach und von Österreich abgeschätzt. Die dafür verwendete Klassifizierung wird in Zukunft durch den von der Europäischen Union vorgeschriebenen ÖNACE-CODE ersetzt. Der Zinkgehalt in den Gütern wurde mittels Angaben aus der Literatur abgeschätzt.

##### 4.3.1.1.1 Güter mit einer Zinkkonzentration von > 90 %

Für Zinkkonzentrationen nachstehender Güter wurden eigene Annahmen getroffen oder, wenn vorhanden, der Außenhandelsstatistik [ÖSTAT, 1995a] entnommen.

###### 4.3.1.1.1.1 Rohprodukte

Diese Güter besitzen die höchste Zinkkonzentration. Es sind dies Güter wie Feinzink, Zinklegierungen, Zinkstaub und -pulver. Diese Güter werden im Prozeß "Industrie und Gewerbe" verarbeitet. Für die Berechnung des Zinkflusses wird eine mittlere Zinkkonzentration von 99 % angenommen.

###### 4.3.1.1.1.2 Halbzeug

Es sind dies Güter die im Produktionssektor weiter- bzw. bearbeitet werden, wie Stangen, Stäbe, Profile, Platten und Bleche. Es wird eine mittlere Zinkkonzentration von 90 % angenommen.

###### 4.3.1.1.1.3 Fertigprodukte

Fertigprodukte sind Güter, die im Bauwesen (Rohre, Dachrinnen) oder Maschinenbau (Gußwaren) Verwendung finden sowie Güter die in der Außenhandelsstatistik [ÖSTAT, 1995a] als "andere Waren aus Zink" ausgewiesen sind. Für die Fertigprodukte wird eine mittlere Zinkkonzentration von 90 % angenommen.

###### 4.3.1.1.1.4 Zinkabfälle

Dies sind Abfälle und Schrott aus Zink. Für die Zinkabfälle wird eine mittlere Zinkkonzentration von 90 % angenommen.

---

<sup>3</sup> Siehe Fußnoten <sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> (Seite 26)

Tab. 1: Import und Export von Gütern mit hoher Zinkkonzentration [ÖSTAT, 1995a].

GÜTER	Zn-Konz. [g/kg]	Bandbreite [%]	IMPORT		EXPORT	
			Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
Rohprodukte	990		50.900	50.400	3.700	3.700
Halbzeug	900		8.800	7.900	570	520
Fertigprodukte	900		1.400	1.300	2.600	2.400
Zinkabfälle	900		1.200	1.100	1.900	1.700
<b>Gesamt</b>		<b>90-99,99</b>	<b>62.300</b>	<b>60.700</b>	<b>8.770</b>	<b>8.320</b>

#### 4.3.1.1.2 Kupferlegierungen

In der Außenhandelsstatistik werden Kupferlegierungen mit einem hohen Zinkanteil ausgewiesen (Messing). Der Zinkgehalt beträgt bis zu 35 % [JOKISCH, 1986] Für die Berechnung des Zinkflusses wurde ein Mittelwert von 20 % Zink in Kupferlegierungen angenommen.

Tab. 2: Import und Export von Gütern aus Kupfer-Zink-Legierung [ÖSTAT, 1994].

GÜTER	Zn-Konz. [g/kg]	Bandbreite [%]	IMPORT		EXPORT	
			Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
Kupfer-Zink-Legierung	200	bis zu 35	15.000	3.000	4.700	900

#### 4.3.1.1.3 Verzinkte Bleche und Drähte

Das sind Bleche und Drähte, die mit einer metallischen Schutzschicht aus Zink überzogen sind. Die Zinkkonzentration der verzinkten Güter wird in der Literatur auf zwei Arten angegeben. Entweder wird die Zinkmenge auf die Fläche bezogen oder aber die Schichtstärke der Beschichtung angegeben. Die Schichtstärke des Zinks kann zwischen 2,5 µm und 150 µm, in besonderen Fällen bis 500 µm betragen [PORTER, 1994]. Auf die Fläche bezogen gibt das 18 g/m<sup>2</sup> bis 1.070 g/m<sup>2</sup> bzw. in besonderen Fällen 3.566 g/m<sup>2</sup>. Die Parameter für die Schichtstärke sind das verwendete Verfahren (galvanisch, feuerverzinkt) und die Art der Beschichtung (Zn, Zn-Al, Zn-Fe, Zn-Ni).

Für die Höhe der Zinkkonzentration der verzinkten Güter ist wichtig, ob diese ein- oder zwei-seitig beschichtet sind. In Abhängigkeit von der Schichtstärke weisen einseitig verzinkte Bleche folgenden Zinkkonzentration auf:

Tab. 3: Zinkgehalte von Blechen in Abhängigkeit von der Blechdicke.

Blechdicke [mm]	Zinkschichtstärke [µm]	Zink in der Gesamtmasse verzinkten Bleches [%]
1	2,5-150	0,2-16,0
3	2,5-150	0,1-4,7
6	2,5-150	<0,1-2,4

Die VA STAHL gibt als Bandbreite der Zinkkonzentration in ihren verzinketen Flachwalzwaren 0,062-11,75 % an. Die mittlere Konzentration wurde mit 2,23 % abgeschätzt [VA STAHL, 1996].

Bei den restlichen Flüssen von verzinkten Blechen und Drähten wurde, soweit diese keine Angaben über die Stärke enthielten, mit einer mittleren Zinkkonzentration von 3 % der angegebenen Masse gerechnet.

Tab. 4: Import und Export verzinkter Bleche und Drähte [ÖSTAT, 1994].

GÜTER	Zn-Konz. [g/kg]	Bandbreite [%]	IMPORT		EXPORT	
			Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
Verzinkte Bleche u. Drähte	30	bis zu 8	199.000	6.000	575.000	17.300

#### 4.3.1.1.4 Zink in anorganischen chemischen Erzeugnissen

Das sind Produktionsgüter wie zum Beispiel Zinkoxid, Zinkchlorid und Zinksulfat. Die Zinkkonzentrationen wurden von WEAST entnommen [WEAST, 1982]. Für die Berechnung der Zinkflüsse wurde ein Mittel von 63 % angenommen.

Tab. 5: Import und Export von anorganisch chemischen Gütern [ÖSTAT, 1995].

GÜTER	Zn-Konz. [g/kg]	Bandbreite [%]	IMPORT		EXPORT	
			Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
Anorg. chem. Erzeugnisse	63	23-80	3.000	1.900	6.900	4.400

Insgesamt werden pro Jahr in rund 280.000 t Produktionsgütern **72.000 t Zink nach Österreich** importiert. **Aus Österreich** werden **31.000 t Zink** in 600.000 t Produktionsgütern exportiert.

#### 4.3.1.2 Inländischer Bedarf

Der inländische Bedarf an Produktionsgütern wurde anhand der Industrie- und Gewerbestatistik, Kapitel 6 "Verbrauch an Roh-, Hilfsstoffen und Halbfabrikaten in warenmäßiger Gliederung" [ÖSTAT, 1995b] und [ÖSTAT, 1995c] abgeschätzt.

Die Industriestatistik Kapitel 6 ist nach Industrie- und Wirtschaftszweigen gegliedert. Diese Gliederung entspricht im wesentlichen der Einteilung nach den Fachverbänden der Sektion Industrie. Der Fachverband der Bauindustrie wird jedoch in der Baustatistik erfaßt. Die zu Bundesinnungsgruppen zusammengefaßten Bundesinnungen werden in der Gewerbestatistik Kapitel 6 aufgelistet.

Aus der Industriestatistik wurden Daten zu folgenden Fachverbänden (FV) entnommen:

- FV 5 Chemische Industrie
- FV 14 Gießereiindustrie
- FV 15 Metallindustrie
- FV 16 Maschinen und Stahlbauindustrie
- FV 17 Fahrzeugindustrie
- FV 18 Eisen- und Metallwarenindustrie
- FV 19 Elektro- und Elektronikindustrie.



In der Industrie- und Gewerbestatistik dürfen nur Daten veröffentlicht werden, wenn mehr als drei Betriebe damit in Verbindung zu bringen sind. Daher mußten für die Fachverbände "Bergwerke und eisenerzeugende Industrie" und "Metallindustrie" eigene Abschätzungen angestellt werden.

In der nachstehenden Tabelle sind die Daten der Industrie- und Gewerbestatistik mit Literaturangaben zu Zinkkonzentrationen [JOKISCH, 1986] dargestellt. Im Anhang, Tabelle 23, sind die Zahlen nach den Fachverbänden aufgliedert.

Tab. 6: Österreichischer Verbrauch zinkhaltiger Produktionsgüter [ÖSTAT, 1995b] [ÖSTAT, 1995c].

GÜTER Bezeichnung nach der Industrie-/Gewerbesstatistik	Zn-Konz. [g/kg]	Bandbreite [%]	GÜTERFLUSS		ZINKFLUSS	
			1990 [t]	1993 [t]	1990 [t]	1993 [t]
Zink u. Zinklegierungen, roh	950	90-100	42.000	42.000	39.900	39.900
Zinksulfat	230	23	5.900	5.800	1.300	1.300
Verzinkte Bleche	30	<1 bis 8	223.000	240.000	6.700	7.200
<b>Summe</b>			<b>270.900</b>	<b>287.800</b>	<b>47.900</b>	<b>48.400</b>

Dem Fachverband "Bergwerke und eisenerzeugende Industrie" wurden auf Grundlage des Ergebnisses des Datenerhebungsbogens [VA STAHL, 1996] 19.500 t/a zugeordnet, die nicht in der Industriestatistik angeführt sind.

#### 4.3.2 Konsumgüter

Unter **Konsumgüter** (z. B. Schuhe, Personenwagen, Waschmittel) werden solche unmittelbar dem Konsum dienenden Güter verstanden, die schlußendlich fast ausschließlich in den Privathaushalten landen. Sie befriedigen somit direkt die menschlichen Bedürfnisse [SCHIERENBECK, 1985].

Die Konsumgüter können zusätzlich in Abhängigkeit von ihrer Nutzungsdauer in Verbrauchs- und Gebrauchsgüter unterteilt werden. Hierbei werden die Güter nach ihrer Beschaffenheit gegliedert: Verbrauchsgüter sind jene, die bei einem einzelnen Einsatz verbraucht werden (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 Güter mit einer Nutzungsdauer von >1 Jahr als Gebrauchsgüter bezeichnet.

Die Inputflüsse und das Lager an Konsumgütern in den Prozeß "Privater Haushalt" wurden aufgrund von Arbeiten aus Österreich [BESCHORNER, 1996] und der Schweiz [BACCINI et al., 1993] ermittelt.

Die Untersuchung über die Schweizer Privathaushalte verfügt über den vollständigeren Datensatz. Die Arbeit 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.

Da keine weiteren Daten zur Verfügung standen, wurde für die Berechnung der Güterflüsse die Annahme getroffen, daß die Ergebnisse der österreichischen Untersuchung den Minimalwert und die der Schweizer Studie den Maximalwert des jeweiligen Inputflusses in die Privathaushalte darstellen. In der Güterbilanz wird ein Mittelwert ausgewiesen, d. h. die Verbrauchsgüter betragen 7,1 Mio. t und die Gebrauchsgüter belaufen sich auf 0,59 Mio. t.

Die Berechnung des Zink-Flusses über die Konsumgüter in den Prozeß "Privater Haushalt" wurde aufgrund der Schweizer Untersuchung [BACCINI et al., 1993] durchgeführt und ergab einen Zink-Fluß von 5.700 t.

Die Abschätzung des Lagers an mobilen Gütern (42.000 t Zn) im Prozeß "Priv. Haushalt" erfolgte ebenfalls aufgrund der Daten der Schweizer Untersuchung. Das Lager an Immobilien ist dem nachfolgenden Kapitel Baumaterialien zu entnehmen.

Tab. 7: Vergleich der Konsumgüterflüsse durch Privathaushalte berechnet aufgrund einer (1) österreichischen und einer (2) Schweizer Untersuchung, [BESCHORNER, 1996]<sup>(1)</sup>, [BACCINI et al., 1993]<sup>(2)</sup> und Berechnung der Zinkflüsse lt.<sup>(2)</sup>.

INPUT	Güterfluß <sup>(1)</sup>	Güterfluß <sup>(2)</sup>	Güterfluß <sup>(1)</sup>	Güterfluß <sup>(2)</sup>	Zn-Konz. <sup>(2)</sup>	Zn-Fluß <sup>(2)</sup>
Güter	kg/E•a	kg/E•a	t/a	t/a	ppm	t/a
Verbrauchs- und Gebrauchsgüter	<b>871</b>	1.139	<b>6.700.000</b>	8.700.000	660	5.700
Verbrauchsgüter	<b>811</b>	1.043	<b>6.200.000</b>	8.000.000	240	1.900
<i>Lebensmittel, Getränke</i>	<b>685</b>	776	<b>5.200.000</b>	5.900.000	21	120
<i>Verpackungen</i>	<b>103</b>	134	<b>790.000</b>	1.000.000	110	110
<i>Druckerzeugnisse</i>	<b>n. b.</b>	75	<b>n. b.</b>	570.000	170	98
<i>Wasch- und Reinigungsmittel</i>	<b>23</b>	24	<b>180.000</b>	180.000	70	13
<i>Restliche Güter</i>	<b>23</b>	34	<b>180.000</b>	260.000	6.100	1.600
Gebrauchsgüter	<b>60</b>	96	<b>460.000</b>	740.000	5.200	3.800
<i>Elektrogeräte</i>	<b>18</b>	14	<b>140.000</b>	110.000	19.000	2.100
<i>Personenwagen, Motorrad, u. a.</i>	<b>42</b>	46	<b>320.000</b>	350.000	4.000	1.400
<i>Einrichtungsgegenstände</i>	<b>n. b.</b>	28	<b>n. b.</b>	210.000	1.300	280
<i>Restl. Güter</i>	<b>0</b>	8	<b>0</b>	12.312	900	55
<b>Lager</b>	<b>kg/E</b>	<b>kg/E</b>	<b>t</b>	<b>t</b>	<b>ppm</b>	<b>t</b>
Gebrauchsgüter	<b>507</b>	1.241	<b>3.400.000</b>	9.500.000	4.400	42.000
<i>Elektrogeräte</i>	<b>111</b>	154	<b>850.000</b>	1.200.000	19.000	22.800
<i>Personenwagen, Motorrad, u. a.</i>	<b>282</b>	416	<b>2.200.000</b>	3.200.000	4.000	12.800
<i>Einrichtungsgegenstände</i>	<b>n. b.</b>	516	<b>n. b.</b>	4.000.000	1.300	5.200
<i>Restl. Güter</i>	<b>114</b>	155	<b>870.000</b>	1.200.000	900	1.100
Lagerveränderung in %	<b>n. b.</b>	+1 %	<b>n. b.</b>	+1 %		+4 %
<b>OUTPUT</b>	<b>kg/E•a</b>	<b>kg/E•a</b>	<b>t/a</b>	<b>t/a</b>	<b>ppm</b>	<b>t/a</b>
Hausmüll	<b>396</b>	195	<b>3.000.000</b>	1.500.000	1.200	1.800
Separat ges. Abfälle PHH	<b>n. b.</b>	131	<b>n. b.</b>	1.000.000	3.000	3.000

### 4.3.3 Baumaterialien

Unter **Baumaterialien** werden jene Roh-, Hilfsstoffe und Halbfabrikate verstanden, die für den Neu- und Umbau sowohl im Bereich des Hochbaus als auch im Bereich des Tiefbaus eingesetzt werden. **Baurestmassen** sind Bauschutt, Straßenaufbruch, Asbestzement, -stäube, -abfälle, chemisch verunreinigter Bauschutt und Baustellenabfälle, wobei der Bodenaushub nicht berücksichtigt wird.

Die Menge an Baumaterialien, die in Österreich jährlich verbaut wird, läßt sich auf Grundlage der Erhebungen des ÖSTAT bestimmen. Die Güterflüsse und -lager werden nach Sparten gegliedert und in die Teilbereiche Wohnbau, Hochbau Industrie Gewerbe und Tiefbau (Netzwerke) aufgeteilt. Zur Bestimmung der Flüsse wurde eine Studie über das Bundesland Oberösterreich [GLENCK et al., 1996] herangezogen. Die folgenden Mengenangaben wurden auf Grundlage dieser Studie errechnet, wobei die Ergebnisse über die Einwohnerzahl Oberösterreichs (1,37 Mio. EW) auf Österreich (8 Mio. EW) hochgerechnet wurden.

Die gewichtigsten Güter im Bauwesen sind Sand, Kies und Schotter. Geht man von der Annahme aus, daß der Großteil der im Bauwesen eingesetzten Güter auch in Österreich abgebaut wird, bzw. daß der Baumaterialienimport mengenmäßig etwa dem Export entspricht, so gelangen jährlich etwa 80 Mio. t Baumaterialien in Österreich zum Einsatz. Für Oberösterreich schätzten GLENCK et al., einen Baumaterialienverbrauch zwischen 15 und 20 Mio. t/a. Die Umrechnung der oberösterreichischen Angaben auf Österreich ergibt eine Bandbreite für Österreich von 80-120 Mio. t/a. Da der untere Wert der Bandbreite in etwa den bundesweiten Erhebungen entspricht, wurden aus der Studie für Oberösterreich die niedrigsten Werte entnommen und die jeweiligen Flüsse und Lager über die Einwohnerzahlen auf Österreich hochgerechnet.

Die Abschätzung der Baumaterialien für Oberösterreich ist von großen Bandbreiten gekennzeichnet. Die auf diesen Annahmen aufgebaute Zinkbilanz kann deshalb nur als eine grobe Abschätzung angesehen werden. Beispielsweise weist das Lager im Bauwesen eine Bandbreite zwischen 220.000 und 585.000 kg/E auf. Der Output nach Bausparten ergab sich durch die Bilanzierung. In Oberösterreich fielen somit jährlich 1.970 kg/Einwohner an Baurestmassen (ohne Aushub) an. Umgerechnet auf Österreich ergab dies ein Aufkommen von etwa 15 Mio. Tonnen. Nach Abschätzungen im Bundesabfallwirtschaftsplan [BAWP, 1995] fallen in Österreich jährlich etwa 22 Mio. t Baurestmassen an. Nach Abzug von 15 Mio. t Bodenaushub belaufen sich die Baurestmassen demnach auf 7 Mio. t.

Tab. 8: Abschätzung der Baumaterialienflüsse und Lager nach Bausparten gegliedert [GLENCK et al., 1996].

Baumaterialien	Input in kg/E•a	Input in Mio. t/a	Lager in kg/E	Lager in Mio. t	Output in kg/E•a	Output in Mio. t/a
Wohnbau	4.700	38	85.000	680	950	7,6
sonst. Hochbau	3.000	24	65.000	520	550	4,4
Tiefbau	2.800	22	260.000	2.100	470	3,8
<b>Gesamtsumme</b>	<b>10.500</b>	<b>84</b>	<b>410.000</b>	<b>3.300</b>	<b>2.000</b>	<b>16</b>

Angaben über die Zinkkonzentrationen einzelner Baumaterialien sind nur rudimentär vorhanden. Für Gesteine liegen die Bandbreiten bei Basalt bei 42-420 mg/kg (Mittelwert 100 mg/kg) und bei Granit bei 5-235 mg/kg (Mittelwert 50 mg/kg) [MERIAN, 1985]. Über die stoffliche Zusammensetzung des Baumateriallagers liegen so gut wie keine Erhebungen vor. Für eine erste Abschätzung wurde angenommen, daß die stoffliche Zusammensetzung der Baurestmassen denen des Inputs und des Lagers entspricht. Basierend auf diesen Annahmen wurden mit Zink-

konzentrationen der Baurestmassen aus [BRUNNER & STÄMPFLI, 1989] eine Zinkbilanz erstellt. Mit dieser Berechnungsmethode kann auf die sich laufend ändernde Zusammensetzung der Bauwerke nicht eingegangen werden. Fehler, vor allem bezüglich des Inputs und der Lageränderungen, bleiben somit unberücksichtigt.

Das in der Arbeit von Brunner und Stämpfli [BRUNNER & STÄMPFLI, 1989] untersuchte Bausperrgut hatte eine Zinkkonzentration von 790 mg/kg. Es 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).

Tab. 9: Güter- und Zinkflüsse und Lager der Baumaterialien und Baurestmassen;  
a) [GLENCK et al., 1996], b) [BRUNNER & STÄMPFLI, 1989].

Bausparte	Baumaterialien		Lager		Baurestmassen	
	Güterfluß <sup>a)</sup> [Mio. t.a]	Zinkfluß <sup>b)</sup> [t/a]	Güter <sup>a)</sup> [Mio. t]	Zink <sup>b)</sup> [t/a]	Güterfluß <sup>a)</sup> [Mio. t.a]	Zinkfluß <sup>b)</sup> [t/a]
Wohnbau	38	30.000	680	537.000	7,6	6.000
Sonst. Hochbau	24	19.000	520	411.000	4,4	3.500
Tiefbau	22	18.000	2.100	1.643.000	3,8	12.500
<b>Gesamtsumme</b>	<b>84</b>	<b>67.000</b>	<b>3.300</b>	<b>2.590.000</b>	<b>16</b>	<b>22.000</b>

Für Österreich ergibt sich ein grob geschätzter Baumaterialienfluß von 84 Mio. t. Das Lager beläuft sich auf 3,3 Mrd. t, und die Menge an Baurestmassen beträgt 16 Mio. t. Für den Zinkfluß ergibt sich ein Input über die Baumaterialien von 67.000 t, ein Lager von 2,6 Mio. t und ein Zink-Fluß in Baurestmassen von 22.000 t.

Die Zinkfracht jener Güter, welche aus der "Lithosphäre" entnommen werden (z. B. Kies, Sand usw.) und als Produktionsgüter für die Bauwirtschaft in den Prozeß "Industrie, Gewerbe" fließen, wurde aus der Fraktion III mit der Zinkkonzentration von 170 mg/kg [BRUNNER & STÄMPFLI, 1989] abgeschätzt. Diese Fraktion besteht vorwiegend aus dem Material, welches nach der Siebung, Zerkleinerung und Windsichtung als schwere Fraktion abgeschieden wird. Bei einem geschätzten Baumaterialienfluß von 84 Mio. t/a ergibt dies einen weiteren Zinkfluß von ca. 15.000 t/a.

Die Zuordnung der jeweiligen Bausparten auf die Prozesse wurde auf folgende Weise durchgeführt: Der Wohnbau wird dem Prozeß "Privater Haushalt", der sonstige Hochbau dem Prozeß "Industrie Gewerbe" und der Tiefbau dem Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" zu jeweils 100 % zugeordnet.

#### 4.3.4 Energieträger

Von den Energieträgern wurden Treibstoffe (Benzin und Diesel) und Brennstoffe (Heizöl, Holz, Kohle und Gas) in die Betrachtung einbezogen.

Laut ÖSTAT [ÖSTAT, 1995f] wurden 1992 insgesamt 22 Mio. Tonnen an Energieträgern verbraucht. Dieser Güterfluß setzt sich aus Kohle, Erdöl und Erdölerzeugnissen sowie aus Gas zusammen. Dieser Güterfluß wurde durch Herausrechnen des Haushaltsanteils auf die „privaten Haushalte“ und „Industrie und Gewerbe“ aufgeteilt.

Tab. 10: *Energieträgerendverbrauch in Österreich, 1992*  
 b) [ÖSTAT, 1995f], 1995 a), c) [FACHVERBAND, 1996].

	Mio. t/a	Anteil Priv. Haushalt Mio. t/a	Anteil Industrie Gewerbe Mio. t/a
Kohle <sup>a)</sup>	6,5	0,6	5,9
Erdöl, -erzeugnisse <sup>b)</sup>	10	3,9	6,1
Gas <sup>c)</sup>	5	2	3
<b>gesamt</b>	<b>22</b>	<b>6,5</b>	<b>15</b>

Für die Ermittlung des im Inland zu Brennholz verarbeiteten Holzeinschlags wurde auf Ergebnisse des ÖSTAT [ÖSTAT, 1995d] zurückgegriffen.

Vom gesamten Holzeinschlag in Österreich wurden 1993 3,1 Mio. Festmeter Brennholz gewonnen. Nimmt man eine Dichte von 800 kg/fm für Laubhölzer und von 550 kg/fm für Nadelhölzer an [KAAS, FLECKSEDER & BRUNNER, 1994], so ergibt sich ein Holzfluß von 1,7 bis 2,4 Mio. t. Es wurde die Annahme getroffen, daß 1989 ca. 2,0 Mio. t Brennholz in Österreich verbraucht wurden.

Somit ergibt sich ein Energieträgerfluß von insgesamt ca. 24 Mio. Tonnen. Der Beitrag der Prozesse "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur", "Abfall- und Abwasserwirtschaft" und "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" konnte nicht berücksichtigt werden.

Die Zink-Fracht in den Energieträgern konnte nicht über die Zink-Konzentrationen ermittelt werden, sondern es wurden Untersuchungen über Schwermetallemissionen verwendet (siehe dazu Tab. 18).

#### 4.3.5 Sonstige Güter

##### 4.3.5.1 Farben

Zink kommt in Zinkstaubfarben und als Zusatzmittel in anderen Farben zum Einsatz. Laut [CULLI, 1996] werden in Österreich pro Jahr 200-300 t/a Zinkstaubfarben mit einem Zinkgehalt von 80 % eingesetzt, weitere 3.000-4.000 t/a Farben haben einen Zinkanteil von 10 %. Die Zink-Fracht in den Zinkstaubfarben liegt bei 160-240 t und in den weiteren Farben bei 300-400 t/a. Insgesamt befinden sich zwischen 460 und 640 t Zink in den jährlich eingesetzten Farben.

##### 4.3.5.2 Landwirtschaftliche Erzeugnisse

Die landwirtschaftlichen Erzeugnisse umfassen die gesamte pflanzliche Produktion Österreichs. Es sind dies die Feldfrüchte Getreide, Mais, Kartoffeln, Rüben und Gras.

Laut ÖSTAT [ÖSTAT, 1996] betrug die landwirtschaftlich genutzte Fläche 1995 3,4 Mio. ha, wobei davon etwa 1,4 Mio. ha als Ackerland und 2,0 Mio. ha als Wiesen und Almen ausgewiesen wurde. Insgesamt wurden 22 Mio. t an landwirtschaftlichen Erzeugnissen geerntet, davon waren 12,3 Mio. t Ernteprodukte aus Ackerland und 9,2 Mio. t Ernteprodukte aus Wiesen und Almen.

In einer Untersuchung für das Land Oberösterreich [KERNBEIS et al., 1995] wurde der durchschnittliche Ernteentzug von Ackerland mit 138-185 g Zn/ha•a und von Grünland mit 186-270 g Zn/ha•a angegeben. Hochgerechnet auf Österreich ergibt dies für das Ackerland einen Zink-Fluß von 190-260 t Zn jährlich. Für Wiesen wurde ein Entzug von 370-540 g Zn/ha abgeschätzt. Insgesamt beträgt der Zink-Entzug über die pflanzliche Produktion jährlich etwa 570-800 Tonnen.

Tab. 11: Pflanzliche Produktion in Österreich [ÖSTAT, 1996], [BMLF, 1991], [KERNBEIS et al., 1995].

GÜTER	Zink-Konz.		Güterfluß	Zinkfluß
	Mittelwert [%]	Bandbreite [%]	1995 [Mio. t]	1995 [t]
Pflanzliche Produktionsgüter		0,0014-0,0027	22	570-800

Für die pflanzlichen Produktionsgüter wurde angenommen, daß der Ernteentzug vom Ackerland zu 100 % den Prozeß "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" verläßt und über den Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" schlußendlich in den Prozeß "Industrie, Gewerbe" gelangt, wo diese Güter weiterverarbeitet werden. Für den Ernteentzug über die Wiesen wird angenommen, daß dieser zu 100 % über die Güter Hofdünger oder Gülle zurück auf den Prozeß "Pedosphäre" wieder aufgebracht wird.

### Handels- und Hofdünger

Die Menge an in Österreich eingesetzten Reinnährstoffen wurde dem Grünen Bericht des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft entnommen [BMLF, 1991]. Es wurde die Annahme getroffen, daß die Menge an Reinnährstoffen gleich 100 % des Güterflusses an Handelsdüngern beträgt. Für die Bestimmung der Zink-Konzentrationen wurden die Arbeit von Kernbeis [KERNBEIS et al., 1995] herangezogen.

Tab. 12: Zinkfluß in den Handelsdüngern [BMLF, 1991], [KERNBEIS et al., 1995].

GÜTER	Zink-Konzentration		Reinnährstoff	Zinkfluß	
	Mittelwert [mg/kg]	Bandbreite [mg/kg]	1989 [t]	1989 [t] von	1989 [t] bis
Stickstoff-Einzeldünger	85	1,7 -170	86.000	0,1	15
Phosphor-Einzeldünger	595	369-820	14.000	5,2	12
Kali-Einzeldünger	19,8	10,4-29,2	19.000	0,2	0,6
Zweinährstoffdünger	348	337-358	44.000	14	16
Volldünger	238		152.000	36	36
<b>Gesamtsumme</b>			<b>315.000</b>	<b>57</b>	<b>79</b>

Insgesamt wurden 1989 etwa 320.000 t an Handelsdünger in Österreich eingesetzt. Je nach Bandbreite ergibt sich ein jährlicher Zinkfluß von 57 bis knapp 80 Tonnen.

Bezüglich der Herkunft des Düngers wurde die Annahme getroffen, daß 100 % des P-Düngers (76.000 t Dünger bzw. bis zu 29 t Zink) aus dem Ausland stammen und der restliche Handelsdünger im Inland hergestellt wird.

Für die Bestimmung der Hofdüngermengen und den daraus resultierenden Zinkflüssen wurde ebenfalls auf den Grünen Bericht des Landwirtschaftsministeriums [BMLF, 1991] und auf Kernbeis [KERNBEIS et al., 1995] zurückgegriffen (vgl. Tab. 13).

In Österreich fallen etwa 35 Mio. t an Gülle an, in der sich zwischen 670 und 1.300 t Zink befinden. Es wird angenommen, daß 100 % der Gülle auf den Boden ausgetragen werden und somit in den Prozeß "Pedosphäre" gelangen.

Tab. 13: Hofdünger und daraus resultierende Zinkflüsse aufgrund von ausgewählten Viehbeständen [BMLF, 1991], [KERNBEIS et al., 1995].

Tier	Vieh	Gülleanfall	Zn-Konz.	Güllefluß	Zinkfluß	
	1989 [Mio. Stk.]	[m <sup>3</sup> /a]	Bandbreite [g/m <sup>3</sup> ]	1989 [Mio. t]	1989 [t] von	1989 [t] bis
Rinder	2,6	10	10-11,5	26	260	300
Schweine	3,8	2	48,8-135	7,6	370	1.000
Hühner	14	0,08	31,8-31,8	1,1	35	35
<b>gesamt</b>				<b>35</b>	<b>670</b>	<b>1.300</b>

#### 4.3.5.3 Abschwemmung/Erosion

Die Dicke der Bodenschicht im Prozeß "Pedosphäre" wurde mit dem Oberboden, das sind die ersten 45 cm festgelegt [VON STEIGER & BACCINI, 1990]. Die land- und forstwirtschaftliche Fläche beträgt 96 % des Bundesgebietes (83.855 km<sup>2</sup>).

Tab. 14: Boden- und Zinklager im Oberboden (0-45 cm) [VON STEIGER & BACCINI, 1990].

Schichttiefe	Dichte	Bodenlager [Mio. t]	Zn-Konz. [mg/kg]	Zn-Lager [t]
0-25 cm	1,1 g/cm <sup>3</sup>	880	84	74.000
25-45 cm	1,5 g/cm <sup>3</sup>	1.200	59	71.000
<b>gesamt</b>		<b>2.000</b>		<b>145.000</b>

Das Bodenlager beläuft sich auf 2 Mrd. t, in dem sich 145.000 t Zink befinden.

Der Nettoverlust an Bodenmaterial durch Erosion wurde in der Schweiz im Rahmen des „Nationalen Forschungsprogrammes Boden“ (NFP 22) untersucht. Demnach beträgt der Verlust 0,3-5 t/ha und Jahr. Geht man weiters davon aus, daß 60 % an anderer Stelle wieder deponiert werden, dann ergibt sich ein Nettoverlust von 0,1-2 t/ha und Jahr. Aufgrund dieser Annahmen wurde ein Zink-Verlust von 10-200 g Zn/ha und Jahr angegeben [VON STEIGER & BACCINI, 1990].

Umgelegt auf Österreich bedeutet dies bei 1 Mio. ha Ackerfläche einen Nettoverlust durch Abschwemmung/Erosion von 0,1-2 Mio. t und einen Zink-Verlust von 20-200 t jährlich.

#### 4.3.6 Wasser

Der Import an Wasser setzt sich aus dem oberirdischen Zufluß von  $28,5 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a und den Niederschlägen von  $98,1 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a zusammen. Die Niederschläge gelangen zu 100 % in den Prozeß "Pedosphäre". Von den Niederschlägen fließen  $54,8 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a über die Prozesse "Lithosphäre" und "Grundwasser" schlußendlich in den Prozeß "Oberflächengewässer". Die restliche Menge an Niederschlägen von  $44,8 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a verdunstet vom Prozeß "Pedosphäre" und gelangt in den Prozeß "Atmosphäre". Aus Österreich fließen oberirdisch  $83,9 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a sowie unterirdisch  $2,5 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a Wasser ab. [KRESSER, 1994].

Der Wasserverbrauch Österreichs setzt sich aus  $2,6 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a an Oberflächenwasser und  $1,7 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a an Grund- und Quellwasser zusammen und beträgt somit insgesamt  $4,2 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a. Vom Grund- und Quellwasser verdunsteten  $0,35 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a. Weitere  $0,27 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/a gelangen in

die Landwirtschaft (Prozeß "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft") und davon schlußendlich nahezu ca. 90 % auf den Boden (Prozeß "Pedosphäre"). In die "Privathaushalte" fließen  $0,37 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$ , in den Prozeß "Industrie, Gewerbe" gelangen insgesamt  $0,72 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$  an Grund- und Quellwasser [HÜTTLER & PAYER, 1994]. Vom Brauch- und Nutzwasser gehen  $0,94 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$  ebenfalls in den Prozeß "Industrie, Gewerbe". Das restliche Brauchwasser ( $1,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$ ) gelangt als Kühlwasser in die Energieversorgung und verbleibt damit im Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur [HÜTTLER & PAYER, 1994].

Aus der Donau werden von der Bundesanstalt für Wassergüte monatlich Zinkproben entnommen. Analysiert wird u. a. die gelöste Zinkkonzentration. Die Mittelwerte der einzelnen Meßstellen liegen bei 0,004-0,008 mg/l [KRÄMER, 1996]. Diese Werte wurden für die Abschätzung des gesamten Zu- und Abflusses Österreichs herangezogen. Aus der Abschätzung ergaben sich:

- Zinkfracht in gelöster Form in Zufluß nach Österreich: **110 bis 230 t/a**
- Zinkfracht in gelöster Form im Abfluß aus Österreich: **34 bis 670 t/a.**

Die Menge an gelöstem Zink in Wässern ist stark pH-abhängig. Mit zunehmendem pH-Wert nimmt der lösliche Anteil ab. Bei pH-Werten unter 5 liegt das gelöste Zink zu über 99 % als anorganische Spezies (überwiegend als  $\text{Zn}^{2+}$ ) vor [SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992]. Die Donau weist an diversen Pegeln im Bereich von Wien (Wien/Nußdorf, Steinspornbrücke) pH-Werte zwischen 7,8 und 8,6 auf [MA 66, 1994]. Die Berechnung der Zinkfrachten anhand der Konzentrationen an gelöstem Zink liefert somit zu tiefe Werte.

Für den Untersuchungszeitraum 1980 bis 1984 werden von der Bundesanstalt für Wassergüte für die Entnahmestelle Kasten Felsen-Hütt (Stromkilometer 2.210) Zink-Konzentrationen von 10 bis 18  $\mu\text{g/l}$  (Mittelwert 12,9  $\mu\text{g/l}$ ), für die Entnahmestelle Wolfsthal (Stromkilometer 1.873,5) 12 bis 33  $\mu\text{g/l}$  (Mittelwert 20,7  $\mu\text{g/l}$ ) angegeben [UBA, 1990].

Eine aktuellere Quelle quantifiziert die Zink-Konzentration der Donau beim Eintritt nach Österreich in Jochenstein (Stromkilometer 2.203,8) im Jahre 1993 mit 10 bis 60  $\mu\text{g/l}$  (Mittelwert 15  $\mu\text{g/l}$ ) [SACHVERSTÄNDIGEN-ARBEITSGRUPPE GEWÄSSERSCHUTZ DER STÄNDIGEN GEWÄSSERKOMMISSION, 1994].

Die Konzentrationen im Zeitraum 1980 bis 1984 sowie im Jahre 1993 sind somit ähnlich geblieben. Diese Literatur liefert jedoch keine Anhaltspunkte über die Zink-Konzentrationen der Donau beim Verlassen des österreichischen Staatsgebietes.

Für die weiteren Berechnungen werden die Zink-Konzentrationen der Donau im Zeitraum 1980 bis 1984 herangezogen und auch auf alle anderen österreichischen Fließgewässer übertragen. Es errechnet sich:

- Zinkfracht im Zufluß nach Österreich: **285 bis 513 t/a**
- Zinkfracht im Abfluß aus Österreich: **1.000 bis 2.770 t/a.**

Für das Grundwasser wurde eine Zinkkonzentration von 10  $\mu\text{g/l}$  angenommen (Median von 180 Grundwasserproben in Niederösterreich) [STARK et al., 1995]. Bei einem geschätzten Grundwasserlager von  $46\text{-}61 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  [NAGL, 1993] beträgt das Zinklager im Grundwasser 460-610 t.

#### 4.3.7 Luft

Berücksichtigt wurde die bei der Verbrennung der Energieträger notwendige Luft sowie die Atemluft der Menschen. Der Luftbedarf der Pflanzen und Tiere wurde nicht in die Berechnung einbezogen.

Basierend auf dem österreichischen Energieträgerverbrauch (siehe Kapitel 4.2. Energieträger) und unter Berücksichtigung des Anteils der Privathaushalte wurde mittels Umrechnungsfak-



toren der für die Verbrennung notwendige durchschnittliche Luftbedarf errechnet. Die Umrechnungsfaktoren wurden einer in der Schweiz durchgeführten Arbeit von Beer [BEER, MÖNCH & BRUNNER, 1991] entnommen. Die Anteile der Prozesse "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur", "Abfall- und Abwasserwirtschaft" und "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" wurden nicht berücksichtigt.

Tab. 15: Luftbedarf bei der Verbrennung von verschiedenen Energieträgern nach [BEER, MÖNCH & BRUNNER, 1991].

Energieträger	Anteil Priv. Haushalt	Anteil Ind., Gew.	Luftbedarf	Luft ges.	Anteil Priv. Haushalt	Anteil Ind., Gew.
gesamt [Mio. t/a]	[Mio. t/a]	[Mio. t/a]	[kg/kg]	[Mio. t/a]	[Mio. t/a]	[Mio. t/a]
Kohle	6,5	0,6	5,9	11,1	72	6,7
Erdöl, -erzeugnisse	10	3,9	6,1	14,45	145	57
Gas	5	2	3	13,3	67	27
Holz	2	n. b.	2	7,7	15	n. b.
<b>gesamt</b>	<b>24</b>	<b>6,5</b>	<b>17</b>		<b>299</b>	<b>91</b>

Für den menschlichen Körper ergibt sich ein Luftbedarf von 6.400 kg/Kopf und Jahr [BEER, MÖNCH & BRUNNER, 1991]. Für die Einwohner Österreichs ergibt dies bei einer Einwohnerzahl von 7,66 Mio. Einwohnern (1991) einen jährlichen Luftverbrauch der Menschen von 49 Mio. Tonnen.

Der Luftverbrauch zur Verbrennung aller Energieträger und der Luftbedarf der Menschen beträgt somit 300 Mio. Tonnen.

Die Zink-Konzentration der Luft wurde nicht abgeschätzt.

### 4.3.8 Korrosion

#### 4.3.8.1 Zeitliche Entwicklung der Korrosion

Die Korrosion von Zink und Zinkverbindungen, die direkt atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt sind, ist vom Milieu der Atmosphäre abhängig. Bei aggressivem Milieu schreitet die Korrosion annähernd linear voran und die Korrosionsfracht bleibt über die Zeit konstant. Bei gering aggressivem Milieu kann sich eine Schutzschicht ausbilden, wodurch die Korrosionsfracht mit der Zeit abnimmt.

Weiters steht die Korrosionsfracht in direktem Zusammenhang mit der Schwefelkonzentration in der Luft und der Bewetterung. Je höher die Schwefelkonzentration bzw. je häufiger die Bewetterung ist, desto höher ist die Korrosionsfracht [PORTER, 1994].

Für Stockholm wurde dies mit Messungen von 1978 bis 1992 aufgezeigt [KNOTKOVÁ & PORTER, 1994]. Während in den 60er und 70er Jahren mit einem Zinkfluß infolge Korrosion von 4 µm bis 5 µm/Jahr gerechnet wurde, so gilt heute 1 µm/Jahr (= 7 g/m<sup>2</sup>·Jahr) [ORZESSEK et al., 1996].

Für Österreich kann diese Tendenz ebenfalls angenommen werden, da die Schwefeldeposition von 1985 auf 1992 um 40 % sank. Die SO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft betrug 1993 17 µg/m<sup>3</sup> [UBA, 1994]. Mit dem einfachen Modell von Kučera (zitiert in [KNOTKOVÁ & PORTER, 1994]) ergibt sich für 1993 ein abgeschätzter Zinkfluß infolge Korrosion wie folgt:

$$0,29 * (0,039 * 17 [\text{SO}_2]) = 0,95 \mu\text{m/Jahr} = 6,8 \text{ g/m}^2 \cdot \text{Jahr}$$

Von Porter wurden Arbeiten zusammengetragen, in denen die Korrosion in Abhängigkeit von der Art des anthropogenen Bereiches (ländlich, urban, industriell) dargestellt ist.

Tab. 16: Korrosionsraten in unterschiedlichen Bereichen der Anthroposphäre [PORTER, 1994]

	Zinkkorrosion in $\mu\text{m}/\text{Jahr}$		
	ländlich	urban	Industriell
BÖTTCHER (1991)	1,0-3,4	1,0-6,0	3,8-19,0
VAZQUEZ, DAMBORENEA (1991)	1,4-2,8	2,8-7,2	6-12
GOGLER (1987)	2	4	10
MIKHAILOVSKII et al.,(1985)	0,1-1,4	0,1-8,4	0,7-16,8
STREKALOV, BEROKSHTIS (1965)	0,4-0,8	–	1,5-4
SCHIKORR (1965)	1	2-7	3-20
Van EIJSBERGEN	1,5-2,5	–	6-10
ANDERSON, REINHARD (1939): 99 % Zn	0,17-1,1	5,5	6,8
ANDERSON, REINHARD (1939): 99,9 % Zn	0,12-1,0	5,7	6,8
<b>Bandbreiten</b>	<b>0,1-4</b>	<b>0,1-10</b>	<b>1-20</b>

Das Datenmaterial für die Stoffflußanalyse Zink Österreich stammt vorwiegend aus den 90er Jahren. Daher wurde bei der Berechnung der Zinkfrachten infolge Korrosion mit einer Bandbreite von 1-2  $\mu\text{m}/\text{a}$  ( $7-14 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{Jahr}$ ) gerechnet.

#### 4.3.8.2 Zinkfrachten infolge Korrosion

Die Verzinkung von Gütern dient dem Korrosionsschutz. Häufig ist jedoch die schützende Zinkschicht zusätzlich von weiteren Beschichtungen abgedeckt (z. B. bei KFZ-Blechen), wodurch die Korrosion der Zinkschicht stark verringert wird. Will man die Zinkfracht infolge Korrosion von eingebauten bzw. in Verwendung befindlichen verzinkten Flächen errechnen, so müssen die zusätzlich beschichteten Flächen abgezogen werden. Da nicht bekannt ist, welcher Anteil der verzinkten Güter zusätzlich beschichtet wird, mußten Annahmen getroffen werden.

#### 4.3.8.3 Straßenleitschienen

Auf österreichischen Straßen befinden sich ca. 8.000 km Leitschienen aus verzinkten Stahlblechen. Unter der Annahme, daß kein weiterer Korrosionsschutz aufgebracht ist, sind ca.  $0,85 \text{ m}^2$  je Laufmeter Leitschiene verzinkte Stahlbleche der Verwitterung ausgesetzt. Die Korrosion kann demnach mit 48-95 t/a angegeben werden [STARK et al., 1995].

Weiters wurde die Annahme getroffen, daß 50 % der Korrosionsprodukte in den Straßenkanal gelangen und die anderen 50 % im an die Leitschiene angrenzenden Boden versickern.

#### 4.3.8.4 Freileitungsmasten

Für Niederösterreich wurde die verzinkte Oberfläche an Freileitungsmasten, die unbeschichtet der Korrosion ausgesetzt ist, mit  $840.000 \text{ m}^2$  abgeschätzt [STARK et al., 1995]. Der Flächenanteil Niederösterreichs am Bundesgebiet beträgt 22,86 %. Für Österreich errechnet sich daher eine Zinkfracht infolge Korrosion von Freileitungsmasten (Fläche:  $3.674.000 \text{ m}^2$ ) von 25-50 t/a. Es wurde angenommen, daß diese Fracht in den Boden gelangt.

#### 4.3.8.5 Dachflächen

Zum Ableiten des Regenwassers von Hausdächern sind neben den Dachziegeln auch Bleche und Rohre erforderlich. Die daraus resultierende, der Korrosion ausgesetzte Fläche an Blechen und Rohren wurde über die Gebäudezählung 1991, Angaben der VA STAHL und mit Hilfe der österreichischen Spenglerinnung abgeschätzt [STARK et al., 1995].

Es wurde ein Bestand von 1,8 Mio. Gebäuden mit einer verzinkten Blechfläche von 24,6-47,7 Mio. m<sup>2</sup> ermittelt. Weiters wurde angenommen, daß 10-30 % dieser Bleche und Rohre nachträglich beschichtet (lackiert) wurden. Somit ergibt sich eine Zinkfracht von verzinkten Dachflächen von 120-600 t/a.

Die Aufteilung der Gebäude zwischen Wohnbauten (Prozeß "Privater Haushalt") und Industriebauten (Prozeß "Industrie Gewerbe") wurde in Anlehnung an die Größe der beiden Lager im Verhältnis 60 % Wohnbau und 40 % Industriebau vorgenommen. Es wurde weiters angenommen, daß von den Korrosionsprodukten 70 % über die Mischkanalisation in die Kläranlage und 30 % direkt in den Boden gelangen. Für den Prozeß "Industrie Gewerbe" bedeutet dies, daß 14-72 t/a in die Pedosphäre und 34-168 t/a Zink in die Kanalisation (Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft") gelangen. Von den Dächern der Privathaushalte fließen 22-110 t/a in die "Pedosphäre" und 50-250 t/a in die "Kanalisation".

#### 4.3.8.6 Leitungsrohre

Ebenfalls von Stark [STARK et al., 1995] wurde die Zinkfracht infolge Korrosion von Leitungsrohren abgeschätzt. Diese beträgt 2,5-3,1 g/E.a und ergibt bei 8 Mio. Einwohnern 20-25 t/Jahr.

Diese Fracht wird über die Kanalisation der Kläranlage zugeführt.

#### 4.3.9 Deposition

Für die Berechnung der Zinkfracht über die Deposition wurden Meßergebnisse aus Oberösterreich verwendet. Es wurden Zinkgehalte in der Gesamtdosition (nasse + trockene) von 272 bis 977 g/ha.a gemessen. Für Niederösterreich liegen Meßwerte vor, die sich ebenfalls innerhalb dieser Bandbreite bewegen. Die Bandbreite wurde über das gesamte Bundesgebiet (83.855 km<sup>2</sup>) einheitlich verwendet. Die Aufteilung der Flächen nach Nutzungsart erfolgte proportional nach Angaben des Österreichischen Statistischen Zentralamtes [ÖSTAT, 1989]. Es ergaben sich folgende Flächen: Gewässer (1,56 %), Bauflächen (0,79 %), Verkehrsflächen (1,89 %) sowie land- und forstwirtschaftliche Flächen (95,8 %).

Die Flächen wurden auf folgende Weise den Prozessen zugeordnet:

Gewässer .....	Oberflächengewässer
Baufläche .....	Privater Haushalt (89 %)
	Industrie und Gewerbe (8 %)
	Dienstleistung – inkl. Infrastruktur (3 %)
Verkehrsflächen .....	Dienstleistung – inkl. Infrastruktur
land- und forstwirtschaftliche Flächen .....	Pedosphäre.

Für die Prozesse ergibt sich aus obigen Annahmen folgender Zinkinput über die Deposition:

Pedosphäre.....	<b>2.200 - 7.900 t/a</b>
Dienstleistung – inkl. Infrastruktur .....	<b>45 - 155 t/a</b>
Oberflächengewässer .....	<b>35 - 130 t/a</b>
Privater Haushalt.....	<b>15 - 55 t/a</b>
Industrie und Gewerbe .....	<b>3 t/a.</b>

#### 4.3.10 Abwasser

Als jährliche Abwasserfracht der „privaten Haushalte“ wurde die Wasserverbrauchsmenge (siehe Kapite 4.2 Wasser) von 370 Mio. m<sup>3</sup> angesetzt. Dabei wurde angenommen, daß 69 % (255 Mio. m<sup>3</sup>) der Haushalte an eine Kläranlage angeschlossen sind [BMLF, 1993] und die restlichen 115 Mio. m<sup>3</sup> über Senkgruben schlußendlich in den Prozeß „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ gelangen. Aus dem Prozeß „Industrie Gewerbe“ stammen 180 Mio. m<sup>3</sup> aus betrieblichen Kläranlagen und 525 Mio. m<sup>3</sup> als Differenz zwischen der gesamten Abwassermenge (795 Mio. m<sup>3</sup>) und der Abwasserfracht der Privathaushalte (370 Mio. m<sup>3</sup>). Etwa 136 Mio. m<sup>3</sup> gelangen ungeklärt in die Oberflächengewässer. Der Beitrag des Niederschlagswassers wurde mit 81 Mio. m<sup>3</sup> angegeben [HÜTTLER & PAYER, 1994].

Aus dem Prozeß „Industrie und Gewerbe“ stammen also in Summe (180 + 525 m<sup>3</sup>/a) 705 m<sup>3</sup>/a Abwässer, davon 180 m<sup>3</sup>/a aus betrieblichen Kläranlagen.

Die Zinkfracht im Abwasser wurde mit Hilfe der anfallenden Mengen an Klärschlamm abgeschätzt. Weiters wird angenommen, daß 10 % des Abwassers (d. s. 55-130 t Zink) durch undichte Stellen im Kanalnetz in den Prozeß „Lithosphäre“ gelangen [BACCINI & BADER, 1996].

##### 4.3.10.1 Abwasserreinigung über kommunale Kläranlagen

Laut Gewässerschutzbericht 1993 [BMLF, 1993] fielen im Jahr 1993 166.000 t Trockensubstanz (TS) Klärschlamm in kommunalen Kläranlagen an. Der Abscheidegrad für Zink aus dem Abwasser durch die Kläranlagen liegt zwischen 20 % und 80 %.

Es wurde daher mit einem mittleren Abscheidegrad von 50 % gerechnet. Die Zinkkonzentrationen in Klärschlämmen liegen zwischen 900 mg/kg und 3.200 mg/kg bezogen auf Trockensubstanz Klärschlamm [STARK et al., 1995]. Daraus ergibt sich eine Zinkfracht im kommunalen Abwasser zwischen 150 und 530 t/a.

Nach dem Gewässerschutzbericht 1993 stammen 46 % der Abwässer aus den privaten Haushalten und 54 % aus der Industrie. Demnach werden 140-490 t/a dem Prozeß „privater Haushalt“ und 160-575 t/a Zink dem Prozeß „Industrie, Gewerbe“ bzw. „Dienstleistung – inkl. Infrastruktur“ zugeordnet.

Der bei kommunalen Kläranlagen anfallende Klärschlamm mit einer Zinkfracht von 150-530 t/a wird laut Gewässergütebericht 1993 [BMLF, 1993] wie folgt weiterbehandelt:

Deponierung: .....	<b>41 % = 60-220 t/a</b>
Thermische Verwertung (wobei die Asche anschließend deponiert wird):.....	<b>37 % = 55-200 t/a</b>
Ausbringung auf Böden:.....	<b>22 % = 35-120 t/a.</b>

##### 4.3.10.2 Abwasserreinigung über industrielle Kläranlagen

Laut Gewässerschutzbericht 1993 [BMLF, 1993] fallen 133.000 t/a Trockensubstanz Klärschlamm aus industriellen Kläranlagen an, wovon 111.000 t/a aus der Zellstoff- und Papierindustrie stammen.

Der Zinkfluß durch die Papierindustrie ist durch die Zinkfracht im eingesetzten Altpapier bedingt. Die Zinkkonzentration im Altpapier bewegt sich zwischen 20 mg/kg und 800 mg/kg Trockensubstanz [LAUBER, 1993]. In der Arbeit von Lauber wurden in einer Papierfabrik 264.000 t/a Altpapier eingesetzt, welches eine Zinkfracht von 36 t/a beinhaltet. Auf den gesamtösterreichischen Altpapiereinsatz mit 1,3 Mio. t/a [PILZ, 1996] umgelegt, ergibt das einen Zinkfracht von 175 t/a.

Nach einem Flußdiagramm über Reststoffmengen für die Papierindustrie [BMU, 1995] fallen 150.000 t/a Asche sowie 80.000t/a Abwasserschlämme an, die deponiert werden. Mit den Zinkkonzentrationen für Asche und Abwasserschlämmen, die Lauber erhoben hat, ergibt das eine Zinkfracht von 65 t/a in der Asche und 20 t/a in den Abwasserschlämmen. Auf Basis der Arbeit von Lauber wurde die restliche Zinkfracht von 90 t/a dem neu produzierten Papier zugeordnet.

#### 4.3.10.3 Zinkfracht in nicht geklärten Abwässern

Der Anschlußgrad an das kommunale Kanalnetz betrug 1993 69 % [BMLF, 1993]. Auf Basis des Inputs in kommunale Abwasserreinigungsanlagen (300-1.065 t/a) wurde die Zinkfracht für die restlichen 31 % mit 135-480 t/a errechnet. Die Aufteilung auf die einzelnen Prozesse erfolgt wiederum aufgrund des Gewässergüteberichts [BMLF, 1993].

Aus den privaten Haushalten stammen 10-30 t Zink pro Jahr und fließen über mechanische Kläranlagen in den Prozeß "Oberflächengewässer". Der Abscheidegrad mechanischer Kläranlagen wurde für Zink mit Null angenommen.

Die Zinkfracht in Hauskläranlagen wurde mit 45-155 t/a abgeschätzt. Die Herkunft wird dem Prozeß "Industrie und Gewerbe" zugerechnet. Für Hauskläranlagen wird ein Abscheidegrad von 30 % angenommen. Daraus ergibt sich eine Zinkfracht in den Prozeß "Oberflächengewässer" von 30-100 t/a. Unter der Annahme, daß der in der Hauskläranlage anfallende Klärschlamm komplett ausgebracht wird, gelangen 15-55 t/a in den Prozeß "Pedosphäre".

Die Zinkfracht in Senkgruben von 80-280 t/a wird ihrer Herkunft nach dem Prozeß "privater Haushalt" zugeordnet. Es wurde angenommen, daß 50 % des Senkgrubeninhaltes mit Räumwagen in kommunale biologische Kläranlagen transportiert und 50 % auf Feldern ausgebracht werden. Dadurch gelangen jeweils 40-140 t Zn/a in die Prozesse "Abfall- und Abwasserwirtschaft" und "Pedosphäre".

Ein Betrag von 5-15 t/a gelangt durch Direkteinleitung aus den Haushalten in den Prozeß "Oberflächengewässer".

#### 4.3.11 Abluft

Die Abluft setzt sich aus dem zur Verbrennung der Energieträger erforderlichen Luftverbrauch und dem in die Luft emittierten Anteil der Energieträger selbst. Bei der Verbrennung der Energieträger wurde die Annahme getroffen, daß 100 % der Energieträger in die Abluft gelangen. Weiters wird die Atemabluft der Menschen berücksichtigt. Die Anteile der Prozesse "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur", "Abfall- und Abwasserwirtschaft" und "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" wurden nicht berücksichtigt.

Beer [BEER, MÖNCH & BRUNNER, 1991] errechnete eine Atemabluftmenge von 6,6 Tonnen pro Kopf. Die Atemabluft enthält neben der Luft noch etwa 200 kg/Person an Wasser. Auf Österreich umgelegt ergibt dies für 1991 eine Atemabluftmenge von 51 Mio. t Abluft (vgl. Tab. 17).

Insgesamt ergibt sich eine jährliche Abluftmenge für Österreich von 370 Mio. Tonnen.

Die Berechnung der Zink-Fracht in der Abluft gestaltete sich als äußerst schwierig, da die in der Literatur angegebenen Werte sehr stark von einander abweichen. Eine im Jahr 1995 in Österreich durchgeführte Studie [WINIWARTER & SCHNEIDER, 1995] welche sich mit weiträumigen grenzüberschreitenden Luftverunreinigungen auseinandersetzte, kam für 1992 auf Gesamtemissionen von 97 t Zink in Österreich, wobei die Hälfte auf Emissionen durch Verbrennung von Holz zurückgeführt wurde. Die Autoren dieser Studie weisen in der Diskussion ihrer Ergebnisse jedoch darauf hin, daß es sich bei ihren Zahlen um grobe Abschätzungen handelt.

Tab. 17: Abluftmenge aufgrund der Berechnungen in den Kapiteln Luft und Energieträger.

	<b>Abluftmenge gesamt [Mio. t/a]</b>	<b>Anteil Priv. Haushalt [Mio. t/a]</b>	<b>Anteil Ind. Gewerbe [Mio. t/a]</b>
Menschl. Atemabluft	51	51	
Energieträger	24	6,5	17
Luftverbrauch	299	91	209
<b>Gesamtsumme</b>	<b>374</b>	<b>149</b>	<b>226</b>

Eine weitere im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführte Studie [UBA, 1997] ergab für 1994 Zinkemissionen in Österreich von 53-460 t.

Eine in der Schweiz veröffentlichte Untersuchung [BUWAL, 1995] kam zu einem völlig anderen Ergebnis und zeigte für 1995 Zinkemissionen von etwa 600 t. In nachfolgender Tabelle 18 sind die vom BUWAL für 1990 berechneten und für 1995 vorhergesagten Emissionswerte für die Schweiz dargestellt. Die Werte für Österreich ergaben sich aus einer Umrechnung der Gesamtzahlen aufgrund der Einwohnerzahlen der beiden Länder. Die Daten der Schweiz wurden auf eine Einwohnerzahl von 7,0 Mio., die von Österreich für 1990 auf 7,8 bzw. 1995 auf 8,0 Mio. Einwohner bezogen. In der Spalte c) werden die Zinkemissionen in Österreich für 1994 dargestellt. Die Aufteilung des Verkehrs zwischen Personenwagen und restlichem Verkehr erfolgt im selben Verhältnis wie in der Schweizer Studie.

Tab. 18: Abschätzung von Zinkemissionen in der Abluft in Österreich aufgrund einer Schweizer a) [BUWAL, 1995] und einer österreichischen Untersuchung [UBA, 1997], b) Umlage der Schweizer Daten auf Österreich aufgrund der Einwohnerzahl, c) [UBA, 1997].

	<b>Schweiz<sup>a)</sup> [t/a]</b>		<b>Österreich<sup>b)</sup> [t/a]</b>		<b>Österreich<sup>c)</sup> [t/a]</b>
	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1994</b>
Verkehr insgesamt	289	301	330	344	6-153
davon Personenwagen	125		143		3-66
restl. Verkehr	164		187		3-87
Industrie/Gewerbe	567	322	648	369	17-102
Land-/Forstwirtschaft	1	1	1	1	0,3-2,3
Haushalte	4	4	5	5	30-202
<b>Gesamtsumme</b>	<b>861</b>	<b>629</b>	<b>984</b>	<b>719</b>	<b>53-459</b>

Der Verkehr wurde zwischen den Prozessen "privater Haushalt" und "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" aufgeteilt, wobei die Annahme getroffen wurde, daß der mittels Personenwagen verursachte Verkehr zu 100 % dem Prozeß "privater Haushalt" zuzurechnen ist und der restliche Verkehr zu 100 % dem Dienstleistungssektor (z. B. den Spediteuren) zugerechnet wird. Aufgrund der getroffenen Annahmen ergibt sich für die Privathaushalte eine Zink-Fracht über die Abluft von 33-270 t Zn. Auf den Prozeß "Industrie Gewerbe" entfallen 17-100 t und der Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" verursacht einen Fluß von 3-87 t Zink.

Aufgrund der großen Unsicherheit der Daten sind die Ergebnisse als grobe Richtwerte für die Zink-Emissionen in die Luft zu verwenden.

## 4.3.12 Abfall

### 4.3.12.1 Feste Abfälle

Für den Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 wurde ein jährliches Abfallaufkommen von rund 39 Mio. Tonnen ermittelt [BAWP, 1995]. Davon entfallen auf Abfälle aus Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen rund 2,5 Mio. Tonnen, auf Baurestmassen rund 22 Mio. Tonnen, auf Abfälle aus der Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung (Klärschlamm mit 30 % Trockensubstanz) und der Gewässernutzung rund 2,3 Mio. Tonnen, auf Holzabfälle (ohne Holzverpackungen) rund 3,5 Mio. Tonnen, auf gefährliche Abfälle (einschließlich Altkraftfahrzeuge) rund 1 Mio. Tonnen sowie auf sonstige nicht gefährliche Abfälle rund 7,8 Mio. Tonnen.

In Tabelle 19 ist die Aufteilung dieser Abfälle (mit Ausnahme der Baurestmassen und der Abfälle aus der Abwasserbehandlung, die in einem eigenem Kapitel behandelt werden) auf die einzelnen Prozesse dargestellt. Die getrennt gesammelten Abfallfraktionen aus Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen (Problemstoffe, Altstoffe sowie biogene Abfälle), in Summe rund 0,84 Mio. Tonnen, werden zur Gänze dem Prozeß „privater Haushalt“ zugeordnet. Die Aufteilung des System- und Sperrmülls zwischen dem Prozeß „privater Haushalt“ und den restlichen Prozessen basiert auf einer am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft der TU Wien durchgeführten Untersuchung über die Stadt Wien [DAXBECK et al., 1996], in der die Annahme getroffen wurde, daß ca. 200 kg/E.a an Müll in den Privathaushalten anfallen.

Tab. 19: Abfallmengen in Österreich, 1993 [BAWP, 1995].

	Abfall- menge gesamt [Mio. t]	Anteil priv. Haushalt [Mio. t]	Anteil Bergbau, Land- /Forst- wirtschaft [Mio. t]	Anteil Dienstleistung inkl. Infrastruktur [Mio. t]	Anteil Industrie, Gewerbe [Mio. t]
Abfälle aus Haushalten u. haushaltsähn. Einricht.	2,51				
System- und Sperrmüll		1,53	<i>n. b.</i>	<i>n. b.</i>	0,14
getrennt gesammelte Fraktionen		0,84			
Gefährliche Abfälle	1,0				1,0
Holzabfälle (o. Holzverpack.)	3,5		3,5		
Sonstige n. gefährl. Abfälle	7,8				
Mineral. Ursprung					4,1
Altstoffe					1,1
Nahrungs- u Genußmittel					0,54
Straßenkehricht				0,43	
Grünabfälle				0,40	
Kunststoff- u. Gummiabf.					0,38
Tierische Fäkalien			0,37		
Häute- und Lederabfälle					0,13
<b>Gesamt ohne Baurestmassen und Klärschlamm</b>	<b>15</b>	<b>2,37</b>	<b>3,9</b>	<b>0,8</b>	<b>7,4</b>

Der Großteil (13,3 Mio. t) der in Tabelle 19 aufgelisteten Abfälle wird innerhalb Österreichs deponiert. Von den 1,67 Mio. t System- und Sperrmüll werden 0,41 Mio. t verbrannt. Davon wer-

den dann schlußendlich 0,12 Mio. Tonnen deponiert. Die 0,84 Tonnen an getrennt gesammelten Abfällen aus Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen (Altstoffe, Problemstoffe, biogene Abfälle) werden unterschiedlichen Wiederverwertungsprozessen zugeführt.

Für einige der Abfälle konnten Zink-Konzentrationen ermittelt werden (siehe Tab. 20).

Tab. 20: Zink-Konzentrationen in verschiedenen Abfällen.

	Abfallmenge gesamt <sup>4)</sup> [Mio. t]	Güter- fluß [Mio. t]	Zn-Konz. [g/kg]	Zink-Fluß [t]	Quelle
System- und Sperrmüll	1,67	1,67	0,9*-1,9**	3.300	[BACCINI et al., 1993] [SCHACHER-MAYER et al., 1994]
getrennt gesammelte Fraktionen aus Haushalten	0,84				[BACCINI et al., 1993]
<i>Papier</i>		0,349	0,17	59	
<i>Glas</i>		0,169	0,03	5	
<i>Metalle</i>		0,880	0,2	18	
<i>Kunststoffe</i>		0,009	0,2	2	
<i>Textilien</i>		0,012	0,8	10	
<i>biogene Abfälle</i>		0,182	0,1	18	
Gefährliche Abfälle	1				
<i>Alt-KFZ</i>		0,24	4	960	[BACCINI et al., 1993]
<i>Altöl</i>		0,045	0,8	36	[BACCINI et al., 1993]
<i>Bleiakkus</i>		0,019	0,004	0,08	[BACCINI et al., 1993]
<i>Galvanikschlämme</i>		0,025		750-4.200	[SCHNITZER et al., 1993]
Holzabfälle (ohne Holzverpack.)	3,5	3,5	0,02	70	[BACCINI et al., 1993]
Sonstige nicht gefährliche Abfälle	7,8				
<i>Nahrungs- und Genußmittel</i>		0,54	0,01	5,4	[KERNBEIS et al., 1995]
<i>Grünabfälle</i>		0,4	0,1	40	[BACCINI et al., 1993]
<i>Autoreifen</i>		0,044	25	1.100	[BACCINI et al., 1993]
<i>Tierische Fäkalien</i>		0,37	0,1	37	[KERNBEIS et al., 1995]
<i>Häute- und Lederabfälle</i>		0,13	0,033	4	[BACCINI et al., 1993]

Für die Zink-Fracht in den Abfällen könnten neben dem Systemmüll mit 3.300 t noch die Galvanikschlämme von Bedeutung sein, denn je nach Bandbreite der Zink-Konzentration ergeben sich 750 bis 4.200 t Zink. Für Altkraftfahrzeuge und Altreifen wurde eine Zinkfracht von insgesamt 2.060 t ermittelt. Die Zink-Fracht in den Kunststoffen wurde in der Schweiz offensichtlich zu niedrig angesetzt. Eine für Österreich durchgeführte Abschätzung ist dem Punkt Kunststoffabfälle zu entnehmen.

<sup>4</sup> [KRAMMER et al., 1995]



#### 4.3.12.2 Schrott

In Österreich fielen 1994 rund 1.000.000 t unlegierter Eisenschrott an. Dieser fällt im Bereich der Bahn, der Metallverarbeitung, des Haushalts und als Autoschrott (rd. 90.000-100.000 t) an. Beim Shreddern von Schrotten fallen rund 20 % als nicht bzw. kaum metallhaltige Shredder-Leichtfraktion an. Die restlichen 800.000 t Sammelschrott werden den Stahlwerken zugeliefert. Ein weiterer Teil an Autoschrott wird den Schrottscheren zugeführt. Neben dem unlegierten Eisenschrott fielen in Österreich etwa 120.000 t an legiertem Schrott an [KANDELHART, 1996].

In den Stahlwerken wird der Sammelschrott eingeschmolzen. Dabei verdampft das Zink und wird mit dem Filterstaub wieder abgeschieden. Unter der Annahme, daß der gesamte Sammelschrott in Österreich verarbeitet wird, fallen 13.800 t Filterstaub an. Bei einer Zinkkonzentration von 38 % im Filterstaub ergibt das eine Zinkfracht von 5.200 t Zink. Das Zink kann durch Aufbereitungsverfahren wieder gewonnen werden. Da es in Österreich aber keine geeignete Anlage dafür gibt, wird der Zinkstaub zur Gänze ins Ausland exportiert [BROCHMANN, 1996].

#### 4.3.12.3 Kunststoffe

Zink wird im Kunststoff als Additiv verwendet. In Österreich fielen 1994 lt. Fehring 763.000 t an Kunststoffabfällen an. Bei einer geschätzten Zink-Konzentration von 0,7 kg/t ergibt dies für Österreich eine Zinkfracht im Kunststoffabfall von 534 t/a [FEHRINGER & BRUNNER, 1996].

In der nachfolgenden Tabelle 21 werden alle Prozesse, Güter- und Zinkflüsse des Systems zusammenfassend dargestellt. Eine detailliertere Tabelle befindet sich im Anhang (s. Tab. 26).

Tab. 21: Zusammenfassende Darstellung aller Prozesse und Güter- und Zinkflüsse der Stoffflußanalyse Zink – Österreich (Abkürzungen vgl. Legende zu Abbildung 6).

Güter	Güterfluß [t/a]	Zinkkonzentration [g/kg]	Zinkfluß [t/a]
<b>Prozeß „Dienstleistung – inkl. Infrastruktur“ (DL-oE)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>4,30E+09</b>		<b>100.983</b>
Produktionsgüter Import	279.300		71.600
<i>Rohprodukte</i>	50.900	990	50.400
<i>Halbzeug</i>	8.800	900	7.900
<i>Fertigprodukte</i>	1.400	900	1.300
<i>Zinkabfälle</i>	1.200	900	1.100
<i>Kupferlegierung</i>	15.000	200	3.000
<i>Verzinkte Bleche und Drähte</i>	199.000	30	6.000
<i>Anorgan. Verbindungen</i>	3.000	630	1.900
Produktionsgüter inländ. erzeugt IG	n. b.		n.b
Konsumgüter Import	7.700.000	0,74	5.700
Konsumgüter inländ. erzeugt IG	n. b.		n. b.
Recycelte Güter	13.800	380	5.200
Energieträger Import	22.000.000	n. b.	53-459
Energieträger inländ. erzeugt BLF	2.000.000	0,05	100
Baumaterialien Import	n. b.		n. b.
Bauwerke DL-oE	22.000.000	0,82	18.000

Güter	Güterfluß [t/a]	Zinkkonzentration [g/kg]	Zinkfluß [t/a]
<b>Prozeß „Dienstleistung – inkl. Infrastruktur“ (DL-oE) (Fortsetzung)</b>			
<b>INPUT (Fortsetzung)</b>	<b>4,30E+09</b>		<b>100.983</b>
Grund/Quellwasser	1,66E+09	0,00001	17
Nutz- und Brauchwasser	2,58E+09	0,00001	26
Deposition DL-oE	n. b.		50-160
Handelsdünger Import BLF	76.000	0,38	29
Handelsdünger inländ. erzeugt IG	239.000	0,21	50
Pflanzliche Produktionsgüter	9.400.000		140-190
Reifenabrieb PHH	8.600	25	218
Reifenabrieb IG	n. b.		n. b.
<b>OUTPUT</b>	<b>4,28E+09</b>		<b>126.082</b>
Produktionsgüter IG	279.300		71.600
Handelsdünger BLF	315.000	0,25	79
Konsumgüter IG	n. b.		n. b.
Konsumgüter PHH	7.700.000		5.700
Produktionsgüter Export	595.370		30.920
<i>Rohprodukte</i>	3.700	990	3.700
<i>Halbzeug</i>	570	900	520
<i>Fertigprodukte</i>	2.600	900	2.400
<i>Zinkabfälle</i>	1.900	900	1.700
<i>Kupferlegierung</i>	4.700	200	900
<i>Verzinkte Bleche und Drähte</i>	575.000	30	17.300
<i>Anorgan. Verbindungen</i>	6.900	630	4.400
Recycelte Güter	13.800	380	5.200
Energieträger IG	15.000.000		17-102
Energieträger PHH	6.500.000		33-270
Konsumgüter Export	n. b.		n. b.
Energieträger Export	n. b.		n. b.
Baurestmassen DLoE	3.800.000	3,2	12.500
Verdunstung	3,50E+08		0
Leitungswasser IG	7,20E+08	0,00001	7
Leitungswasser BFL	2,70E+08	0,00001	3
Leitungswasser PHH	3,70E+08	0,00001	4
Brauch- und Nutzwasser IG	9,40E+08	0,00001	9
Abluft DL-oE	n. b.		3-87
Abwasser kommunal DL-oE	n. b.		290-430
Abwasser Vorflut DL-oE	1,60E+09	0,00001	16
flächenversickertes Abwasser DL-oE	n. b.		50-90
versickertes Abwasser DL-oE	n. b.		n. b.
<b>LAGER</b>	<b>2,10E+09</b>		<b>1,60E+06</b>
Lagerveränderung	18.000.000		5.000

Güter	Güterfluß [t/a]	Zinkkonzentration [g/kg]	Zinkfluß [t/a]
<b>Prozeß „Industrie Gewerbe“ (IG)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>1,98E+09</b>		<b>105.120</b>
Baumaterialien	84.000.000		15.000
Produktionsgüter IG	279.300		71.600
<i>davon identifiziert</i>			67.900
<i>Verzinkte Bleche</i>			7.200
<i>Zink/Zinklegierung</i>			59.400
<i>Zinksulfat</i>			1.300
Energieträger IG	15.000.000		17-102
Konsumgüter IG	n. b.		n. b.
Deposition IG	n. b.		3
Leitungswasser IG	7,20E+08	0,00001	7
Brauch- und Nutzwasser IG	9,40E+08	0,00001	9
Luft IG	2,90E+08		n. b.
Baurestmassen PHH	7.600.000	0,79	6.000
Baurestmassen DLoE	3.800.000	3,2	12.500
<b>OUTPUT</b>	<b>1,97E+09</b>		<b>77.000-81.000</b>
Produktionsgüter inländ. erzeugt IG	n. b.		n. b.
Konsumgüter inländ. erzeugt IG	n. b.		n. b.
Bauwerke PHH	38.000.000	0,79	30.000
Bauwerke DL-oE	22.000.000	0,82	18.000
Baurestmassen IG	15.800.000		22.000
Haushaltsähnliche Abfälle IG	140.000		280
Industrie-/Gewerbeabfälle	7.300.000		750-4.200
Schrott	1.000.000		5.200
deponierte Industrie-/Gewerbeabfälle	230.000		90
Abluft IG	2,26E+08		17-102
Abwasser kommunal IG	5,36E+08		90-300
Abwasser IG	1,80E+08		31-100
versickertes Abwasser IG	n. b.		n. b.
flächenversickertes Abwasser IG	n. b.		14-70
deponierter 'Klärschlamm IG	n. b.		n. b.
Abwasser Vorflut IG	9,40E+08		30-100
<b>LAGER in t</b>	<b>520.000.000</b>		<b>410.000</b>
Lagerveränderung in t	20.000.000		17.000

Güter	Güterfluß [t/a]	Zinkkonzentration [g/kg]	Zinkfluß [t/a]
<b>Prozeß „Bergbau Landwirtschaft Forstwirtschaft“ (BLF)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>2,92E+08</b>		<b>730-1.100</b>
Pflanzliche Produkte (Ernteentzug)	22.000.000		570-800
Handelsdünger BLF	315.000	0,25	79
Leitungswasser BFL	2,70E+08	0,00001	3
Luft BFL	n. b.		n. b.
Klärschlamm DL-E	n. b.		75-260
<b>OUTPUT</b>	<b>3,17E+08</b>		<b>1.100-1.900</b>
Pflanzliche Produktionsgüter	9.400.000		140-190
Energieträger inländ. erzeugt BLF	2.000.000		100
Handelsdünger	315.000		79
Hofdünger	35.000.000		670-1.300
Leitungswasser	2,70E+08		3
Ausgebrachter Klärschlamm BLF	n. b.		75-260
Abluft BLF	n. b.		1
<b>Prozeß "Privater Haushalt" (PHH)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>5,13E+08</b>		<b>35.704</b>
Leitungswasser PHH	3,70E+08	0,00001	4
Luft PHH	9,10E+07		n. b.
Konsumgüter PHH	7.700.000		5.700
Baumaterialien PHH	n. b.		n. b.
Bauwerke PHH	38.000.000	0,79	30.000
Energieträger PHH	6.500.000		33-270
Deposition PHH	n. b.		15-55
<b>OUTPUT</b>	<b>5,69E+08</b>		<b>12.000-13.000</b>
Abwasser kommunal PHH	255.000.000		140-490
Abluft PHH	149.000.000		33-270
Abfälle PHH	1.530.000	2	3.100
Separat gesammelte Abfälle PHH	1.100.000	0,13	2.200
Baurestmassen PHH	7.600.000	0,79	6.000
Abwasser Vorflut PHH	n. b.		15-45
Senkgrubeninhalt PHH	155.000.000		80-280
versickertes Abwasser PHH	n. b.		n. b.
flächenversickertes Abwasser PHH	n. b.		22-110
Reifenabrieb PHH	8.600	25	218
<b>LAGER in t</b>	<b>689.500.000</b>		<b>579.000</b>
Konsumgüter	9.500.000		42.000
Gebäude	680.000.000		537.000
Lagerveränderung in t	30.000.000		26.000

Güter	Güterfluß [t/a]	Zinkkonzentration [g/kg]	Zinkfluß [t/a]
<b>Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" (DL-E)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>1,15E+09</b>		<b>29.000-33.000</b>
Abwasser kommunal DL-oE	n. b.		290-430
Abwasser kommunal IG	536.000.000		90-300
Abwasser IG	180.000.000		31-100
Abwasser kommunal PHH	255.000.000		140-490
Industrie-/Gewerbeabfälle	7.300.000		750-4.200
Baurestmassen IG	15.800.000		22.000
<i>davon Schrott</i>	<i>1.000.000</i>	<i>5,2</i>	<i>5.200</i>
Abfälle PHH	1.530.000	2	3.100
Haushaltsähnliche Abfälle IG	140.000	2	280
Separat gesammelte Abfälle PHH	1.100.000	0,13	2.200
Senkgrubenhalt PHH	155.000.000		80-280
<b>OUTPUT</b>	<b>1,15E+09</b>		<b>29.000-33.000</b>
Abluft DL-E	n. b.		0,4
deponierter Klärschlamm DL-E	n. b.		120-440
Klärschlamm DL-E	n. b.		75-260
gereinigtes Abwasser DL-E	1,13E+09		150-500
deponierte Abfälle DL-E	26.870.000		28.000-32.000
Wasserverluste Kanalisation	110.000.000		55-130
Recycelte Güter	18.500	380	5.200
<b>Prozeß "Deponie " (Deponie)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>27.100.000</b>		<b>28.000-33.000</b>
deponierter Klärschlamm DL-E	n. b.		120-440
deponierter Klärschlamm IG	n. b.		n. b.
deponierte Abfälle DL-E	26.870.000		28.000-32.000
deponierte Industrie-/Gewerbeabfälle	230.000		90
<b>OUTPUT</b>	<b>n. b.</b>		<b>8</b>
Sickerwasser	n. b.		8
<b>LAGER in t</b>	<b>n. b.</b>		<b>460.000</b>
Lagerveränderung in t			28.000-33.000
<b>Prozeß "Atmosphäre" (Atmo)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>3,75E+08</b>		<b>53-459</b>
Luft Import	n. b.		n. b.
Abluft IG	2,26E+08		17-102
Abluft BLF	n. b.		1
Abluft PHH	1,49E+08		33-270
Abluft DL-oE	n. b.		3-87
Winderosion	n. b.		n. b.

Güter	Güterfluß [t/a]	Zinkkonzentration [g/kg]	Zinkfluß [t/a]
<b>Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" (DL-E) (Fortsetzung)</b>			
<b>OUTPUT</b>	<b>2,90E+08</b>		<b>2.300-8.200</b>
Luft Export	n. b.		n. b.
Deposition IG	n. b.		3
Luft PHH	9,10E+07		n. b.
Luft BFL	n. b.		n. b.
Luft IG	2,09E+08		n. b.
Deposition PHH	n. b.		15-55
Deposition Pedosphäre	n. b.		2.200-7.900
Deposition Oberflächengewässer	n. b.		35-130
Deposition DLoE	n. b.		50-160
<b>Prozeß "Pedosphäre" (Pedo)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>9,84E+10</b>		<b>3.100-9.800</b>
Niederschlag	9,81E+10		n. b.
Deposition Pedosphäre	n. b.		2.200-7.900
Handelsdünger	315.000		79
Hofdünger	35.000.000		670-1.300
Leitungswasser	2,70E+08		3
Ausgebrachter Klärschlamm BLF	n. b.		75-260
flächenversickertes Abwasser PHH	n. b.		22-110
flächenversickertes Abwasser IG	n. b.		14-70
flächenversickertes Abwasser DL-oE	n. b.		50-90
Verwitterung	n. b.		n. b.
<b>OUTPUT</b>	<b>9,96E+10</b>		<b>1.100-1.600</b>
Tiefensickerung Pedo	5,48E+10	0,00001	548
Verdunstung Pedo	4,48E+10		0
Pflanzliche Produkte (Ernteentzug)	22.000.000		570-800
Abschwemmung/Erosion	1.000.000		20-200
Winderosion	n. b.		n. b.
<b>LAGER in t</b>	<b>2,00E+09</b>		<b>145.000</b>
Lagerveränderung in t			2.000-8.200
<b>Prozeß "Lithosphäre" (Litho)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>5,48E+10</b>		<b>548</b>
Tiefensickerung Pedo	5,48E+10	0,00001	548
versickertes Abwasser IG	n. b.		n. b.
Baumaterialien	84.000.000		15.000
versickertes Abwasser PHH	n. b.		n. b.
versickertes Abwasser DL-oE	n. b.		n. b.
versickertes Abwasser DL-E	n. b.		n. b.
Wasserverluste Kanalisation	1,10E+08		55-130
Sickerwasser	n. b.		8

Güter	Güterfluß [t/a]	Zinkkonzentration [g/kg]	Zinkfluß [t/a]
<b>Prozeß "Lithosphäre" (Litho) (Fortsetzung)</b>			
<b>OUTPUT</b>	<b>5,48E+10</b>		<b>548</b>
Tiefensickerung Litho	5,48E+10	0,00001	548
Verwitterung	n. b.		n. b.
Auswaschung Litho	n. b.		n. b.
<b>Prozeß "Grundwasser " (GRWA)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>5,48E+10</b>		<b>548</b>
Tiefensickerung Litho	5,48E+10	0,00001	548
Auswaschung Litho	n. b.		n. b.
<b>OUTPUT</b>	<b>5,90E+10</b>		<b>590</b>
Unterirdischer Abfluß Export	2,50E+09	0,00001	25
Grundwasserausfluß	5,48E+10	0,00001	548
Grund/Quellwasser	1,66E+09	0,00001	17
Exfiltrat	n. b.		n. b.
<b>LAGER</b>	<b>5,00E+10</b>		<b>460-610</b>
Grundwasser	5,00E+10	0,00001	460-610
<b>Prozeß "Oberflächengewässer" (OFGW)</b>			
<b>INPUT</b>	<b>8,70E+10</b>		<b>1.100-2.080</b>
Oberflächenwasser Import	2,85E+10		285-513
Grundwasserausfluß	5,48E+10	0,00001	548
Abwasser Vorflut IG	9,40E+08		30-100
Abwasser Vorflut PHH	n. b.		15-45
Abwasser Vorflut DL-oE	1,60E+09	0,00001	16
gereinigtes Abwasser DL-E	1,13E+09		150-500
Abschwemmung/Erosion	1.000.000		20-200
Deposition Oberflächengewässer	n. b.		35-130
Exfiltrat	n. b.		n. b.
<b>OUTPUT</b>	<b>8,65E+10</b>		<b>1.030-2.790</b>
Oberflächenwasser Export	8,39E+10		1000-2770
Nutz- und Brauchwasser	2,58E+09	0,00001	26

## 5 ERSTELLUNG DER STOFFBUCHHALTUNG

### 5.1 Bildung und Zusammensetzung der Arbeitsgruppe

Über den gesamten Projektablauf wurden drei Arbeitsgruppensitzungen festgelegt, die in der zeitlichen Abfolge mit den Terminen für die Zwischenberichte bzw. für den Endbericht koordiniert wurden.

Aufgrund der ersten in den Monaten Aug. 95 bis Feb. 96 durchgeführten **provisorischen Stoffflußanalyse** konnten die relevanten **Güterflüsse** und die **sensiblen Prozesse identifiziert** werden. In einem ersten Schritt wurde das Hauptaugenmerk auf die größten Güterflüsse und auf das Verstehen des Gesamtsystems gelegt. Dadurch standen die anthropogenen Prozesse im Vordergrund der Betrachtung, d. h. vor allem der Produktionssektor (Prozeß "Industrie, Gewerbe") und damit verbunden die Im- und Exporte von Produktions- und Konsumgütern.

Vorgesehener Teilnehmerkreis der ersten Arbeitsgruppensitzung:

- Vertreter von zinkverarbeitenden Unternehmen:
  - Verzinkereien
  - metallverarbeitende Industrie
- Vertreter von Fachverbänden (vgl. Tab. 27):
- Sektion Gewerbe-Handwerk:
  - Metallgießer
  - Gürtler
  - Graveure
  - Metalldrücker
  - Metallschleifer
  - Galvaniseure
- Sektion Industrie:
  - Fachverband der Eisen- und Metallwarenindustrie
- das Umweltbundesamt als Auftraggeber
- Universitäten:
  - TU Wien (Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft)
  - Montanuniversität Leoben.

Neben der Identifikation der großen Flüsse spielt die Kenntnis über jene kleinen Flüsse, welche teilweise unbemerkt und diffus in die Umwelt gelangen, eine wichtige Rolle. Diese Fragestellung wurde in den Monaten vor und in der zweiten Arbeitsgruppensitzung im Juni 96 bearbeitet und diskutiert.

In der Zeit von Juni bis September 96 wurde unter Mitarbeit von Teilnehmern der Arbeitsgruppe ein **Datenerhebungsbogen** entworfen, der anschließend an ausgewählte Fachverbände und ein Unternehmen versandt wurde. Mit Hilfe dieses Bogens sollten die Daten in einheitlich strukturierter Form zur weiteren Auswertung zur Verfügung gestellt werden.

Die dritte Arbeitsgruppensitzung im September 96 war gekennzeichnet durch Diskussionen über die bisherigen Erfahrungen innerhalb der Arbeitsgruppe und die erzielten Ergebnisse und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen für das Projekt Stoffbuchhaltung – Zink Österreich.



## 5.2 Datenerhebung

Der Aufbau der Nationalen Stoffbuchhaltung für Zink basiert auf den **Ergebnissen der Stoffflußanalyse**, d. h. die Gliederung der Stoffbuchhaltung erfolgt gemäß der Struktur der Stoffflußanalyse. Diese Struktur wurde auf Grundlage von bestehenden statistischen Datensätzen (v. a. der Industrie- und Gewerbestatistik bzw. der Außenhandelsstatistik) erstellt. In der Europäischen Union werden die nationalstaatlichen Statistiken gegenwärtig auf neue Systeme umgestellt. Mit der sogenannten NACE-Codierung wird das gesamte Wirtschaftssystem eingeteilt. Mit Hilfe der PRODCOM-Listen werden die Güter klassifiziert.<sup>5)</sup>

Obwohl es gegenwärtig noch keine mit Zahlen versehenen Statistiken dafür gibt, wurden in diesem Projekt die anthropogenen Prozesse auf Basis der Codierung gemäß dem ÖNACE-Code und die anthropogenen Güterflüsse gemäß PRODCOM-Liste definiert. Für die natürlichen Prozesse und Güterflüsse wurde eine an der TU Wien entwickelte Klassifizierung verwendet.

Aufgrund dieser Einteilung wurde ein **Datenerhebungsbogen** entwickelt, in dem prozeßorientiert die Input- und Outputflüsse aufgezeichnet werden können.

Basierend auf den Ergebnissen der Stoffflußanalyse wurden die Empfänger der Bögen ausgewählt. Aufgrund der Bedeutung des Produktionssektors wurden die Datenerhebungsbögen an folgende für den Zinkfluß **wichtigsten Fachverbände** des Produktionssektors verschickt:

- Metall-, Gießerei- und Fahrzeugindustrie
- Bergwerke und eisenerzeugende Industrie
- Maschinen- und Stahlindustrie
- Eisen- und Metallwarenindustrie.

Zusätzlich wurde ein Datenerhebungsbogen an das für den Zinkhaushalt bedeutendste Unternehmen, die **VA STAHL**, verschickt.

Der Vorgang der Datenbeschaffung selbst sollte so weit wie möglich automatisiert werden, sodaß die gesammelten Daten in einem vereinbarten Rhythmus praktisch standardisiert an den Ort der Erfassung bzw. Fortführung der Stoffbuchhaltung gesandt werden. Der Datentransfer selbst sollte idealerweise bereits über einen elektronischen Datenträger erfolgen. Auf diese Weise kann die Datenaufarbeitung und -auswertung minimiert werden. Die Zusammenführung der Bilanzierungen der einzelnen (Sub-)Prozesse erfolgte in diesem Projekt durch das Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft an der TU Wien.

Das Ergebnis der Stoffbuchhaltung ist wiederum ein Systembild wie im Kapitel 6.1.3 dargestellt.

---

<sup>5</sup> Siehe Fußnoten <sup>1</sup> und <sup>2</sup> (Seite 26)

## 6 ERGEBNISSE

### 6.1 Stoffflußanalyse

#### 6.1.1 Daten

Die für die Stoffflußanalyse Zink Österreich herangezogenen Daten sind teilweise unsicher, fehlen oder sind nicht zugänglich. So werden zum Beispiel in der österreichischen Produktionsstatistik Güter dann nicht genannt, wenn weniger als drei österreichische Betriebe diese Güter produzieren. Soweit diese Güter überhaupt identifiziert werden konnten, wurden sie daher mit Hilfe nationaler und internationaler Literatur abgeschätzt. Die vorhandenen Statistiken basieren meist auf einer unterschiedlichen Systematik. Die Daten konnten daher nur bedingt verknüpft werden. So unterscheidet sich beispielsweise die Kodierung der österreichischen Außenhandelsstatistik von jener der österreichischen Produktionsstatistik. Um den Prozeß "Industrie Gewerbe" bilanzieren zu können, mußten die beiden Statistiken aber gegenübergestellt werden. Mit der in der ganzen EU vereinheitlichten Einführung des NACE-Codes, welcher für beiden Statistiken als Grundlage dient, sollte zukünftig eine einfachere Verknüpfung möglich sein.<sup>6)</sup>

#### 6.1.2 Güterbilanz

Die Güterbilanz konnte nicht vollständig erstellt werden. Es wurden im wesentlichen nur die für die Zinkbilanz relevanten Güterflüsse ermittelt bzw. abgeschätzt (Abb. 3).

Der Importfluß an Oberflächenwasser beträgt knapp 30 Mrd. Tonnen. Unter Berücksichtigung der Niederschläge und der Verdunstung werden 84 Mrd. t Oberflächenwasser exportiert. Der Luftbedarf, der sich aus dem Luftbedarf für Verbrennungsvorgänge und der menschlichen Atemluft zusammensetzt, beläuft sich auf etwa 370 Mio. Tonnen. Wasser und Luft sind die beiden wichtigsten Güter. Der Import und Produktions-, Konsumgütern und Energieträgern beträgt im Gegensatz dazu nur etwa 25 Mio. Tonnen. Insgesamt fließen jährlich knapp 100 Mrd. Tonnen an Gütern durch Österreich.

Das anthropogene Lager (ohne Berücksichtigung des Prozesses "Deponie") beträgt etwa 3,3 Mrd. Tonnen. Dieses Lager ist Teil der Infrastruktur, also der Netze (v. a. Straßen) und der Gebäude. Es ist nicht konstant, sondern wächst jährlich um etwa 70 Mio. Tonnen, dies ergibt ein durchschnittliches jährliches Wachstum von etwa 2 %.

Das Güterlager im Prozeß "Deponie" konnte nicht abgeschätzt werden.

---

<sup>6</sup> Siehe Fußnoten <sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> (Seite 26)

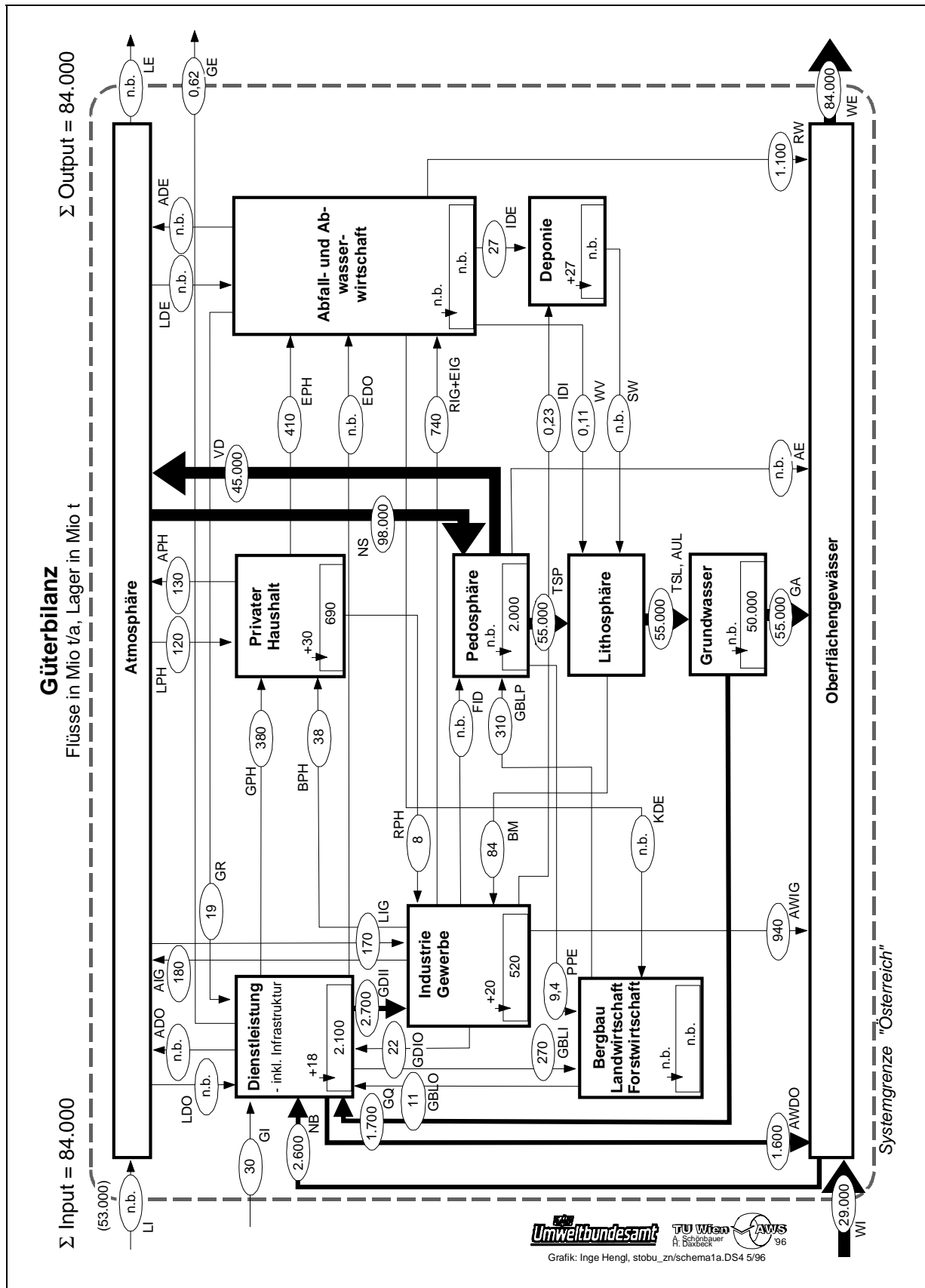


Abb. 3: Güterflüsse und -lager in Österreich (Flüsse in Mio. t/a, Lager in Mio. t) (Abkürzungen dazu siehe nächste Seite).

Abkürzungen in den Abbildungen der Güter- und Zinkbilanz Österreich:

ADE..... Abluft DL-E	GDII ..... Güter IG Input (Produktionsgüter, Baurestmassen DL-oE, Energieträger)
ADO ..... Abluft DL-oE	GDIO .... Güter IG Output (Bauwerke DL-oE, Güter Export)
AE ..... Abschwemmung/Erosion	GE ..... Güter Export (Produktions-, Konsumgüter, recycelte Güter)
AIG ..... Abluft IG	GI ..... Güter Import (Produktions-, Konsumgüter, Energieträger)
APH..... Abluft PHH	GPH..... Güter PHH (Konsumgüter, Energieträger, Leitungswasser)
AUL ..... Auswaschung Litho	GQ ..... Grund/Quellwasser
AWDO.. Abwasser Vorflut DL-oE	GR ..... Recycelte Güter
AWIG.... Abwasser Vorflut IG	IDE ..... Deponierte Güter DL-E
AWPH.. Abwasser Vorflut PHH	IDI ..... Deponierte Güter DI
BLF..... Bergbau, Land-, Forstwirtschaft	KDE ..... Klärschlamm DL-E
BM..... Baumaterialien	LDO ..... Luft DL-oE
BPH..... Bauwerke PHH	LDE ..... Luft DL-E
DDO ..... Deposition DL-oE	LE ..... Luft Export
DL-E..... Abfall- und Abwasserwirtschaft	LI ..... Luft Import
DL-oE... Dienstleistung inkl. Infrastruktur	LIG..... Luft IG
DO..... Deposition Oberflächengewässer	LPH ..... Luft PHH
DP ..... Deposition Pedo	NB ..... Nutz- und Brauchwasser
DPH..... Deposition PHH	NS ..... Niederschlag
EDO ..... Abfälle und Abwasser DL-oE (inkl. Deposition DL-oE, Reifenabrieb, Anteil Korrosion von Leitschienen)	PPE ..... Pflanzliche Produkte (Ernteentzug)
EIG ..... Abfälle und Abwasser IG (Haushaltsähnliche Abfälle IG, Baurestmassen IG, Industrie/Gewerbeabfälle, Schrott)	RIG ..... Baurestmassen IG
EPH..... Abfälle und Abwasser PHH	RP ..... Reifenabrieb PHH
FDO..... Flächenversickertes Abwasser DL-oE (Korrosion Anteil von Leitschienen und Masten)	RPH..... Baurestmassen PHH
FIG ..... Flächenversickertes Abwasser IG	RW ..... Gereinigtes Abwasser
FPH..... Flächenversickertes Abwasser PHH	SW..... Sickerwasser
GA ..... Grundwasserausfluß	TSL ..... Tiefensickerung Litho
GBLI..... Güter BLF Input (Dünger BLF)	TSP ..... Tiefensickerung Pedo
GBLO... Güter BLF Output (Energieträger, Pflanzl. Produktionsgüter)	VD ..... Verdunstung
GBLP.... Güter BLF Pedo (Handels-, Hofdünger, Leitungswasser, Klärschlamm)	WE..... Oberflächenwasser Export
	WI..... Oberflächenwasser Import
	WV..... Wasserverluste

### 6.1.3 Zinkbilanz

Für die Bestimmung und für das Verständnis der mengenmäßig großen Zinkflüsse in Österreich spielt der **Produktionssektor** (Prozeß "Industrie Gewerbe") die wichtigste Rolle. Daher wird dieser Prozeß im folgenden genauer betrachtet. (Siehe auch Anhang, Tabn 23 bis 25).

#### 6.1.3.1 Detaillierte Zinkbilanzen des Prozesses "Industrie Gewerbe"

Der Weg des Zinks über die verschiedenen Bearbeitungsschritte im Produktionssektor ist nicht einfach zu verfolgen. Der erste Verarbeitungsschritt findet in der Branche "**Nichteisen-Metallindustrie**" statt. Es werden jene Zinklegierungen hergestellt, die dann in anderen Branchen weiterverarbeitet werden.

Da in Österreich keine Betriebe mehr angesiedelt sind, die diesen Arbeitsschritt durchführen, erfolgt dieser außerhalb unseres Systems. Daher ist auch die Fracht an importierten Zinklegierungen ident mit dem Bedarf der Industrie. Dies würde sich anhand der Produktionsstatistik überprüfen lassen, war jedoch aufgrund der Geheimhaltung bestimmter Daten im Rahmen dieser Arbeit leider nicht möglich. Gegenüber der Außenhandelsstatistik ergibt sich eine Differenz von etwa 11.000 t.

Die nachfolgenden Ver- und Bearbeitungsschritte konnten im Detail nicht verfolgt werden. Es ergaben sich jedoch einige Anhaltspunkte. Aufgrund von Daten der VA STAHL, dem bedeutendsten Mitglied der Branche "**Bergwerke und eisenerzeugende Industrie**" konnte ein wesentlicher Teil des eingesetzten Zinks dem Produktionsschritt **Bandverzinkerei** zugeordnet werden (ca. 20.000 t).

Der Beitrag der **Lohnverzinkereien** und **Gießereien** ist bereits um vieles kleiner als jener der Branche "Bergwerke und eisenerzeugende Industrie". Weiters sind bereits sehr viel mehr Unternehmen in diesen Arbeitsschritten beteiligt. Daher ist es in diesem Fall bereits viel schwieriger als im obigen Beispiel, die weiteren nachfolgenden Einsatzgebiete zu identifizieren. Auch in den Branchen "**Eisen- und Metallwarenindustrie**" und "**Fahrzeugindustrie**" werden bereits eine Vielzahl von Produkten mit unterschiedlichsten Zinkkonzentrationen verarbeitet und produziert. Da auf dieser Produktionsstufe bereits viele zinkhaltige Halberzeugnisse eingesetzt werden, ist nicht auszuschließen, daß es in der Produktionsstatistik zu **Mehrfachmeldungen** und damit auch zu Mehrfachzählungen kommt.

Zusammengefaßt ergibt sich für den Prozeß "Industrie Gewerbe" folgender Zinkfluß: Der **Zinkverbrauch des Produktionssektors** basiert zum Großteil auf dem Einsatz der Güter **Zink** und **Zinklegierungen, Zinksulfat** und **verzinkten Blechen**. Insgesamt werden im Prozeß "Industrie Gewerbe" etwa 61.000 Tonnen Zink v. a. über die Güter Zink, Zinklegierungen und Zinksulfat eingesetzt (siehe Abb. 4).

Die Branchen, welche die größten Zinkmengen umsetzen, sind mit einem Anteil von knapp über 30 % die "**Bergwerke und eisenerzeugende Industrie**", mit einem Beitrag von fast 30 % die "**Eisen- und Metallwarenindustrie**" und mit nahezu 20 % die "**Fahrzeugindustrie**".

Einen weiteren wesentlichen Zinkbeitrag liefern die **verzinkten Bleche** (siehe Abb. 5). In Summe werden in Österreich etwa 7.000 t in verzinkten Blechen eingesetzt, wobei der Großteil in den Branchen "Eisen- und Metallwarenindustrie" (knapp 50 %), "Maschinen- und Stahlbauindustrie" (25 %) und im "Großgewerbe" (ca. 20 %) Verwendung findet.

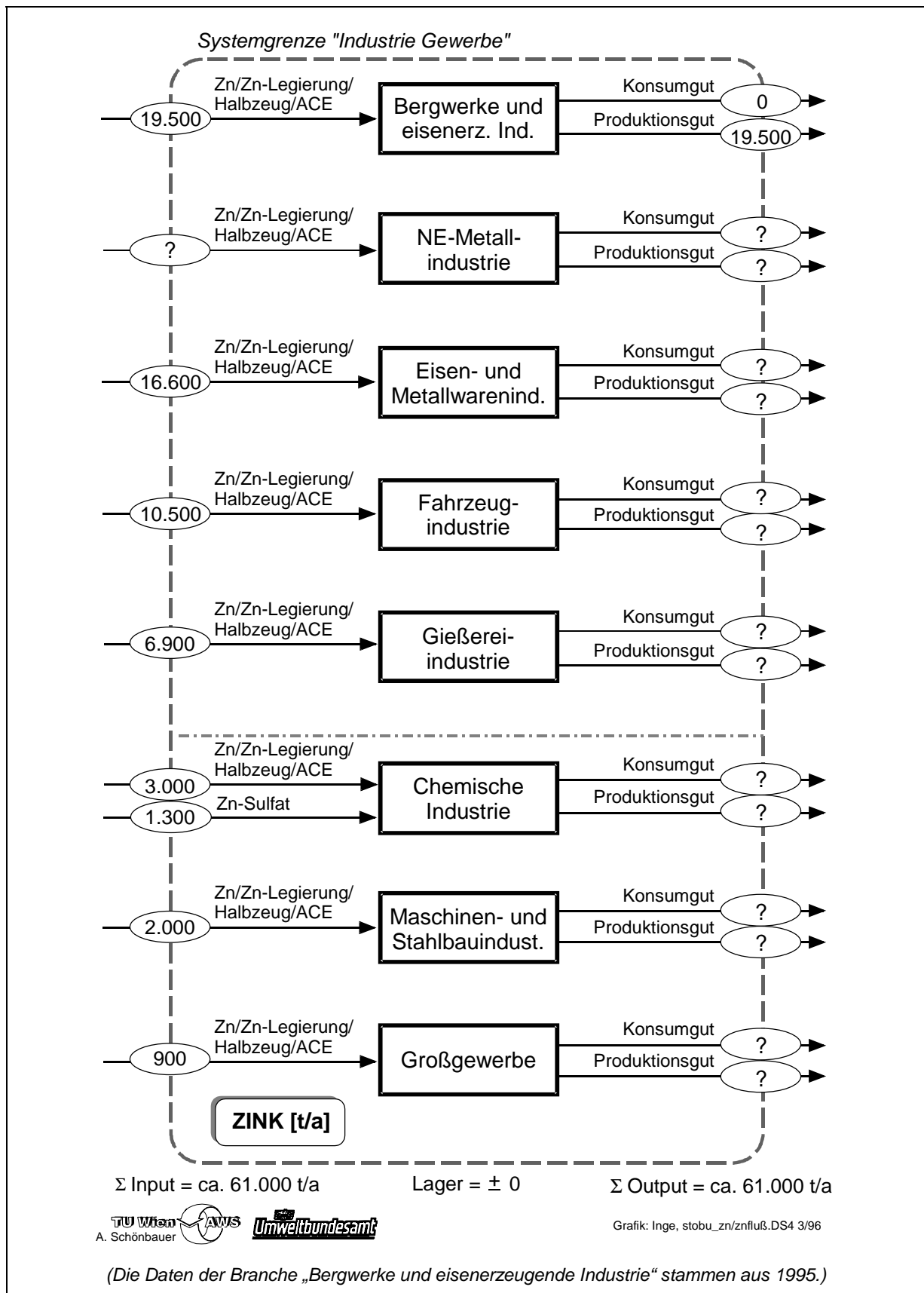


Abb. 4: Zinkverbrauch in Zink, Zinklegierungen, Halbzeug und anorganischen chemischen Erzeugnissen im Produktionssektor (Prozeß "Industrie und Gewerbe") 1993.

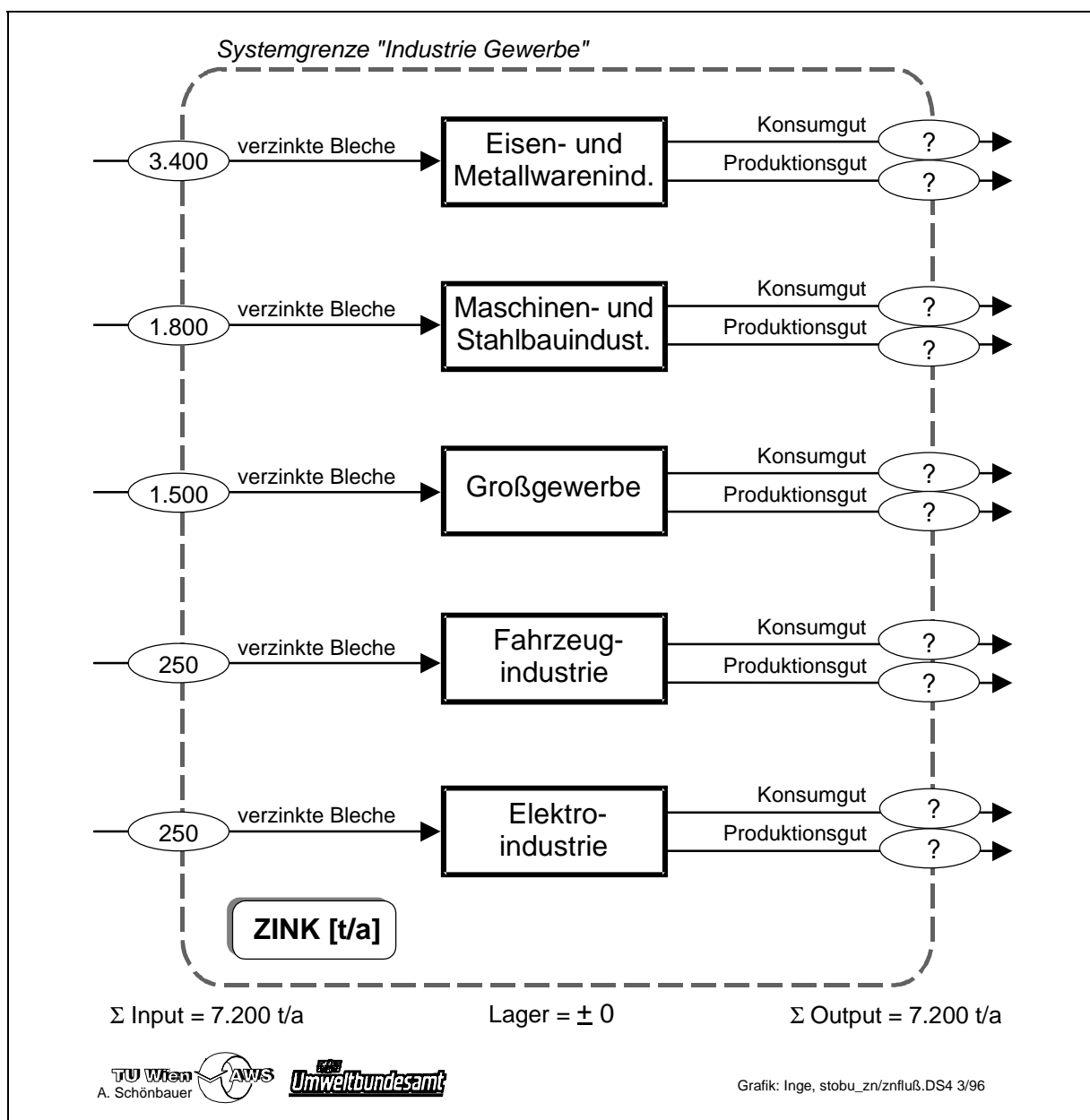


Abb. 5: Zinkverbrauch in verzinkten Blechen im Produktionssektor (Prozeß "Industrie und Gewerbe") 1993.

### 6.1.3.2 Zinkbilanz Österreich

Etwa 80.000 t Zink gelangen in verschiedensten Gütern über die Staatsgrenze nach Österreich. Der größte Teil davon befindet sich in den **Produktionsgütern** (72.000 t/a), in den **Konsumgütern** (5.700 t/a) und in den **fossilen Energieträgern** (900 t/a). Ein weiterer wesentlicher Importfluß erfolgt über die **Atmosphäre**, der aber nicht direkt bestimmt werden konnte. Er beläuft sich, wenn man aus der atmosphärischen Deposition unter Berücksichtigung der österreichischen Emissionen rückrechnet, auf 1.000-7.000 Tonnen. Die Zinkfracht der im Inland hergestellten Produkte konnte nicht berücksichtigt werden.

Das Zink in den Produktionsgütern gelangt über den Prozeß "**Dienstleistung**" – inkl. Infrastruktur" (Spediteure) praktisch zu 100 % in den **Produktionssektor** (Prozeß "Industrie Gewerbe"), wo es weiterbehandelt wird.

Die Zinkmenge in den **importierten** Produktionsgütern verteilt sich zu 70 % auf **Rohprodukte**, zu 10 % auf Halb- und Fertigwaren und zu 8 % auf verzinkte Güter. Der Rest befindet sich in Kupferlegierungen, Zinkabfällen und anorganischen Verbindungen.

Insgesamt **verlassen** etwa knapp 40.000 t Zink Österreich, das sind **weniger als 50 % der importierten Gütermenge**. Diese exportierten Güter setzen sich aus 31.000 t **Produktionsgütern** und etwa 5.000 t/a Zink in **Filterstäuben**, die im Ausland dem Recycling zugeführt werden, zusammen. Das Zink in den Produktionsgütern teilt sich zu 60 % auf **verzinkte Güter** und zu je 12 % auf Rohprodukte und Halbzeug/Fertigwaren auf.

Im **Produktionssektor** (Prozeß "Industrie Gewerbe") werden mit etwa 70.000 t Zn die **größten Zinkmengen** umgesetzt. Die Produktionsgüter bestehen zu fast 90 % aus Zink/Zinklegierungen und zu etwa 10 % aus verzinkten Blechen. Eine Abschätzung von Zink in Baumaterialienflüssen ergibt, daß sich etwa 70.000 t in diesen Gütern befinden. Damit entspricht diese Menge in etwa jener Zinkmenge, die über die Produktionsgüter importiert wird. Obwohl es nicht überprüft werden konnte, liegt die Vermutung nahe, daß ein wesentlicher Anteil des Zinks in Produktionsgütern in Baumaterialien eingesetzt wird.

Die im Prozeß "Industrie und Gewerbe" aus den Baumaterialien hergestellten **Bauwerke** (70.000 t/a) gelangen zu 45 % als Wohnbauten in den Prozeß "privater Haushalt", weitere knapp 30 % in Form von Infrastruktur (v. a. Straßen) in den Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur". Der Rest von ebenfalls knapp 30 % an industriell-gewerblichen Gebäuden verbleibt im Prozeß.

Aus den oben genannten Prozessen fließen die **Baurestmassen** in den Produktionssektor zurück. Aus dem Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" sind dies knapp 13.000 t Zink aus abgebauter Infrastruktur. Aus dem Prozeß "privater Haushalt" kommen 6.000 t aus abgetragenen bzw. renovierten Gebäuden. Im Prozeß "Industrie und Gewerbe" selbst fallen etwa 3.500 t Zink an. Somit gelangen 22.000 t Baurestmassen in den Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft". Bauwerke und Baurestmassen des Prozesses "Bergbau, Land- und Forstwirtschaft" wurden nicht bestimmt.

In den Baurestmassen sind 5.200 t Zink enthalten, die sich im **Schrott** befinden. **Galvanikschlämme** (Industrie- und Gewerbeabfall) können von 750-4.200 t Zink beitragen, wobei zu berücksichtigen ist, daß jene Industrie- und Gewerbeabfälle, die nicht über die kommunale Schiene entsorgt werden, nicht bestimmt werden konnten. Ebenso wurden die von den Industrie- und Gewerbebetrieben direkt deponierten Produktionsabfälle nicht erfaßt. Die Zinkfracht im kommunal entsorgten **Abwasser** aus "Industrie und Gewerbe" beläuft sich auf 90-300 t/a. Insgesamt gelangen somit etwa 23.000-26.000 t Zink in den Prozeß "**Abfall- und Abwasserwirtschaft**".

Da ab 1993 Zinkerze in Österreich nicht mehr gewonnen werden, gibt es auch keine bergbaubedingten Güterflüsse im Prozeß "Bergbau, Land- und Forstwirtschaft". Beim Input über die Produktionsgüter wurde nur die **Düngerfracht** quantifiziert. Es fließen nur geringe Mengen an Zink in diesen Prozeß (80 t), wobei die Zinkfracht über Tierfutter nicht quantifiziert werden konnte. Durch ausgebrachten **Klärschlamm** aus dem Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" gelangen 75-260 t/a Zink in den Prozeß und werden an den Prozeß "Pedosphäre" weitergegeben. Durch den **Ernteentzug** der landwirtschaftlichen Erzeugnisse werden 380-540 t/a Zink in den Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" und schlußendlich in den Produktionssektor geleitet.

Der größte Zinkfluß in die **Privathaushalte** ergibt sich durch die Bauwerke mit 30.000 t/a. Durch die Konsumgüter gelangen weitere 6.000 t/a Zink in die Haushalte. Direkt in die Entsorgung fließen 4.800-5.400 t/a Zink, wobei der Anteil der Abwässer mit 220-770 t/a gering ist. Baurestmassen von 6.000 t/a gelangen indirekt über den Prozeß "Industrie und Gewerbe" in den Entsorgungsprozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft".



In die **Entsorgung** (Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft") gelangen über den Systemmüll insgesamt etwa 5.000 t Zink. Die Gesamtfracht in den Baurestmassen beläuft sich auf 22.000 t Zink. Der Anteil der Privathaushalte ist ebenfalls fast 30 %. Über die Abwässer gelangen insgesamt 630-1.600 t Zn in die Entsorgung, wobei die Privathaushalte zwischen 35 % und fast 50 % zum Zinkfluß beitragen.

Im Reinwasser der **Kläranlagen** befinden sich schlußendlich noch zwischen 150 und 500 t Zn/a, welche in Oberflächengewässer gelangen. Im deponierten Klärschlamm befinden sich weitere 120-440 t/a Zink. Im Senkgrubenräumgut und im Klärschlamm, die auf landwirtschaftlichen Böden ausgebracht werden, stecken 75-260 t/a Zink. Exportierte Zinkabfälle aus dem Prozeß "**Abfall- und Abwasserwirtschaft**" enthalten rund 5.200 t/a Zink.

Über die deponierten Abfälle gelangen 23.000-26.000 t/a Zink in den Prozeß "**Deponie**".

Das gesamte **anthropogene Zinklager** beträgt etwa **3 Mio. Tonnen**. Pro Kopf ergibt das ein Zinklager von fast 400 kg. Mit einem Anteil von 50 % ist der größte Teil des Zinks in die **Infrastruktur** eingebaut, es sind dies vor allem Verkehrsnetze. Das Lager an **Gebäuden** (Wohn- und Industrie-/Gewerbebauten) beläuft sich auf knapp 1 Mio. Tonnen. Die Wohngebäude der Privathaushalte haben davon einen Anteil von 56 %. Das Zinklager in der **Deponie** hat mit 460.000 t fast die gleiche Größe erreicht wie jenes der Wohngebäude. Das Zinklager in der Pedosphäre beträgt 145.000 Tonnen und hat damit einen Anteil von 5 % am gesamten Lager. In den Prozessen "Bergbau, Land- und Forstwirtschaft" und "Abfall- und Abwasserwirtschaft" wurden keine Lager quantifiziert.

Das anthropogene **Zinklager** Österreichs **wächst** insgesamt um durchschnittlich 1,5 %, das sind 48.000 t pro Jahr. Das Lager in Deponien wächst mit 28.000-33.000 t jährlich am schnellsten, das in Wohngebäuden um 24.000 t und das in Industrie- und Gewerbegebäuden um 17.000 t. Das Wachstum der Netze ist neben jenem der Pedosphäre mit jährlich 5.000 t am geringsten.

Von den natürlichen Prozessen spielt die **Atmosphäre** die bedeutendste Rolle. Durch die atmosphärische Deposition gelangen zwischen 2.200 und 7.900 t Zink auf die Pedosphäre. Diese Fracht übersteigt die über Dünger, Gülle und Klärschlamm auf die Pedosphäre ausgebrachte Zinkmenge (800-1.600 t Zink). Die identifizierten Emissionen in die Atmosphäre sind dagegen viel geringer: Aus dem Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" gelangen 3-87 t/a, aus dem Prozeß "Industrie und Gewerbe" 17-46 t/a und aus dem Prozeß "privater Haushalt" 33-270 t/a Zink in die Atmosphäre.

Der gewichtigste Eintrag auf den **Boden** und damit in den Prozeß "Pedosphäre" erfolgt somit über die **atmosphärische Deposition** (2.200-7.900 t/a Zn). Von den restlichen Einträgen, die insgesamt etwa 20-30 % des Gesamtinputs betragen, ist der Beitrag von Klärschlamm, Dünger und die Gülle, die über die Landwirtschaft auf den Boden ausgebracht werden, mit 800-1.600 t/a Zink am bedeutendsten. Die Beiträge durch Reifenabrieb (50-90 t Zink), durch flächenversickertes Abwasser aus Haushalten (22-110 t Zink) und Industrie/Gewerbe (14-70 t Zink) sind im Verhältnis dazu gering.

Über die **Tiefensickerung** von Wasser durch Pedosphäre, Lithosphäre und Grundwasser in Oberflächengewässer werden etwa 600 t Zink transportiert, wobei der Weg des Wassers aus der "Pedosphäre" in "Oberflächengewässer" nicht bekannt ist. Das Zinklager im Prozeß "Grundwasser" beträgt 460-610 t Zink.

Die Bilanz des Prozesses "**Oberflächengewässer**" ergibt einen Import über den oberirdischen Zulauf von 290-510 t Zink. Dieser Fracht steht ein oberirdischer Export von 1.000-2.800 t Zink gegenüber. Die identifizierten Beiträge in den Prozeß "Oberflächengewässer" liefern jährlich insgesamt etwa 800-1.600 t Zn. Es sind dies der Grundwasserausfluß aus dem Prozeß "Grundwasser" mit 550 t Zink/Jahr, das gereinigte Abwasser aus dem Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" mit 150-500 t Zink/Jahr, Abschwemmung und Erosion aus dem Prozeß "Pedosphäre" 20-200 t Zink/Jahr, die atmosphärische Deposition mit 35-130 t Zink/Jahr und ungereinigtes Abwasser mit insgesamt 40-130 t Zink/Jahr.

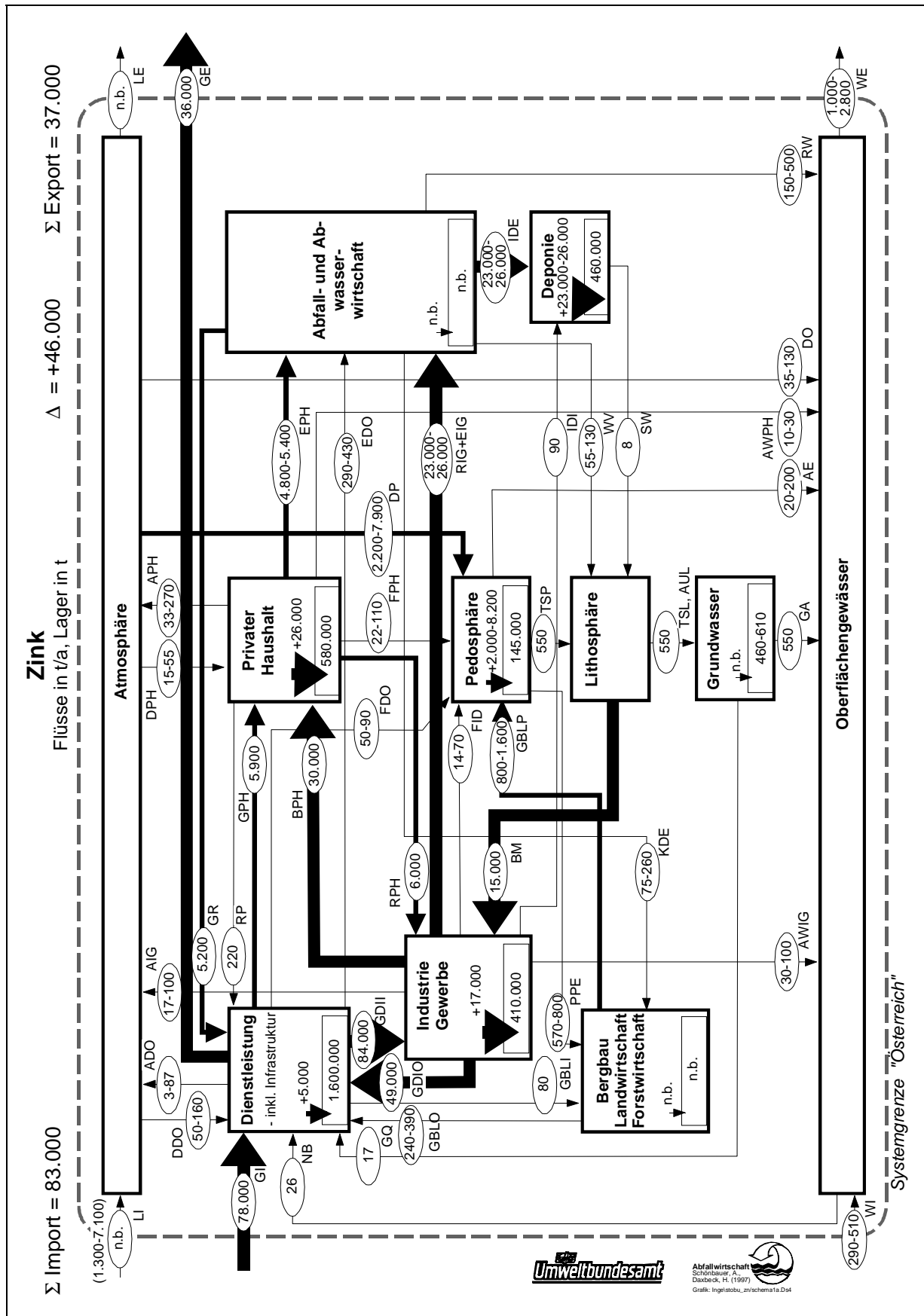


Abb. 6: Zinkflüsse und -lager in Österreich (Flüsse in t/a, Lager in t).

*Abkürzungen in den Abbildungen der Güter- und Zinkbilanz Österreich*

<i>ADE..... Abluft DL-E</i>	<i>GDII ..... Güter IG Input (Produktionsgüter, Baurestmassen DL-oE, Energieträger)</i>
<i>ADO ..... Abluft DL-oE</i>	<i>GDIO .... Güter IG Output (Bauwerke DL-oE, Güter Export)</i>
<i>AE ..... Abschwemmung/Erosion</i>	<i>GE ..... Güter Export (Produktions-, Konsumgüter, recycelte Güter)</i>
<i>AIG ..... Abluft IG</i>	<i>GI ..... Güter Import (Produktions-, Konsumgüter, Energieträger)</i>
<i>APH..... Abluft PHH</i>	<i>GPH..... Güter PHH (Konsumgüter, Energieträger, Leitungswasser)</i>
<i>AUL ..... Auswaschung Litho</i>	<i>GQ ..... Grund/Quellwasser</i>
<i>AWDO.. Abwasser Vorflut DL-oE</i>	<i>GR ..... Recycelte Güter</i>
<i>AWIG.... Abwasser Vorflut IG</i>	<i>IDE ..... Deponierte Güter DL-E</i>
<i>AWPH.. Abwasser Vorflut PHH</i>	<i>IDI ..... Deponierte Güter DI</i>
<i>BLF..... Bergbau, Land-, Forstwirtschaft</i>	<i>KDE ..... Klärschlamm DL-E</i>
<i>BM..... Baumaterialien</i>	<i>LDO ..... Luft DL-oE</i>
<i>BPH..... Bauwerke PHH</i>	<i>LDE ..... Luft DL-E</i>
<i>DDO ..... Deposition DL-oE</i>	<i>LE ..... Luft Export</i>
<i>DL-E..... Abfall- und Abwasserwirtschaft</i>	<i>LI ..... Luft Import</i>
<i>DL-oE... Dienstleistung inkl. Infrastruktur</i>	<i>LIG..... Luft IG</i>
<i>DO..... Deposition Oberflächengewässer</i>	<i>LPH ..... Luft PHH</i>
<i>DP ..... Deposition Pedo</i>	<i>NB ..... Nutz- und Brauchwasser</i>
<i>DPH..... Deposition PHH</i>	<i>NS ..... Niederschlag</i>
<i>EDO ..... Abfälle und Abwasser DL-oE (inkl. Deposition DL-oE, Reifenabrieb, Anteil Korrosion von Leitschienen)</i>	<i>PPE ..... Pflanzliche Produkte (Ernteentzug)</i>
<i>EIG ..... Abfälle und Abwasser IG (Haushaltsähnliche Abfälle IG, Baurestmassen IG, Industrie/Gewerbeabfälle, Schrott)</i>	<i>RIG ..... Baurestmassen IG</i>
<i>EPH..... Abfälle und Abwasser PHH</i>	<i>RP ..... Reifenabrieb PHH</i>
<i>FDO..... Flächenversickertes Abwasser DL-oE (Korrosion Anteil von Leitschienen und Masten)</i>	<i>RPH..... Baurestmassen PHH</i>
<i>FIG ..... Flächenversickertes Abwasser IG</i>	<i>RW ..... Gereinigtes Abwasser</i>
<i>FPH..... Flächenversickertes Abwasser PHH</i>	<i>SW..... Sickerwasser</i>
<i>GA ..... Grundwasserausfluß</i>	<i>TSL ..... Tiefensickerung Litho</i>
<i>GBLI..... Güter BLF Input (Dünger BLF)</i>	<i>TSP ..... Tiefensickerung Pedo</i>
<i>GBLO ... Güter BLF Output (Energieträger, pflanzl. Produktionsgüter)</i>	<i>VD ..... Verdunstung</i>
<i>GBLP.... Güter BLF Pedo (Handels-, Hofdünger, Leitungswasser, Klärschlamm)</i>	<i>WE..... Oberflächenwasser Export</i>
	<i>WI..... Oberflächenwasser Import</i>
	<i>WV..... Wasserverluste</i>

**6.2 Stoffbuchhaltung Zink – Österreich****6.2.1 Erfahrungen mit der Arbeitsgruppe**

Insgesamt wurden etwa 30-40 Personen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Interessensvertretungen und Verwaltung zur Teilnahme in die Arbeitsgruppe eingeladen, wobei schlußendlich etwa 50 % der angefragten Personen an mindestens einer Sitzung teilnahmen. Die Gruppengröße in den einzelnen Sitzungen bewegte sich somit zwischen 10 und 15 Personen. Diese Größe war gut geeignet, um jedem Teilnehmer ausreichend die Möglichkeit zu geben, sein Wissen und seine Kommentare in die Diskussionen einzubringen. Allgemein kann festgestellt werden, daß das Gesprächsklima zwischen den einzelnen Teilnehmer durchaus positiv und konstruktiv war.

In der Regel ist es schwierig, bei der Zusammensetzung einer Gruppe ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den einzelnen, teilweise durchaus unterschiedlichen Interessen zu finden. Für ein erfolgreiches Arbeiten ist jedoch zu gewährleisten, daß zumindest jeweils ein Teilnehmer aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft, Interessensvertretungen und Verwaltung in der Arbeitsgruppe vertreten ist.

Die Beiträge aus der Arbeitsgruppe waren vor allem während des ersten Teiles des Projektlaufes, der Erstellung der Stoffflußanalyse, sehr hilfreich und wertvoll. Durch das Insider-Wissen der Arbeitsgruppenmitglieder konnten Datenlücken identifiziert und teilweise geschlossen werden. Es konnten neue Kontakte beispielsweise zu Unternehmen hergestellt und genutzt werden. Förderlich für die Arbeit der Projektsachbearbeiter war auch die Reflexion der Erhebungsergebnisse durch die Mitglieder der Arbeitsgruppe. So brachten Rückmeldungen aus der Arbeitsgruppe neue Denkanstöße beispielsweise bezüglich der Abschätzung der Korrosionsraten. Weitere wichtige Hinweise bezüglich des Aufbaus der Daten (Berücksichtigung des NACE-Codes) kamen ebenfalls aus der Gruppe.

Während des zweiten Teiles des Projektlaufes, der Erstellung der Stoffbuchhaltung, waren die Beiträge aus der Arbeitsgruppe nicht so erfolgreich wie im ersten Teil. Ein wesentliches Kriterium für die Erstellung und spätere Führung einer Stoffbuchhaltung ist die externe Bereitstellung von Daten. Diese konnten bis auf wenige Ausnahmen (siehe Kapitel 6.2.2) nicht zur Verfügung gestellt werden, daher war es auch nicht möglich, ein Konzept für eine automatische Datenanlieferung weiterzuentwickeln.

### 6.2.2 Stoffbuchhaltung Zink – Österreich

Die Stoffbuchhaltung basiert auf den Ergebnissen der Stoffflußanalyse, d. h. sowohl die Stoffflußanalyse als auch die Stoffbuchhaltung sind von ihrer Struktur her prinzipiell identisch.

Die Auswahl der **Prozesse** erfolgte gemäß Abbildung 6. **Für die Erstellung einer Nationalen Stoffbuchhaltung Zink – Österreich waren daher folgende Prozesse in Betracht zu ziehen:**

- Bergbau, Land- und Forstwirtschaft
- Industrie und Gewerbe
- Dienstleistung – inkl. Infrastruktur
- Abfall- und Abwasserwirtschaft
- Privater Haushalt
- Deponie
- Atmosphäre
- Pedosphäre
- Lithosphäre
- Grundwasser
- Oberflächengewässer.

Die Auswahl der **Güter** erfolgte gemäß Tabelle 26 (siehe Anhang). Aufgrund der großen Anzahl an Gütern werden diese hier nicht speziell angeführt, sondern sind der Tabelle zu entnehmen. Es konnten nicht alle in dieser Tabelle aufgelisteten Güter- bzw. Zinkflüsse quantifiziert werden. Als **Minimalforderung** für die Erstellung einer Stoffbuchhaltung müssen die quantitativ wichtigsten Stoffflüsse erfaßt werden. Für die vorliegende Studie wurden alle jene Flüsse erfaßt, die mehr als 10 % des größten Flusses ausmachen. Außer der atmosphärischen Deposition sind hier aber nur Stoffflüsse der Antroposphäre umfaßt. Die Anwendung der Minimalvariante ist also dann in Betracht zu ziehen, **wenn Zink nur als Rohstoff betrachtet** werden soll.

Ist **auch die Schadstoffproblematik** – insbesondere die dissipativen Flüsse – von Interesse, dann muß die **Maximalvariante** gewählt werden. Sie umfaßt alle in Abbildung 6 ausgewiesenen Flüsse, die entweder zu berechnen oder zumindest abzuschätzen sind. Insgesamt ergeben sich somit zwischen 100 und 150 teilweise hoch aggregierte Güter, die für die Erstellung einer Stoffbuchhaltung bestimmt werden sollten.

Für die Führung einer institutionalisierten Stoffbuchhaltung sollten die Daten in einer strukturierten und bereits für die Auswertung geeigneten Form an eine zentrale Stelle (in diesem Fall war es die TU Wien) übermittelt werden. Zu diesem Zweck wurde ein spezieller **Datenerhebungsbogen** (Tab. 21) entworfen.

Mit Hilfe dieses Datenerhebungsbogens sollten Prozesse oder Teile davon (beispielsweise Branchen) bilanziert werden. Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde die Möglichkeit einer Klassifizierung der Güter gemäß ÖNACE- oder ÖPRODCOM-Codierung eingebaut.<sup>7)</sup> Neben der **Gütermenge** wird die jeweilige **Zink-Konzentration** abgefragt, wobei sowohl Mittelwerte als auch Bandbreiten angegeben werden können. Die Aufschlüsselung bezieht sich nicht nur auf die **Input-** bzw. **Outputgüter**, sondern auch auf **Herkunft** und **Ziel** dieser Güter. Wenn es gelänge, die zinkhaltigen Güter durch die zinkverarbeitenden Branchen zu verfolgen, könnte dadurch das aktuelle Problem der Doppelzählungen in den vorhandenen Statistiken verhindert werden.

Weiters wurde im Erhebungsbogen abgefragt, welche **Nutzungsdauer** die hergestellten Güter durchschnittlich haben und ob sie der **Korrosion** ausgesetzt sind. Der Grund für diese Art von Fragen liegt darin, daß gegenwärtig nahezu keine Informationen über Größe und Zusammensetzung des gegenwärtig bestehenden Zinklagers vorhanden sind. Eine Beantwortung dieser Fragen für eine Stoffbuchhaltung würde jedoch mittelfristig dazu führen, daß das Lager und eventuelle daraus resultierende diffuse Flüsse mit größerer Genauigkeit abgeschätzt werden könnten.

Zum Abschluß wird die **Herkunft** der Information abgefragt, d. h. ob sich die Daten auf Erhebungen oder auf Schätzungen beziehen. Die Unterscheidung läßt Rückschlüsse über die Genauigkeit der Daten zu. So können beispielsweise bereits publizierte Daten gegebenenfalls noch einmal überprüft werden.

Für die anthropogenen Prozesse "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur", "Bergbau, Land-, Forstwirtschaft" (Primärsektor), "privater Haushalt", "Abfall- und Abwasserwirtschaft", "Deponie" und alle natürlichen Prozesse ("Atmo-, Pedo- und Lithosphäre", "Grundwasser" und "Oberflächengewässer") konnten schlußendlich keine speziellen Vertreter als Teilnehmer in der Arbeitsgruppe gewonnen werden.

In den beiden nachfolgenden Kapiteln soll auf den Rücklauf und die Ergebnisse der versendeten Datenerhebungsbögen eingegangen werden.

---

<sup>7</sup> Siehe Fußnoten <sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> (Seite 26)

Tab. 22 a: Beispiel eines Input-Datenerhebungsbogens (entworfen für den Produktionssektor).

**Datenerhebungsbogen Input 1995**

Branche:		Code:									
Gut (1)	Code (2)	Herkunft aus Branche (3)	Ausland [%] (4)	Input- menge (5)	Einheit (6)	S, L (7)	Zinkkonzentration Bandbreite von (8) bis	Einheit (9)	Zinkkonz. Mittel (10)	S, L (7)	
Beispiel: Zinksulfat (11)	2413 31 50 00 (ÖPRODCOM-Code)	Chemische Industrie	80	2.500	t	S	-	-	%	23	L <sub>1</sub>

L1: Weast R. & Astle M. (1982), CRC Handbook of Chemistry and Physics, A Ready-Reference Book of Chemical and Physical Data, 63rd Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida

**Erläuterungen zum Datenerhebungsbogen "INPUT" für das Projekt "Stoffbuchhaltung Zink Österreich":**

Der Datenerhebungsbogen ist in zwei Teile, einen Input- und einen Output-Teil untergliedert. Der Datenerhebungsbogen "Input" erfasst die in eine Branche fließenden Güter, das sind im wesentlichen Roh- und Hilfsstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse.

Das Bezugsjahr für die Datenerhebung ist 1995. Sollten Sie Daten aus einem anderen Jahr verwenden müssen, kennzeichnen Sie dies bitte.

**Wie ist die Bezeichnung "Branche" zu verstehen?**

Die zukünftige "Stoffbuchhaltung Zink Österreich" soll nach statistischer Klassifikation ausgerichtet werden. Bisher wurden in den ÖSTAT-Statistiken die Klassifizierung der "Betriebsstatistik 1968" (BS 68) angewendet, in Zukunft ist für Branchen der EU-konforme "ÖNACE-Code" bzw. für Güter der "ÖPRODCOM-Code" zu verwenden. Die Bezeichnung "Branche" ist daher im Konnex mit diesen Klassifizierungen zu verstehen. Ordnen Sie bitte Ihre Branche dem entsprechenden ÖNACE-Code zu. Wenn das vorhandene Datenmaterial das nicht zulässt, verwenden Sie bitte die "BS 68".

**Erläuterungen zu den einzelnen Spalten****Gut:**

Hier sind die zinkhaltigen Güter anzugeben, die für die Produktion benötigt werden. Von Branchen, die Halbzeug herstellen, sind z. B. "Zinkoxid", "Zinksulfat" oder "Zinklegierung" einzusetzen. Für die Branchen der Finalproduktion wird z. B. "Halbzeug" ein Inputgut sein.

**Code:**

So wie die Bezeichnung "Branche" sind die Güter in der zukünftigen Stoffbuchhaltung nach statistischer Klassifikation geordnet. Bitte ordnen Sie die Güter Ihrer Branche nach dem EU-konformen ÖPRODCOM. Wenn das vorhandene Datenmaterial dies nicht zulässt, ordnen Sie bitte die Güter nach der Codierung, wie sie bis 1995 für die Industrie- und Gewerbestatistik verwendet wurde.

**Herkunft aus Branche:**

Geben Sie an, aus welcher Branche die Güter bezogen werden. Wenn Ihnen die Branchenkette bekannt ist,

die Inputgüter vor Ihrer Branche durchlaufen, geben Sie bitte auch diese an.

**Ausland:**

Bitte geben Sie an, welcher prozentmäßiger Anteil der Güter aus dem Ausland bezogen wird. Unter „Ausland“ werden auch die EU-Staaten verstanden.

**Inputmenge:**

Hier ist die Menge der Güter einzutragen, die in die Branche fließt.

**Einheit:**

In welcher Einheit ist diese Menge angegeben? Beispielsweise "kg", "t". Sollten Sie eine andere Einheit als Masseneinheit angeben müssen (z. B. m<sup>2</sup>), geben Sie bitte den Umrechnungsfaktor zur Berechnung des Massenflusses an.

**S, L:**

Bitte geben Sie an, ob Sie eine Schätzung vorgenommen haben oder ob Sie sich auf Literaturdaten beziehen. S = Schätzung; L<sub>n</sub> = Literaturzitat

**Zinkkonzentration-Bandbreite:**

In welcher Bandbreite bewegt sich die Zinkkonzentration im jeweiligen Gut?

**Einheit:**

Geben Sie hier bitte an, ob sich die Bandbreiten auf absolute Werte (z. B. "kg", "Tonnen") beziehen oder aber auf Prozentgehalte (z. B. 5-35 % Zink in Messinglegierung).

**Zinkkonzentration:**

Geben Sie bitte das arithmetische oder das gewichtete Mittel an, wenn beispielsweise die Zinkkonzentrationen zwischen 30-60 % liegen, aber die häufigste Zinkkonzentration bei 35 % liegt.

**Beispiel: Zinksulfat:**

Das Beispiel des Gutes "Zinksulfat" wurde mit fiktiven Zahlen gewählt.

Tab. 22 b: Beispiel eines Output-Datenerhebungsbogens (entworfen für den Produktionssektor).

**Datenerhebungsbogen Output 1995**



Branche:		Code:													
Gut (1)	Code (2)	Zielprozeß (Branche) (12)	Ausland [%] (13)	Verwendungszweck (14)	Nutzungsdauer (15)	Korrosion ausges. [%] (16)	Outputmenge (17)	Einheit (6)	S, L (7)	Zinkkonzent. Bandbreite von (8) bis (9)	Einheit (9)	Zinkkonz. Mittel (10)	S, L (7)		
verzinkte Bleche (18)	n.b.	Fahrzeugind.	80	Karosserie	5-10 J.	0	20.000	t	S	0,5	3	%	2	L <sub>1</sub>	
L <sub>1</sub> : Angaben von Mitgliedsfirmen der Branche, Juli 1996															

**Erläuterungen zum Datenerhebungsbogen "OUTPUT" für das Projekt "Stoffbuchhaltung Zink Österreich":**

Der Datenerhebungsbogen "Output" erfaßt die aus einer Branche fließenden Güter, das sind im wesentlichen Halb- und Fertigerzeugnisse.

**Erläuterungen zu den einzelnen Spalten**

Da sich die Erklärungen für die Spalten (2), (6), (7), (8), (9) und (10) vom Input nicht unterscheiden, entnehmen Sie diese bitte dem Datenerhebungsbogen Teil "Input".

**Güter:**

Hier sind die zinkhaltigen Güter anzugeben, die in der jeweiligen Branche produziert werden (Beispielsweise Dachrinnen).

**Zielprozeß (Branche):**

Geben Sie an, in welche Branche die Güter weitergegeben werden. Wenn Ihnen die Branchenkette bekannt ist, die bis zum Konsum bzw. bis in die Entsorgung führt, geben Sie diese bitte ebenfalls an.

**Ausland:**

Bitte geben Sie an, welcher prozentmäßiger Anteil der Güter in das Ausland exportiert wird. Unter „Ausland“ werden auch die EU-Staaten verstanden.

**Verwendungszweck:**

Bitte geben Sie an, welchen Verwendungszweck Ihre Produkte und vor allem auch Ihre Zwischenprodukte schlußendlich haben (Beispielsweise verzinkte Bleche, welche im Fahrzeugbau Verwendung finden). Wenn für ein Gut mehrere Verwendungszwecke gegeben sind, so nehmen Sie bitte eine Aufteilung vor.

**Nutzungsdauer:**

Bitte geben Sie an, wie lange Sie die Nutzungsdauer Ihrer Produkte schätzen (Beispielsweise bei verzinkten Dachrinnen ca. 20 Jahre; verzinkte Autobleche 5-10 Jahre).

**Korrosion ausgesetzt:**

Bitte schätzen Sie, welche Ihrer Outputgüter, über die gesamte Nutzungsdauer einer direkten Korrosion ausgesetzt sind.

**Outputmenge:**

Hier ist die Menge der Güter einzutragen, welche die Branche verlassen.

**Beispiel: verzinkte Bleche:**

Das Beispiel des Gutes "verzinkte Bleche" wurde mit fiktiven Zahlen gewählt.

**6.2.2.1 Datensammlung über Verbände**

Die angefragten Fachverbände der Wirtschaftskammer sahen sich nicht in der Lage, Daten für eine Stoffbuchhaltung Zink Österreich zur Verfügung zu stellen. In den einzelnen Antwortschreiben der Fachverbände wurden folgende Gründen angeführt:

- Die Fachverbänden verfügten ausschließlich über jene Daten, welche das ÖSTAT erhebt.
- Eigene Erhebungen würden selten angestellt.
- Mit dem Beitritt zur Europäischen Union seien die Betriebe ohnehin bereits zu umfangreichen statistischen Meldungen verpflichtet worden. Um ihre Mitglieder nicht zusätzlich zu belasten, sollten nach wirtschaftskammerinterner Weisung keine eigenen Erhebungen durchgeführt werden.
- Da eine Reihe der Daten der Geheimhaltung unterlägen, sei es dem Fachverband nicht möglich, die gewünschten Informationen zu geben.

- Die Anzahl der Mitglieder sei zu groß
- und/oder die Produktpalette zu umfangreich.
- Der Fachverband verfüge nicht über die erforderliche fachliche Qualifikation.

Die Einbeziehung der Wirtschaft erweist sich offenbar insbesondere auch deswegen als schwierig, weil dies für die zur Kooperation erforderlichen Betriebe

- die Bekanntgabe von als sensibel eingeschätzten Daten und Informationen erfordert
- einen vermehrten personellen Aufwand verursacht
- eventuell zusätzliche Analysen erfordert
- bzw. ev. nachteilige Maßnahmen als Folge der Stoffbuchhaltung bzw. ihrer Datenpreisgabe befürchtet werde.

### 6.2.2.2 Datensammlung über Unternehmen

Neben der Möglichkeit der Datensammlung über die Verbände bietet sich auch die Option, über Schlüsselbetriebe zu den notwendigen Informationen zu gelangen.

Mit der **VA STAHL** wurde jenem Unternehmen ein Datenerhebungsbogen zugesandt, das mit einem Zinkumsatz von ca. 20.000 t etwa ein Viertel des in Österreich jährlich eingesetzten Zinks verarbeitet. Dieser Betrieb kann daher durchaus als ein Schlüsselunternehmen bezeichnet werden.

Der ausgefüllte Datenerhebungsbogen läßt vermuten, daß in den Unternehmen die notwendigen **Informationen auf Güterebene vorliegen**. Der Bogen zeigt aber auch, daß auch **stoffliche Informationen zumindest teilweise** vorliegen.

Das Unternehmen konnte eine ausgeglichene Zinkbilanz vorlegen, in der nicht nur die wichtigsten zinkhaltigen Güter genannt wurden. Zusätzlich wurden die Herkunfts- und Zielprozesse sowie die Verwendungszwecke abgeschätzt. Diese Informationen bieten eine gute Grundlage, den Weg des Zinks bis zu seinem letztendlichen Einsatzzweck zu verfolgen. Diese Daten können bei der Lagerabschätzung erste Hinweise geben. Bezüglich der **diffusen Flüsse** (Frage nach Korrosion) konnten **keine Informationen** gewonnen werden.

Der ausgefüllte Datenerhebungsbogen kann als positives und vielleicht auch realistisches Beispiel genannt werden, das zeigt, daß mit Hilfe von Schlüsselunternehmen, sofern es solche für einen bestimmten Stoff gibt, ein wesentlicher Beitrag für die Erstellung und Führung einer Stoffbuchhaltung geleistet werden kann.



Tab. 213 a:

Ausgefüllter Datenerhebungsbogen der VA STAHL (Input).

Branche:		Code:												
Gut (1)	Code (2)	Herkunft aus Branche (3)	Ausland [%] (4)	Input- menge (5)	Einheit (6)	S, L (7)	Zinkkonz. von (8) bis	Einheit (9)	Zinkkonz. Mittel (10)	S, L (7)	Zinkfluß gesamt [t]			
Erz	[1]	Bergbau	54	3023335	t	S	0,002	0,0106	Gew. %	S	184			
Pellets	[1]	Bergbau	100	1900598	t	S	0,0029	0,0039	Gew. %	S	57			
Kohle	[1]	Bergbau	100	1946000	t	S	n.b.	n.b.	Gew. %	S	25			
Schrott, verzinkt	[1]	Altstoffhandel	50	35000	t	S	n.b.	n.b.	Gew. %	S	924			
Schrott, unverzinkt	[1]	Altstoffhandel	50	469629	t	S	n.b.	n.b.	Gew. %	S	9			
Kalk	[1]	Bergbau	0	615255	t	S	0,0016	0,0033	Gew. %	S	12			
Zink für Elektrolytische Verzinkung	[1]	Grundstoffindustrie	100	2733	t	S	n.b.	n.b.	Gew. %	S	2.732			
Zink für Feuerverzinkung	[1]	Grundstoffindustrie	100	14644	t	S	n.b.	n.b.	Gew. %	S	14.578			
Gallan für Feuerverzinkung	[1]	Grundstoffindustrie	100	1034	t	S	n.b.	n.b.	Gew. %	S	984			
Gesamt											19.507			



[1] nicht bekannt

Tab. 23 b: Ausgefüllter Datenerhebungsbogen der VA STAHL (Output).



## Datenerhebungsbogen Output 1995

### Branche: Code:

Gut (1)	Code (2)	Zielprozess (Branche) (12)	Ausland [%] (13)	Verwendungszweck (14)	Nutzungsdauer (15)	Korrosion ausges. [%] (16)	Outputmenge (17)	Einheit (6)	S, L (7)	Zinkkonzentration von (8) bis (8)	Einheit (9)	Zinkkonzentration Mittel (10)	S, L (7)	Zinkfluß [t] (11)
Hochofenschlackenprodukte	[3]	Bauwirtschaft	0	Baustoffe			888704	t	S	n.b.	Gew. %	0,0005	S	4
Produkte aus LD-Schlacke	[3]	Bauwirtschaft	0	Baustoffe, Dünger			360724	t	S	n.b.	Gew. %	0,005	S	18
Filterkuchen-Sinteranlage	[3]	Deponie	0				1106	t	S	n.b.	Gew. %	0,07	S	1
Dorrschlamm-Hochöfen	[3]	Deponie	0				13583	t	S	n.b.	Gew. %	1,66	S	225
Schlacke-Feuerverzinkung	[3]	Sekundärrohstoffproduzenten	[1]	Sekundärrohstoff			996	t	S	n.b.	Gew. %	96	S	956
Filterschlamm-el. Verzinkung	[3]	Deponie	0				4315	t	S	n.b.	Gew. %	3,2	S	138
Staub-Stahlwerk [2]	[3]	Sekundärrohstoffproduzenten	90	Sekundärrohstoff			4440	t	S	n.b.	Gew. %	20	S	888
Ausbruch-Verdampfungskühler [2]	[3]	Sekundärrohstoffproduzenten	100	Sekundärrohstoff			1090	t	S	n.b.	Gew. %	20	S	218
Flachwalzware, unverzinkt	[3]	weiterverarbeitende Industrie	60	Weiterverarbeitung			2010037	t	S	n.b.	Gew. %	0,002	S	40
Flachwalzware, verzinkt [4]	[3]	Rohre, Profile, Kaltwalzer	13	Weiterverarbeitung			60123	t	S	0,062 [6]	Gew. %	2,23	S	1.341
Flachwalzware, verzinkt [4]	[3]	Hausgeräte	90	Weiterverarbeitung			92267	t	S	0,062 [6]	Gew. %	2,23	S	2.058
Flachwalzware, verzinkt [4]	[3]	Kfz	98	Weiterverarbeitung			296945	t	S	0,062 [6]	Gew. %	2,23	S	6.622
Flachwalzware, verzinkt [4]	[3]	Steel Service Center, Handel	54	Weiterverarbeitung			126550	t	S	0,062 [6]	Gew. %	2,23	S	2.822
Flachwalzware, verzinkt [4]	[3]	Bauindustrie	66	Weiterverarbeitung			115507	t	S	0,062 [6]	Gew. %	2,23	S	2.576
Flachwalzware, verzinkt [5]	[3]						75028	t	S	0,062 [6]	Gew. %	2,23	S	1.673
<b>Gesamt</b>														<b>19.580</b>

[1] Lieferung In- und Ausland. Anteile sind nicht bekannt.

[2] Angaben aus 1994 und 1995

[3] nicht bekannt

[4] Der Zn-Gehalt ist der Quotient aus der jährlich verbrauchten Zn-Menge und der Menge an erzeugtem verzinktem Band. Auch das im Blech selbst gelöste Zn ist enthalten.

[5] Dekommissioniertes Material (ca. 30657 t teilweise ausgeliefert) und Lagerbestand (ca. 44371 t). Wird hier angeführt um die Zn-Bilanz auszugleichen.

[6] Der Anteil von Zn an einem Flachprodukt in Massenprozent ist abhängig von den Parametern Band- oder Blechdicke (0,35 mm - 2,99 mm), der Art der Zn-Schicht (Zn, Zn-Al, Zn-Fe, Zn-Ni in unterschiedlichen Zusammensetzungen), der aufgetragenen Schichtdicke (elektrolytisch: 1µm - 15 µm, feuerverzinkt: 5,5 µm - 25 µm), des Beschichtungsverfahrens (elektrolytisch Verzinken, Feuerverzinken) und der Zahl der beschichteten Seiten (einseitig oder beidseitig).

Typische (elektrolytisch erzeugte) Auflagen für Produkte für die Branchen Haushalt und Bau sind 2,5 µm (beidseitig) und 10 µm (einseitig).

Typische (durch Feuerverzinkung erzeugte) Auflagen für Produkte für die Branchen Haushalt und Kfz sind 100 g/m<sup>2</sup> - 140 g/m<sup>2</sup> und 275 g/m<sup>2</sup> für die Branche Bau.

## 7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

### 7.1 Stoffflußanalyse Zink – Österreich

Betrachtet man den Stoff Zink unter dem Gesichtspunkt seiner Beeinflussung nach den Kriterien der Nachhaltigkeit, so ergeben sich für die Stoffflußanalyse Zink – Österreich zwei Ansatzpunkte. Im folgenden soll auf diese zwei Komponenten eingegangen werden: **Zink als Ressource** und **Zink als Schadstoff**.

#### 7.1.1 Zink als Ressource

Nach Österreich werden gegenwärtig **große Mengen an Zink importiert**. Es sind dies pro Einwohner und Jahr etwa 10 kg. Im gleichen Zeitraum **verläßt jedoch nur die Hälfte** des importierten Zinks **Österreich wieder**, d. h. ein **wesentlicher Teil verbleibt** in Österreich und dadurch wird das anthropogene Zinklager kontinuierlich aufgebaut. Mitte der 90er Jahre betrug dieses **Lager** etwa 3 Mio. Tonnen und es wurde und wird weiter aufgestockt. Gegenwärtig **wächst es um durchschnittlich 1,5 % pro Jahr**. Die Wachstumsraten der einzelnen Lager sind jedoch unterschiedlich. So **verdoppelt sich** beispielsweise das Lager in der **Infrastruktur** erst **nach über 300 Jahren**, das Zink-Lager in der **Deponie** aber bereits **nach 20 Jahren**.

Um Zink zukünftig als Ressource erkennen und nutzen zu können sind ausreichende Kenntnisse über die anthropogenen **Lager** notwendig. Die Informationen darüber sind gegenwärtig nur rudimentär vorhanden. Für die Erstellung einer Zinkbilanz müssen derzeit noch sehr viele Abschätzungen getroffen werden. Trotzdem lassen sich zur Beantwortung der Frage nach dem Ressourcenpotential **zwei Schlüsselprozesse** nennen, die Prozesse **„Industrie und Gewerbe“** und **„Abfall- und Abwasserwirtschaft“**.

Der Prozeß **„Industrie Gewerbe“** ist ein zentraler Prozeß im nationalen Zinkhaushalt. Zum ersten wird im Produktionssektor entschieden, welche Stoffe überhaupt eingesetzt werden und zum zweiten laufen praktisch 100 % der Zinkfracht über diesen Prozeß. Durch Identifikation der Verwendungszwecke und bei gleichzeitiger Abschätzung der Nutzungsdauer wären Prognosen über Art und Menge zukünftiger zinkhaltiger Abfälle möglich. Ein erster Versuch wurde mit der Befragung der VA STAHL unternommen (siehe auch Kapitel 6.2.2), die 25 % des in Österreich verbrauchten Zinks ver- oder bearbeiten. Diese Prognosen müßten aber nicht notwendigerweise nur die Abfallseite betrachtet. Durch Kenntnisse der Einsatzgebiete zinkhaltiger Güter wäre es möglich, auch inputseitig steuernd einzugreifen, beispielsweise durch Substitution zinkhaltiger Güter.

Neben dem Produktionssektor ist die **Entsorgung** ein zweiter zentraler Prozeß, wo Zink als Ressource vor der Deponierung zurückgehalten werden könnte. Gegenwärtig werden etwa 20 % des Zinks über zinkangereicherte Filterstäube Recyclingprozessen zugeführt. Sollte zukünftig der thermisch verwerteten Abfälle zunehmen, stiege damit auch das Ressourcenpotential. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß über 70 % der schließlich deponierten Abfälle Baurestmassen darstellen, über deren Zusammensetzung und Recyclingmöglichkeiten gegenwärtig kaum Informationen bestehen.

### 7.1.2 Zink als Schadstoff

Neben den mengenmäßig gewichtigen Flüssen spielen die **diffusen**, vielfach auch **dissipativen Flüsse** vor allem unter dem Gesichtspunkt Zink als Schadstoffquelle eine bedeutende Rolle. Insgesamt belaufen sich die **diffusen Flüsse** auf etwa 3.000-9.000 t Zink, d. h. **etwa 10 % des Inputs**. Die beiden **zentralen Prozesse** bei der Betrachtung der diffusen Flüsse sind **"Atmosphäre"** und **"Pedosphäre"**. Über die **atmosphärische Deposition** gelangen 2.000-8.000 t Zink auf die Pedosphäre. Diese Menge ist im Ganzen 2-3 Mal größer als die über Klärschlamm bzw. über Handels- und Wirtschaftsdünger aufgebraachte Fracht.

Die **Herkunft** der atmosphärischen Deposition ist **unbekannt**. Aufgrund der für Österreich durchgeführten Abschätzungen der Emissionen kann gefolgert werden, daß sie großteils aus dem **Ausland** stammen. Die gesamtösterreichischen, diffusen Flüsse können effizient nur über die Deposition gesteuert werden. Es ist daher erforderlich, die Quelle dieser Immissionen zu identifizieren.

Obwohl die restlichen **diffusen Flüsse** wie beispielsweise Korrosion, Erosion oder im Boden versickerte Wässer bei weitem nicht die Bedeutung haben, wie die Deposition, können diese Flüsse **lokal** durchaus zu **Umweltbeeinträchtigungen** führen (z. B. Versickerung von Dachregenwasser).

Der Prozeß "Pedosphäre" ist direkt von der atmosphärischen Deposition betroffen. Obwohl die Zinkkonzentrationen der Böden gegenwärtig den Grenzwert nicht erreichen, ist zu bedenken, daß sich bei gleichbleibenden Depositionsraten das **Zinklager in den Oberböden in 20 bis 70 Jahren verdoppelt** und damit langfristig ein Handlungsbedarf bestehen kann.

Aufgrund der Ergebnisse dieses Projektes und der eingangs formulierten Fragestellungen lassen sich folgende **Schlußfolgerungen** ziehen:

## 7.2 Organisatorische und institutionelle Eignung

**Prinzipiell** ist das im Kapitel 3. formulierte theoretische Vorgehen (siehe auch das Vorprojekt "Stoffbuchhaltung Österreich – STOBUS") für die Erstellung und Führung einer Stoffbuchhaltung zwar **geeignet**. In der Praxis ist es **gegenwärtig jedoch noch nicht möglich**, auf eine einfache und kostengünstige Art und Weise eine Stoffbuchhaltung einzurichten und zu führen.

Die folgenden *Ergänzungen* bzw. Überlegungen sollten jedoch bei einer zukünftigen Stoffbuchhaltung berücksichtigt werden: Eine ausschließlich **begleitende Betreuung** des Projektes durch eine **Arbeitsgruppe**, die sich aus Vertretern der **Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung** zusammensetzt, ist hilfreich und notwendig. Die Teilnehmer der Arbeitsgruppe können durch ihr Fachwissen und als Multiplikatoren nach außen wertvolle Hilfe leisten. Sie sind es auch, die zeitgerecht auf zukünftige Innovationen hinweisen können, sodaß beispielsweise schon im Vorhinein szenarienartig der Effekt von neuen Produkten oder Verfahren für den österreichischen Stoffhaushalt abgeschätzt werden kann. Für eine zukünftige Weiterentwicklung einer Nationalen Stoffbuchhaltung ist aber zu überlegen, den Aufgabenbereich der Arbeitsgruppenteilnehmer über eine reine Beratungsfunktion hinaus zu erweitern: Die Verantwortung der **Bilanzierung bestimmter Prozesse** sollte auf einzelne Teilnehmer der Arbeitsgruppe übertragen werden. Zukünftig sollte die Diskussion über Steuerungsmaßnahmen der identifizierten Stoffflüsse einen breiteren Raum innerhalb der Arbeitsgruppensitzungen einnehmen.

### 7.2.1 Motivation

Dieser Ansatz geht davon aus, daß die einzelnen Akteure die notwendigen Daten für eine Stoffbuchhaltung **freiwillig** zur Verfügung stellen und nicht auf dem Verordnungs- oder Gesetzeswege gezwungen werden, die geforderten Daten zu liefern. Damit diese Methodik auch umgesetzt werden kann, ist es erforderlich, eine dementsprechende **Öffentlichkeitsarbeit** zu leisten. Der Erfolg hängt davon ab, ob die wichtigsten Beteiligten aufgrund der Ergebnisse der Stoffbuchhaltung gemeinsam an der Beantwortung der Problemstellung arbeiten und durch Diskussion die optimalen Maßnahmen zur Steuerung des anthropogenen Stoffhaushaltes erarbeiten.

### 7.2.2 Datenerhebung und -erfassung

Ein wesentlicher Eckpfeiler im Ablauf der Führung einer Stoffbuchhaltung ist die **automatische Anlieferung** der notwendigen **Daten** vom Ort des Datenanfalls an eine zentrale Stelle, wo die Stoffbuchhaltung erstellt bzw. fortgeschrieben wird. Aufgrund der vorhandenen Datenlage ist es **zurzeit nicht möglich**, eine solche Automatisierung des Datentransfers einzurichten.

Die gegenwärtig vorhandenen vom ÖSTAT aufbereiteten **statistischen Unterlagen**, das sind vor allem die Außenhandelsstatistik und die Industrie- und Gewerbestatistik (diese werden gegenwärtig an EU-Statistiken angepaßt) **reichen** alleine **nicht aus**, eine Stoffbuchhaltung zu erstellen. Die Datensammlung ist gegenwärtig **nicht auf** die Erfassung von **Stoffflüssen ausgerichtet**. In einigen Fällen basiert die Datenerfassung noch auf rein wertmäßige Größen. Auch **erschwert** die in Österreich per Gesetz geregelte **Geheimhaltungspflicht** bestimmter Daten die Führung einer Stoffbuchhaltung beträchtlich.

Damit diese mit einem vertretbaren Kostenaufwand geführt werden kann, wären daher folgende **geänderten Rahmenbedingungen notwendig**: Die vom ÖSTAT erhobenen **Güterdaten** sollten nicht nur wert- sondern **auch mengenmäßig** erfaßt werden. Weiters sollte überlegt werden, ob **für bestimmte** ausgewählte **Gütergruppen** bei der Befragung durch das ÖSTAT nicht **auch stoffliche Informationen erhoben** werden. Ein ähnlicher Ansatz wäre die **Einführung einer Stoffdatenbank**, in der für ausgewählte Güter deren stoffliche Zusammensetzung abgelegt ist und die sukzessive erweitert werden könnte. Der bestgeeignete Standort hierfür wäre das Umweltbundesamt.

Im Umweltbundesamt liegen **Umweltdaten** aus verschiedenen Meßnetzen vor. Es wären dies beispielsweise die Wassergüte-, Luft-, Boden- und Altlastenkataster, sowie der Abfalldatenverbund. Die erfaßten **Daten eignen sich in der vorliegenden Form** jedoch **nicht** für die Verwendung in einer Stoffbuchhaltung: Beispielhaft seien die in der Donau vorgenommenen periodischen Konzentrationsmessungen von Zink angeführt, bei denen Zink in "gelöster" und "ungelöster" Form sowie die Zinkkonzentrationen im Sediment analysiert werden. Diese drei Messungen werden u. a. von der Bundesanstalt für Wassergüte und den Kraftwerksbetreibern zu unterschiedlichen Zeitpunkten an unterschiedlichen Stellen der Donau durchgeführt. Um eine Aussage über die gesamte Zinkfracht der Donau treffen zu können, wäre es aber erforderlich, die **Messungen** aller Komponenten **an einer Stelle** der Donau **zur gleichen Zeit** durchzuführen. Dies setzt jedoch eine entsprechende Koordination voraus. Das Umweltbundesamt wäre hier gefordert, die Datenerfassung über die Meßnetze so auszurichten, daß die Ergebnisse in eine zukünftige Stoffbuchhaltung integriert werden könnten.

### 7.2.3 Umfang

Sollte eine Nationale Stoffbuchhaltung Zink ausschließlich unter dem Gesichtspunkt der **Resourcenschonung** konzipiert werden, dann wären in einer **Minimalvariante alle in der Abbildung 6 fett abgebildeten Flüsse**, das sind im wesentlichen, die Stoffflüsse der Anthroposphäre (Zinkflüsse in Produktions- und Konsumgütern, Baumaterialien und Baurestmassen, in festen und flüssigen Abfällen und in der atmosphärischen Deposition, "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" "privater Haushalt", "Industrie und Gewerbe", "Deponie" und "Pedosphäre") und die dazugehörigen Lager zu quantifizieren oder abzuschätzen. Jeder einzelne dieser Flüsse umfaßt mindestens 10 % des größten Zinkflusses. Mit Ausnahme der atmosphärischen Deposition würden dabei **keine Flüsse in die Umwelt erfaßt**.

Ist auch die **Schadwirkung** von Zink von Interesse (insbesondere die dissipativen Flüsse), dann müßten in einer **Maximalvariante alle in der Abbildung 6 abgebildeten Flüsse** und Lager bestimmt werden.

Für die mengenmäßig wichtigsten Zinkflüsse lassen sich bereits geeignete **Meßpunkte** identifizieren, mit deren Hilfe auf relativ einfache Art und Weise gravierende Veränderungen im Gesamtsystem erkennbar sind.

**Import an Produktionsgütern:** Meßpunkt ist die österreichische Grenze, bzw. die Summe der nach Österreich importierten zinkhaltigen Produktionsgüter, welche über die Außenhandelsstatistik bzw. deren Nachfolgerin bestimmt werden kann.

**Einsatz an Baumaterialien:** Meßpunkt sind die Baumaterialien, die quantitativ über die Baustatistik ermittelt werden können. Hier können Querverbindungen und damit auch Kontrollen der Korrektheit der Daten über die importierten Produktionsgüter hergestellt werden.

**Systemmüll und Abwässer:** Über die Abfälle bzw. Abwässer werden die Zinkflüsse teilweise wieder gebündelt, so daß sich ausgewählte Entsorgungsprozesse als Meßstellen anbieten. Als Meßpunkt für den gesamten österreichischen Systemmüll würde sich etwa die Müllverbrennungsanlage Spittelau (v. a. der Filterstaub) eignen, in der 16 % des österreichischen Hausmülls verbrannt werden. Für die flüssigen Abfälle sind die Abwasserreinigungsanlagen (vor allem der Klärschlamm) mögliche Meßpunkte. Es wäre zu überprüfen, ob etwa die Abwasserreinigungsanlage der Stadt Wien als Indikator für die gesamten österreichischen Abwässer eignet oder ob besser ein für Österreich repräsentatives Sample aus mehreren Abwasserreinigungsanlagen zusammengestellt werden sollte.

**Atmosphärische Deposition und Immissionskonzentration:** Von den diffusen Flüssen ist die atmosphärische Deposition der bedeutendste Zinkfluß, vor allem jener Teil, der auf die Pedosphäre gelangt. Diese Deposition und die Immissionskonzentrationen von Zink sind ebenfalls ein wichtiger Meßpunkt für das System.

**Im- und Export Oberflächenwasser:** Ebenfalls von großer Bedeutung für die diffusen Flüsse sind der Im- und Export von Oberflächenwasser, deshalb sollten an den Staatsgrenzen die Import- und Exportflüsse bestimmt werden.

Nach bisherigen Erkenntnissen könnte für die Fortschreibung einer Nationalen Stoffbuchhaltung für Zink 3 bis 5 Jahre angesetzt werden. Da für Zink sowohl die jährlichen Flüsse in den langlebigen Gütern als auch die in der Anthroposphäre aufgebauten Lager von zentraler Bedeutung sind, sollte diese Zeitspanne ausreichen, um Veränderungen in den anthropogenen Flüssen und im anthropogenen Lager feststellen zu können.

Bezüglich der Anforderungen an die **Genauigkeit** der Daten lassen sich gegenwärtig keine Aussagen treffen. Der Grund liegt darin, daß teilweise sehr **grobe Schätzungen** vorgenommen werden mußten und in einigen Fällen überhaupt nur eine einzige Zahl zur Verfügung stand. Dieser Situation muß man sich bei der Interpretation der Ergebnisse bewußt sein. Die präsentierten Ergebnisse wurden teilweise nur in ihrer **Größenordnung quantifiziert** (Bsp.

Baumaterialien), trotzdem ist die **Genauigkeit** der Daten **ausreichend**, um einen **Überblick** über den gesamten österreichischen Zinkhaushalt zu bekommen. In der Zukunft ist jedoch **bei Änderung der Rahmenbedingungen** damit zu rechnen, daß auch die Datenqualität zunimmt.

Die Frage nach dem Ort, an dem eine zukünftige Stoffbuchhaltung geführt werden soll, ist eine äußerst sensible. Einerseits ist der Wunsch der Unternehmen nach **Anonymität** ihrer unternehmensspezifischen **Daten** verständlich und teilweise auch berechtigt. Andererseits kann eine effiziente Stoffbewirtschaftung oder Stoffbuchhaltung nur dann durchgeführt werden, wenn die Stoffflüsse und -lager bekannt sind. Da der Stoff Zink nicht nur ein Ressourcen-, sondern auch ein Schadstoffpotential aufweist, sollte die Verantwortung für die Führung einer Stoffbuchhaltung Zink – Österreich vom Umweltbundesamt wahrgenommen werden. Die **Datenpflege** selbst kann jedoch durchaus auch an eine andere Stelle verlagert werden.

#### 7.2.4 Datenverarbeitung

Bezüglich der Anforderungen an eine Datenbank sind in der gegenwärtigen Situation Aussagen schwierig zu treffen. Für die Verwaltung des derzeit vorhandenen Datensatzes reichen einfache Tabellenkalkulationsprogramme an sich vollkommen aus. Sollte in Zukunft jedoch ein Stoffbuchhaltungssystem für mehrere Stoffe implementiert bzw. der Vorschlag einer Stoffdatenbank umgesetzt werden, dann sollten die Informationen schon von Beginn an in einer **Datenbank** abgelegt werden. Es wird vorgeschlagen, die Struktur der Datenbank für die Stoffbuchhaltung analog der im Anhang befindlichen Tabelle 26 zu wählen, d. h. die Stoffbuchhaltung sollte prozeßorientiert angelegt werden, wobei durch Bilanzierung der Input- und Outputflüsse jeweils die eventuell auftretenden Massendifferenzen entweder als Fehler oder als Veränderung des Lagers abgebildet wird. Die einzelnen Prozesse müssen miteinander verknüpft und die Güter weitergereicht werden, damit Inkompatibilitäten sofort identifiziert und wenn möglich auch korrigiert werden können.

#### 7.2.5 Offene Fragen

Folgende für die Erstellung einer Stoffbuchhaltung wichtigen **Fragen** konnten in diesem Projekt **nicht oder nur teilweise beantwortet** werden:

- Wie groß ist die atmosphärische Deposition auf die "Pedosphäre"?
- Was sind die Herkunftsprozesse dieser Depositionen und wo liegt ihr Ursprung?
- Welche Güter- bzw. Stoffflüsse des Prozesses "landwirtschaftlicher Boden" (z. B. Wirtschaftsdünger, Ernteentzug, Deposition) weisen die größten Unsicherheiten auf und wie groß ist ihre Bedeutung für die Lagerveränderungen in diesem Prozeß?
- Wie groß sind die Flüsse an Baumaterialien und Baurestmassen und wie sind diese zusammengesetzt?
- Wie groß ist das Güter- und Zinklager bzw. dessen Veränderung in den Prozessen der Anthroposphäre ("Dienstleistung – inkl. Infrastruktur", "Privater Haushalt", "Industrie und Gewerbe") und in der "Pedosphäre"?
- Wie sollte ein Datenbanksystem für die Führung einer Stoffdatenbank generell aufgebaut sein (unter besonderer Berücksichtigung der inneren Struktur und der Verknüpfung nach außen)?

## 8 ZUSAMMENFASSUNG

Stoffbuchhaltungen sind ebenso wie Stoffflußanalysen wesentliche Hilfsmittel eines ganzheitlichen, nachhaltigen Stoffmanagements, insbesondere unter dem Aspekt der Ressourcenschonung und des vorsorgenden Umweltschutzes. Sie können auf betrieblicher, regionaler wie nationaler Ebene durchgeführt werden.

Unter einer **Stoffbuchhaltung** versteht man eine **periodisch wiederholte**, auf die wesentlichen Prozesse, Flüsse und Lager reduzierte **Stoffflußanalyse**

Während die Stoffflußanalyse eine „Momentaufnahme“ der wichtigsten Flüsse und Lager eines Stoffes ermöglichen, erlaubt die Stoffbuchhaltung die Beobachtung längerfristiger Entwicklungen, insbesondere die Auswirkungen gesetzter Maßnahmen. Dies ist deshalb wichtig, weil vom Erkennen bis zur effektiven Wirkung von Maßnahmen in Wasser, Boden und Luft Jahrzehnte vergehen können.

Die Stoffbuchhaltung ist ein neues, noch unerprobtes Instrument. Sie sollte für langfristige Planungen benutzt werden. Ihre Berechtigung und Bedeutung hätte sie auf allen Ebenen der Volkswirtschaft. So könnte sie mittel- bis langfristig etwa in die Fortschreibung des Nationalen Umweltplanes, des Bundesabfallwirtschaftsplanes, regionale Stoffbuchhaltungen ev. in die Landesabfallwirtschaftspläne einfließen. Betrieblichen Stoffbuchhaltungen sind vor allem in jenen privaten und öffentlichen Unternehmen sinnvoll, die für den Fluß eines relevanten Stoffes hauptsächlich bestimmend sind.

### 8.1 Zielsetzung und Fragestellung

Ziel dieser Studie war die Entwicklung und Überprüfung einer Methodik zur Führung einer Nationalen Stoffbuchhaltung am Beispiel des Stoffes Zink, aufbauend auf den Ergebnissen des Vorprojektes "Stoffbuchhaltung Österreich".

Folgende generelle Fragen sollten beantwortet werden:

- Ist das im Vorprojekt "Stoffbuchhaltung Österreich" formulierte theoretische Vorgehen für die praktische Führung einer Stoffbuchhaltung des Stoffes Zink prinzipiell geeignet?
- Falls nicht, welche andere Vorgehensweise erscheint notwendig?
- Wo liegen die derzeitigen Grenzen der Methodik: Was ist mit realistischem Aufwand noch nicht realisierbar und was sind die Gründe?
- Welche Ansätze sind denkbar und realistisch, die eine sinnvolle Institutionalisierung ermöglichen würden?
- Welche Rahmenbedingungen sind für die Erstellung einer Nationalen Stoffbuchhaltung schon vorhanden, welche müßten noch gesetzt werden?
- Welches wäre die optimale Zeitspanne, nach der die Daten neu erfaßt werden müßten?
- Welche Anforderungen wären an eine Datenbank zu stellen und wie sollten die Daten dafür aufbereitet werden?
- Bezüglich des als Teststoff gewählten Stoffes Zink sollte beantwortet werden,
- welche Güterflüsse und Lager in einer Stoffbuchhaltung Zink mit welcher Genauigkeit gemessen respektive erfaßt werden sollten.



## 8.2 Methodisches Vorgehen

Als Methoden wurden für die Stoffflußanalyse [BACCINI & BRUNNER, 1991] und für die Stoffbuchhaltung [BRUNNER et. al., 1995] verwendet. Als zeitliche Grenze wurde ein Jahr festgelegt. Als Bilanzjahr wurde das Jahr 1994 gewählt, das ist das Jahr mit den neuesten Datensätzen. Wo für 1994 keine Daten vorlagen, wurden die Daten des nächstliegenden Jahres herangezogen. Als räumliche Systemgrenze wurde die politische Grenze der Republik Österreich festgelegt.

Das System Stoffbuchhaltung Zink – Österreich läßt sich mittels 11 Prozessen charakterisieren:

### 6 anthropogene Prozesse:

1. Bergbau Land- und Forstwirtschaft
2. Industrie und Gewerbe
3. Dienstleistung – inkl. Infrastruktur (DL-oE)
4. privater Haushalt
5. Abfall- und Abwasserwirtschaft (DL-E)
6. Deponie.

### 5 natürliche Prozesse:

1. Atmosphäre
2. Pedosphäre
3. Lithosphäre
4. Grundwasser
5. Oberflächengewässer.

Für die Erstellung der Stoffflußanalyse wurde internationale und nationale Literatur, Statistiken und Informationen aus Gesprächen mit Fachleuten verwendet. Es wurden keine eigenen Analysen der Güter durchgeführt. Es wurden jedoch Ergebnisse aus früheren am Institut durchgeführten Stoffflußanalysen berücksichtigt.

Für die Bestimmung der Flüsse auf Güterebene wurde in dieser Arbeit auf die Ergebnisse der Industrie- und Gewerbestatistik zurückgegriffen. Für zukünftige Arbeiten ist es jedoch notwendig, für die Bilanzierung des Produktionssektors die PRODCOM-Liste, welcher die NACE Klassifizierung als Grundlage dient, zu verwenden.<sup>8)</sup> Diese PRODCOM-Liste ist als Produktliste konzipiert.

Aufgrund einer provisorischen, groben **Stoffflußanalyse** konnten die **relevanten Güterflüsse** und die **sensiblen Prozesse identifiziert** werden. In einem ersten Schritt wurde das Hauptaugenmerk auf die größten Güterflüsse und auf das Verstehen des Gesamtsystems gelegt. Dadurch standen die anthropogenen Prozesse im Vordergrund der Betrachtung, d. h. vor allem der Produktionssektor (Prozeß "Industrie und Gewerbe") und, damit verbunden, die Im- und Exporte von Produktions- und Konsumgütern.

Der Aufbau der Stoffbuchhaltung – Zink Österreich basiert auf den Ergebnissen der Stoffflußanalyse Zink, d. h. die Gliederung der Stoffbuchhaltung erfolgt gemäß der Struktur der Stoffflußanalyse (siehe Anhang, Tab. 26). Diese Struktur wurde auf Grundlage von bestehenden statistischen Datensätzen (v. a. der Industrie- und Gewerbestatistik, bzw. der Außenhandelsstatistik) erstellt. In der Europäischen Union werden die nationalstaatlichen Statistiken gegenwärtig auf neue Systeme umgestellt. Mit der **sogenannten NACE-Codierung** wird das gesamte **Wirtschaftssystem** eingeteilt. Mit Hilfe der **PRODCOM-Listen** werden

---

<sup>8</sup> Siehe Fußnoten <sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> (Seite 26)

die **Güter** klassifiziert.<sup>9)</sup> Aufgrund dieser Einteilung wurde ein Datenerhebungsbogen entwickelt, in dem prozessorientiert die Input- und Outputflüsse aufgezeichnet werden. Dieser Bogen wurde an die Fachverbände: Metall-, Gießerei-, Fahrzeugindustrie, Bergwerke und eisenerzeugende Industrie, Maschinen- und Stahlindustrie, Eisen- und Metallwarenindustrie und an ein für den Zinkhaushalt bedeutendes Unternehmen (VA STAHL) verschickt.

Das Ergebnis der Stoffbuchhaltung wird wiederum in Form eines Systembildes (siehe Kapitel 6.1.3.2) dargestellt.

### 8.3 Ablauf der Arbeiten

Über den gesamten Projektablauf wurden drei Arbeitsgruppensitzungen festgelegt, die in der zeitlichen Abfolge mit den Terminen für die Zwischenberichte bzw. für den Endbericht koordiniert wurden.

In die Arbeitsgruppe wurden Vertreter von zinkverarbeitenden Unternehmen, von Fachverbänden, das Umweltbundesamt sowie aus dem Bereich der Universitäten Vertreter der TU Wien (die Autoren) und der Montanuniversität Leoben eingeladen,

Die zinkverarbeitenden Betriebe waren durch Unternehmen aus dem Bereich der Verzinkerei und der metallverarbeitenden Industrie vertreten. Aus den Verbänden waren aus der Sektion Gewerbe-Handwerk die Metallgießer, Gürtler, Graveure, Metalldrücker, Metallschleifer und Galvaniseure, aus der Sektion Industrie der Fachverband der Eisen- und Metallwarenindustrie vertreten.

Insgesamt wurden etwa 30-40 Personen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Interessensvertretungen und Verwaltung zur Teilnahme in die Arbeitsgruppe eingeladen, wobei schlußendlich etwa 50 % der angefragten Personen an mindestens einer Sitzung teilnahmen. Die Gruppengröße in den einzelnen Sitzungen bewegte sich somit zwischen 10 und 15 Personen. Die Beiträge aus der Arbeitsgruppe waren vor allem während des ersten Teiles des Projektablaufes, der Erstellung der Stoffflußanalyse, sehr hilfreich und wertvoll. Durch das Insider-Wissen der Arbeitsgruppenmitglieder konnten Datenlücken identifiziert und teilweise geschlossen werden. Während des zweiten Teiles des Projektablaufes, der Erstellung der Stoffbuchhaltung, waren die Beiträge aus der Arbeitsgruppe nicht so erfolgreich wie im ersten Teil. Ein wesentliches Kriterium für die Erstellung und spätere Führung einer Stoffbuchhaltung ist die externe Bereitstellung von Daten. Diese konnten bis auf wenige Ausnahmen nicht zur Verfügung gestellt werden. Die Fachverbände der Wirtschaftskammer verfügen nach eigenen Angaben gegenwärtig weder über das notwendige Datenmaterial noch über das stoffliche Spezialwissen, um geeignete Daten zur Erstellung einer Stoffbuchhaltung Zink – Österreich zu liefern.

Neben der Möglichkeit der Datensammlung über die Verbände kann man über Schlüsselbetriebe zu den notwendigen Informationen gelangen. Für Zink ist die **VA STAHL** ein solches Schlüsselunternehmen, da dieses Unternehmen mit einem Zinkumsatz von ca. 20.000 t etwa ein Viertel des in Österreich jährlich eingesetzten Zinks verarbeitet. Die VA STAHL war auch in der Lage, den Datenerhebungsbogen auszufüllen. Das Ergebnis zeigt, daß in größeren Unternehmen auf Güterebene, zum Teil auch auf stofflicher Ebene die notwendigen Informationen vorliegen.

---

<sup>9)</sup> Siehe Fußnoten <sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> (Seite 26)

## 8.4 Ergebnisse

Für die Bestimmung und für das Verständnis der mengenmäßig großen Zinkflüsse einer Zinkbilanz in Österreich spielt der **Produktionssektor** (Prozeß "Industrie Gewerbe") die wichtigste Rolle. Der Zinkverbrauch des Produktionssektors basiert zum Großteil auf dem Einsatz **der Güter Zink und Zinklegierungen, Zinksulfat und verzinkten Blechen**. Insgesamt werden im Prozeß "Industrie und Gewerbe" etwa 61.000 Tonnen Zink eingesetzt. Die Branchen mit dem größten Zinkumsatz sind **"Bergwerke und eisenerzeugende Industrie", "Eisen- und Metallwarenindustrie" und "Fahrzeugindustrie"**. Insgesamt gelangen **etwa 80.000 t Zink vor allem in Produktionsgütern über die Staatsgrenze nach Österreich**.

Ein weiterer wesentlicher Importfluß erfolgt über die **Atmosphäre**. Obwohl er nicht direkt bestimmt werden konnte, beläuft er sich, aufgrund einer Rückrechnung aus der atmosphärischen Deposition und unter Berücksichtigung der österreichischen Emissionen, auf 1.000-7.000 Tonnen.

**Weniger als 50 % der importierten Güter verlassen Österreich**, das sind knapp 40.000 t Zink. Diese exportierten Gütern setzen sich aus 31.000 t Zink in Produktionsgütern und etwa 5.000 t/a an Zink in Filterstäuben zusammen, die im Ausland recycelt werden.

Mit den restlichen Gütern wird ein **anthropogenes Lager in Österreich aufgebaut**. Dieses Lager besteht vor allem aus eingebauten **Baumaterialien**. Aus den im Produktionssektor hergestellten und benötigten Baumaterialien (85.000 t/a) entstehen zu 45 % Wohnbauten für die Privathaushalte und zu etwa 30 % industriell-gewerbliche Gebäude. Der Rest, knapp 30 %, wird in die Infrastruktur (v. a. Straßen) eingebaut.

In die **Abfall- und Abwasserwirtschaft** gelangen insgesamt etwa 30.000 t Zink, wovon sich 5.000 t Zink im Systemmüll und etwa 22.000 t in den Baurestmassen befinden. Der Anteil der privaten Haushalte liegt bei jeweils etwa 30 %. Über die Abwässer gelangen insgesamt 630-1.600 t Zn in die Abwasserwirtschaft, wobei die Privathaushalte zwischen 35 % und fast 50 % zum Zinkfluß beitragen. Insgesamt werden etwa 25.000 t Zink in Österreich deponiert.

Das gesamte **anthropogene Lager** beläuft sich auf etwa 3 Mio. t Zink. Mit einem Anteil von 50 % ist der größte Teil des Zinks in die **Infrastruktur** eingebaut, es sind dies vor allem die **Verkehrsnetze**. Das Lager an Gebäuden (Wohn- und Industrie-/Gewerbebauten) beläuft sich auf knapp 1 Mio. Tonnen. Die Wohngebäude der Privathaushalte haben davon einen Beitrag von 56 %. Dieses Lager wächst im Durchschnitt pro Jahr um etwa 1,5 %.

Bezüglich der Frage nach dem Ressourcenpotential lassen sich zwei **Schlüsselprozesse** nennen, die Prozesse **"Industrie und Gewerbe"** und **"Abfall- und Abwasserwirtschaft"**. Zum ersten wird im Produktionssektor entschieden, welche Stoffe überhaupt eingesetzt werden und zum zweiten laufen praktisch 100 % der Zinkfracht über diesen Prozeß. Neben dem Produktionssektor sind die **Abfall- und Abwasserwirtschaft** ein zweiter zentraler Prozeß, wo Zink als Ressource vor der Deponierung zurückgehalten werden könnte. Gegenwärtig werden etwa 20 % des Zinks über zinkangereicherte Filterstäube Recyclingprozessen zugeführt.

Neben den mengenmäßig gewichtigen Flüssen spielen die **diffusen**, vielfach auch **dissipativen Flüsse** vor allem unter dem Gesichtspunkt der Schadstoffquelle eine bedeutende Rolle. Insgesamt belaufen sich die **diffusen Flüsse** auf etwa 3.000-9.000 t Zink, das sind etwa **10 % des Inputs**. Die beiden zentralen Prozesse bei der Betrachtung der diffusen Flüsse sind **"Atmosphäre"** und **"Pedosphäre"**. Über die **atmosphärische Deposition** gelangen 2.000-8.000 t Zink auf die Pedosphäre. Diese Menge ist 2-3 Mal größer als die über Klärschlamm und Dünger aufgebrachte Fracht. Die Herkunft der atmosphärischen Deposition ist zurzeit nicht bekannt. Um die Steuerung dieses Flusses diskutieren zu können, wäre es erforderlich, die Quellen dieser Immissionen zu identifizieren.

## 8.5 Schlußfolgerungen für den Aufbau einer Stoffbuchhaltung

### 8.5.1 Stoffbuchhaltung Zink

Der Stoff Zink ist derzeit in der umweltpolitischen Diskussion kein prioritärer Stoff, ist jedoch sowohl als Rohstoff als auch als Schadstoff von Relevanz. Um Zink zukünftig als Ressource erkennen und nutzen zu können, sind ausreichende Kenntnisse über die anthropogenen Lager notwendig. Die Informationen darüber sind gegenwärtig nur rudimentär vorhanden.

Als **Intervall** für die Fortschreibung einer Stoffbuchhaltung für Zink wird ein Zeitraum von **drei bis fünf Jahren** vorgeschlagen. Diese Zeitspanne sollte einerseits ausreichen, um Veränderungen in den anthropogenen Flüssen und im anthropogenen Lager feststellen zu können und berücksichtigt typische Produktlebensdauer zinkhaltiger Güter.

Für die wichtigsten Zinkflüsse lassen sich bereits geeignete **Meßpunkte** identifizieren, mit deren Hilfe auf eine relativ einfache Art und Weise gravierende Veränderungen im Gesamtsystem erkennbar sind.

**Import an Produktionsgütern:** Meßpunkt ist die österreichische Grenze. Gemessen wird die Summe der nach Österreich importierten zinkhaltigen Produktionsgüter, welche über die Außenhandelsstatistik bzw. deren Nachfolgerin bestimmt werden kann.

**Einsatz an Baumaterialien:** Meßpunkt sind die Baumaterialien, die quantitativ über die **Baustatistik** ermittelt werden können. Hier können Querverbindungen und damit auch Kontrollen der Korrektheit der Daten über die importierten Produktionsgüter hergestellt werden.

**Systemmüll und Abwässer:** Über die Abfälle bzw. Abwässer werden die Zinkflüsse teilweise wieder gebündelt, so daß sich ausgewählte Entsorgungsprozesse als Meßstellen anbieten. Als exemplarischer Indikator für den gesamten österreichischen Systemmüll eignet sich etwa die **Müllverbrennungsanlage Spittelau** (v. a. der Filterstaub), in der 16 % des österreichischen Hausmülls verbrannt werden. Für die flüssigen Abfälle sind die Klärschlämme der Abwasserreinigungsanlagen mögliche Meßpunkte.

**Atmosphärische Deposition und Immissionskonzentration:** Von den diffusen Flüssen ist die atmosphärische Deposition der bedeutendste Zinkfluß, vor allem jener Teil der auf die Pedosphäre gelangt. Diese Deposition und die Immissionskonzentrationen von Zink sind ebenfalls ein wichtiger Meßpunkt für das System.

**Im- und Export Oberflächenwasser:** Ebenfalls ein guter Indikator für die diffusen Flüsse ist der Im- und Export von Oberflächenwasser, deshalb sollten an den Staatsgrenzen die Import- und Exportflüsse bestimmt werden.

### 8.5.2 Allgemeine Schlußfolgerungen

**Prinzipiell** ist die im Vorprojekt "Stoffbuchhaltung Österreich" entwickelte Methodik für die Erstellung und Führung einer Stoffbuchhaltung zwar geeignet. In der Praxis ist es gegenwärtig jedoch noch **nicht möglich**, auf eine einfache und kostengünstige Art und Weise eine Stoffbuchhaltung einzurichten und zu führen, da die beteiligten Akteure noch nicht darauf eingerichtet sind.

Folgende Ergänzungen bzw. Überlegungen sollten jedoch bei einer zukünftigen Stoffbuchhaltung berücksichtigt werden:

Eine ausschließlich begleitende Betreuung des Projektes durch eine **Arbeitsgruppe**, die sich aus Vertretern der Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung zusammensetzt, hilfreich erscheint notwendig. Die Teilnehmer der Arbeitsgruppe können durch ihr Fachwissen nach innen und als Multiplikatoren nach außen wertvolle Hilfe leisten. Für eine zukünftige Weiter-

entwicklung einer Stoffbuchhaltung wäre zu überlegen, den Aufgabenbereich der Arbeitsgruppenteilnehmer über eine reine Beratungsfunktion hinaus zu erweitern. So könnte die Verantwortung über die Bilanzierung bestimmter (Teil-)Prozesse auf einzelne Teilnehmer der Arbeitsgruppe übertragen werden.

Ein wesentlicher Eckpfeiler im Ablauf der Führung einer Stoffbuchhaltung ist die automatische Anlieferung der notwendigen **Daten** vom Ort des Datenanfalls an die zentrale Stelle, welche die Stoffbuchhaltung erstellt bzw. fortgeschrieben. Aufgrund der vorhandenen Datenlage ist es zurzeit **nicht möglich**, eine solche **Automatisierung** des Datentransfers einzurichten.

Die gegenwärtig vorhandenen, vom Österreichischen Statistischen Zentralamt aufbereiteten, **statistischen Unterlagen reichen alleine nicht aus**, eine Stoffbuchhaltung zu erstellen: Die Datensammlung ist **nicht** auf die Erfassung von **Stoffflüssen** ausgerichtet und die in Österreich per Gesetz geregelte **Geheimhaltungspflicht** bestimmter Daten erschwert die Führung einer Stoffbuchhaltung beträchtlich. Damit diese mit einem vertretbaren Kostenaufwand geführt werden kann, ist es notwendig, daß die erhobenen Güterdaten gesamthaft und mengenmäßig erfaßt werden. Für ausgewählte Gütergruppen könnten bei der Datenerhebung auch schon stoffliche Informationen abgefragt werden. Um zu stofflichen Informationen zu kommen, sollte sinnvollerweise eine Stoffdatenbank eingerichtet werden, in der für ausgewählte Güter deren stoffliche Zusammensetzung abgelegt ist und die nach Bedarf schrittweise erweitert werden könnte. Ein möglicher Standort hierfür wäre das Umweltbundesamt.

Die gegenwärtig am Umweltbundesamt vorhandenen **Daten aus** verschiedenen Meßnetzen (z. B. Wassergüte-, Boden- und Altlastenkataster sowie der Abfalldatenverbund) **eignen sich** in der vorliegenden Form **nicht** für eine Verwendung in einer Stoffbuchhaltung. Für eine Institutionalisierung der Nationalen Stoffbuchhaltung sollte die Datenerfassung über die Meßnetze so ausgerichtet werden, daß die Ergebnisse in eine zukünftige Stoffbuchhaltung integriert werden können.

Damit dieser auf freiwilliger Mitarbeit der beteiligten Akteure basierende Ansatz auch in der Praxis umgesetzt werden kann, ist es erforderlich, **Öffentlichkeitsarbeit** zu leisten. Hier sind auch die Fachverbände gefordert, als Multiplikatoren zu wirken. Der Erfolg dieser Methodik hängt davon ab, ob die wichtigsten Beteiligten aufgrund der Ergebnisse der Stoffbuchhaltung gemeinsam an der Beantwortung der Problemstellung arbeiten und durch Diskussion und nicht durch Konfrontation die optimalen Maßnahmen zur Steuerung des anthropogenen Stoffhaushaltes erarbeiten.

Die Frage nach dem **Ort**, an dem eine zukünftige Stoffbuchhaltung geführt werden soll, ist eine sensible. Einerseits ist das Anliegen der Unternehmen nach Anonymität ihrer unternehmensspezifischen Daten verständlich und größtenteils berechtigt. Andererseits kann eine effiziente Stoffbewirtschaftung oder Stoffbuchhaltung nur dann durchgeführt werden, wenn die Stoffflüsse und -lager bekannt sind. Es wird daher vorgeschlagen, daß eine künftige Stoffbuchhaltung **vom Umweltbundesamt** wahrgenommen wird. Die Datenpflege selbst kann jedoch durchaus an eine andere Stelle verlagert werden, beispielsweise an Forschungsinstitutionen.

Für die Verwaltung des derzeit vorhandenen Datensatzes für eine Stoffbuchhaltung Zink reichen zurzeit einfache Tabellenkalkulationsprogramme vollkommen aus. Sollte jedoch in Zukunft ein Stoffbuchhaltungssystem für mehrere Stoffe implementiert werden oder wird der Vorschlag einer Stoffdatenbank in die Praxis umgesetzt, dann ist es notwendig, die Informationen schon von Beginn an in einer **Datenbank** abzulegen. Bezüglich der Struktur der Datenbank wird vorgeschlagen, die Stoffbuchhaltung Prozeßorientiert anzulegen, wobei durch Bilanzierung der Input- und Outputflüsse, jeweils sofort eventuell auftretende Massendifferenzen entweder als Fehler oder als Veränderung des Lager abgebildet werden. Die einzelnen Prozesse müssen miteinander verknüpft werden und die Güter müssen weitergereicht werden, damit Inkompatibilitäten sofort identifiziert und wenn möglich auch korrigiert werden können.

**Insgesamt muß festgestellt werden, daß gegenwärtig die verfügbaren Daten nicht ohne Probleme in ein Stoffbuchhaltungssystem integriert werden können, da bei ihrer Erfassung die Anforderungen einer Stoffbuchhaltung nicht berücksichtigt wurden. Es ist zurzeit nur mit einem beträchtlichen zusätzlichen finanziellen und personellen Aufwand möglich, eine Stoffbuchhaltung zu implementieren. Bevor ein zukünftiges Stoffbuchhaltungssystem aufgebaut wird, müßten zuerst die entsprechenden Rahmenbedingungen dafür erfüllt sein.**

## 9 LITERATURVERZEICHNIS

- BACCINI, P. & BADER, H. P. (1996): Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung, Spektrum Akad. Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford.
- BACCINI, P. & BRUNNER, P. H. (1991): Metabolism of the Anthroposphere, Springer Verlag, Heidelberg.
- 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.
- BAWP Bundesabfallwirtschaftsplan 1995 (1995): Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.), Untere Donaustr.11, 1020 Wien, Wien.
- BEER, B.; MÖNCH, H. & BRUNNER, P. H. (1991): Regionale Stoffhaushaltsstudie Unteres Bünztal, Teilprojekt RESUB-Luft, Projekt 300723, Abt. Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt, EAWAG, Dübendorf, Schweiz.
- BREUER, H. (1994): dtv-Atlas zur Chemie, Tafeln und Texte, Deutscher Taschenbuch Verlag, München.
- BRUNNER, P. H. & STÄMPFLI, D. (1989): Stoffflußanalyse einer Sortieranlage für Bausperrgut, Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf, Schweiz.
- BRUNNER, P. H.; DAXBECK, H.; OBERNOSTERER, R.; SCHACHERMAYER, E. (1994): Machbarkeitsstudie Stoffbuchhaltung Österreich. Bericht des Umweltbundesamtes Wien. Wien.
- BRUNNER, P. H.; DAXBECK, H.; FEHRINGER, R.; MERL, A. & OBERNOSTERER, R. (1995): Umwelt und Unternehmen, Erfolgreiches Umweltmanagement. Strategien – Lösungen, hrsg. von Brunner et. al., Signum Verlag., Wien.
- BROCHMANN (1996): Persönliche Mitteilung, Marienhütte, Graz.
- BESCHORNER, S. (1996): Die Entsorgung im Spiegel der Versorgung, Diplomarbeit, TU Wien.
- BMLF (1991): Bericht über die Lager österreichischen Landwirtschaft 1990, 32. grüner Bericht, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BMLF (1993): Gewässerschutzbericht 1993, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BMU (1993): Branchen-Abfallwirtschaftskonzept Zellstoff- und Papierindustrie. Branchenkonzepte, Bundesministerium für Umwelt, Wien.
- BUWAL (1995): Vom Menschen verursachte Luftschadstoffe – Emissionen in der Schweiz von 1990 bis 2010, Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schriftenreihe Umwelt Nr. 256, Bern.
- CULLI (1996), Persönliche Mitteilung, Fa. Rembrandtin, Wien.
- DAXBECK, H. & BRUNNER, P. H. (1993): Stoffflußanalysen als Grundlagen für effizienten Umweltschutz. Österreichische Wasserwirtschaft 3/4 45, p.90-96.
- DAXBECK, H.; LAMPERT, C.; MORF, L.; OBERNOSTERER, R.; RECHBERGER, H. & REINER, I. (1996): Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU Wien, Wien.
- FEHRINGER, R. & BRUNNER, P. H. (1996): Kunststoffflüsse und die Möglichkeiten der Verwertung von Kunststoffen in Österreich, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien.
- FIEDLER, H. J. & RÖSLER, H. J. (1993): Spurenelemente in der Umwelt, 2. überarbeitete Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- GÄCHTER, R. & MÜLLER, H. (1989): Taschenbuch der Kunststoff-Additiv, Carl Hanser Verlag München, Wien.
- GLENCK, E.; LAUBER, W.; LAHNER, T. & BRUNNER, P. H. (1996): Güterbilanz des Bauwesens. Baurestmassen in Oberösterreich, Projekt BRIO, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien.

- HÜTTLER, W. & PAYER, H. (1994): Wasser in einer nachhaltigen Entwicklung, in: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung in Österreich. Friend of the Earth Austria, Herg. Kosz M., Wien.
- JOKISCH, G. (1986): Nichteisenmetalle, in: Grundwissen des Ingenieurs. Verlag Harri Deutsch. Thun, Frankfurt am Main.
- KAAS, T.; FLECKSEDER, H. & BRUNNER, P. H. (1994): Stickstoffbilanz des Kremstales, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien, Wien.
- KANDELHART, M. (1996): Persönliche Mitteilung, Wirtschaftskammer Österreich: Bundesgremium des Sekundärrohstoffhandels, Recycling und Entsorgung, Wien.
- KERNBEIS, R.; STARK, W. & BRUNNER, P. H. (1995): Der relative Beitrag von Kompost und Klärschlamm zu ausgewählten Stoffbilanzen des Bodens, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, TU Wien, Wien.
- KRÄMER, D. (1996): Persönliche Mitteilung, Bundesanstalt für Wassergüte, Wien.
- KRAMMER et al., (1995): Abfallaufkommen in Österreich. Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995, Monographien Bd. 61, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.): Untere Donaust. 11, 1020 Wien.
- KNOTKOVÁ, D. & PORTER, F. (1994): Long life of galvanized steel in the atmosphere due to reduced sulphur dioxide pollution in Europe, Proceedings of the Intergalva June 1994 Conference. Paris, GD 8/1-8/20.
- KRESSER, W. (1965): Österreichs Wasserbilanz, Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 17, Heft 9/10, S. 213-221, Wien.
- KRESSER, W. (1995): Wasserbilanz für das österreichische Bundesgebiet, Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Nr. 72, S. 1-3, Wien.
- LAUBER, W. (1993): Die Bedeutung eines altpapierverarbeitenden Betriebes für die Stoffbilanz einer Industrieregion, Diplomarbeit am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien.
- MA 66 – Magistratsabteilung 66 (1994): Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien, Kommissionsverlag: Jugend und Volk Verlagsgesellschaft m.b.H., Wien.
- MERIAN, E. (1985): Metalle in der Umwelt. Verteilung, Analytik und biologische Relevanz, Verlag Chemie, Weinheim.
- METALLGESELLSCHAFT AG & WORLD BUREAU OF METAL STATISTICS (1995): Metallstatistik 1984-1994, 82. Jahrgang, Metallgesellschaft AG, Reuterweg 14, Frankfurt/Main, Deutschland.
- NAGL, H. (1993): Die Wasserreserven Österreichs. Naturpotential und Nutzungspotential – Eine kritische Betrachtung, In: Geographischer Jahresbericht aus Österreich, Herausgegeben von den Professoren des Instituts für Geographie der Universität Wien, Institut für Geographie der Universität Wien, Wien.
- ORZESSEK, K.; van TILBORG W. J. M. & REIMERINK, G. H. J. (1996): Zink-Abtrag deutlich vermindert, Feuerverzinken, Nr. 25, S. 10-12.
- ÖSTAT (1989): Statistisches Handbuch für die Republik Österreich, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1992) Gewerbestatistik 1989 2. Teil, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Heft 1.043, Wien.
- ÖSTAT (1993): Industriestatistik 1990 2. Teil, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Heft 1.084, Wien.
- ÖSTAT (1995a): Der Außenhandel Österreichs 1994, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Serie 1A, Wien.
- ÖSTAT (1995b): Industriestatistik 1993 2. Teil, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Heft 1.0182, Wien.
- ÖSTAT (1995c): Gewerbestatistik 1993 2. Teil, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Heft 1.170, Wien.



- ÖSTAT (1995d): Republik Österreich 1945-1995, Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1995e): Systematik der Wirtschaftstätigkeiten (ÖNACE, 1995): Systematische Verzeichnisse, Bd. 1, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1995f): Statistische Nachrichten. 8/1995, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- ÖSTAT (1996): Statistisches Handbuch für die Republik Österreich, Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt, Wien.
- PILZ, H. (1996): Die Bedeutung von Papierflüssen und -kreisläufen für die CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emissionen in Österreich, Diplomarbeit am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien.
- PORTER, F. C. (1994): Corrosion resistance of zinc and zinc alloys, Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong.
- SACHVERSTÄNDIGEN-ARBEITSGRUPPE GEWÄSSERSCHUTZ DER STÄNDIGEN GEWÄSSER-KOMMISSION (1994): Deutsch-Österreichische Grenzgewässer Untersuchungsergebnisse 1993.
- SCHACHERMAYER, E.; BAUER, G.; RITTER, E. & BRUNNER, P. H. (1994): Messung der Güter- und Stoffbilanz einer Müllverbrennungsanlage. TU Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abt. Abfallwirtschaft, Wien, Österreich.
- 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.
- SCHNITZER et al., (1993): Branchenkonzept Leiterplattenherstellung. Schriftenreihe der Sektion I, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Hrsg.): Untere Donaust.11, 1020 Wien.
- STARK, W.; KERNBEIS, R.; RAEISSI, H. & BRUNNER, P. H. (1995): Wo liegen die Grenzen der Schadstoffentfrachtung des Klärschlammes? 1. Teil: Schwermetalle, Bericht des Instituts für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien, Wien.
- VON STEIGER, B. & BACCINI, P. (1990): Regionale Stoffbilanzierung von landwirtschaftlichen Böden mit meßbarem Ein- und Austrag. RESUB – Regionale Stoffhaushaltsstudie Unteres Bünztal, Teilprojekt RESUB Wasser. Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt, EAWAG, Dübendorf, Schweiz.
- UBA (1990): Schadstoffbelastung von Wasser und Abwasser in Österreich, Monographien Bd. 24.
- UBA (1994): Grenzüberschreitende Luftschadstoffe. UBA-Info 10-94, Monatsinformation des Umweltbundesamtes Hrsg.: Umweltbundesamt, S. 2-4.
- UBA (1997): Österreichische Luftschadstoff Inventur 1994. UBA-R-139. Hrsg.: Umweltbundesamt. Wien.
- VA STAHL (1996): Beantworteter Datenerhebungsbogen des Instituts für Wassergüte und Abfallwirtschaft, unveröffentlicht, Wien.
- VON STEIGER, B. & BACCINI, P. (1990): Regionale Stoffbilanzierung von landwirtschaftlichen Böden mit meßbarem Ein- und Austrag. RESUB – Regionale Stoffhaushaltsstudie Unteres Bünztal, Teilprojekt RESUB Wasser. Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt, EAWAG, Dübendorf, Schweiz.
- WEAST, R. C. (1982): CRC Handbook of Chemistry and Physics. A Ready-Reference Book of Chemical and Physical Data, Edition 63, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- WINIWARDER, W. & SCHNEIDER, M. (1995): Abschätzung der Schwermetallemissionen in Österreich. Hrsg.: Umweltbundesamt Wien, Wien.

## ANHANG

### Glossar

**ABLUFT DL-E; DL-oE; IG; PHH:** ist die in den genannten Prozessen entstehende Abluft infolge Verbrennung von Energieträgern und menschlicher Atmung im Prozeß "privater Haushalt".

**ABFÄLLE UND ABWASSER PHH:** sind die Abfälle und Abwässer, die im Prozeß "privater Haushalt" anfallen und durch die Abfall- und Abwasserwirtschaft entsorgt werden. Das Abwasser setzt sich bei Trennkanalisation aus dem Schmutzwasser, Fremdwasser und bei Mischkanalisation zusätzlich auch aus Regenwasser zusammen.

**ABFÄLLE UND ABWASSER IG:** setzen sich aus den haushaltsähnlichen Abfällen IG, Baurestmassen IG, Industrie/Gewerbeabfällen, Schrott und dem kommunal entsorgten Abwasser (wie PHH) zusammen.

**ABFÄLLE UND ABWASSER DL-oE:** Abfälle und Abwässer, welche im Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" anfallen. Unter anderem sind darin enthalten Reifenabrieb, Deposition und von der Infrastruktur ausgehenden korrosionsbedingten Flüsse (von Leitschienen und Fernleitungen für den Stromtransport).

**ABSCHWEMMUNG/EROSION:** Güter und Zinkfluß von der Oberfläche des Bodens (Pedosphäre) in die Oberflächengewässer infolge abfließenden Wassers (Regenwasser).

**ABWASSER VORFLUT DL-oE; IG; PHH:** Abwasser aus den Prozessen "privater Haushalt", "Industrie, Gewerbe" und "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur", das nicht über kommunale Kläranlagen, sondern direkt in die Vorfluter fließt.

**AUSWASCHUNG LITHO:** Güter- und Zinkfluß in das Grundwasser, der durch Auswaschen des Gesteins (Lithosphäre) entsteht.

**BAUMATERIALIEN:** Güter, die aus der Lithosphäre entnommen und in Bauwerken aller Art eingebaut werden. Nicht enthalten ist der Erdaushub, der für die Herstellung der Baugrube erforderlich ist.

**BAURESTMASSEN DL-oE; PHH; IG:** Abfälle, die in den Prozessen "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur", „Industrie, Gewerbe“ und "privater Haushalt" bei der Errichtung, Erhaltung und dem Abbruch von Bauwerken anfallen.

**BAUWERKE PHH:** Bauwerke, die für den Prozeß "Privater Haushalt" von Baufirmen errichtet werden (Ein- und Mehrfamilienhäuser).

**BAUWERKE DL-oE:** Bauwerke, die für den Prozeß Dienstleistung – inkl. Infrastruktur errichtet werden. Es sind dies Versorgungsnetze (z. B. Straßen, Wasser-, Strom), öffentliche Einrichtungen (z. B. Krankenhäuser, Verwaltungsgebäude, Kasernen, Schulen) und Bauwerke für private Dienstleistungen (Kaufhäuser, Banken, Planungsbüros).

**DEPONIERTER KLÄRSCHLAMM DL-E:** Klärschlamm, der innerhalb Österreichs auf Deponien abgelagert wird.

**DEPONIERTER ABFÄLLE DL-E:** Abfälle, die über den Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" fließen und in Österreich deponiert werden (Industrie/Gewerbeabfälle, Haushaltsähnliche Abfälle, Abfälle PHH).

**DEPONIERTER GÜTER DL-E:** Güter, die über den Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" fließen und in Österreich deponiert werden (deponierter Klärschlamm DL-E, deponierte Abfälle DL-E)

**DEPONIERTER GÜTER IG:** Abfälle, die direkt von den Betrieben (Prozeß "Industrie, Gewerbe" deponiert werden und nicht über en Prozeß "Abfallwirtschaft" laufen.

**DEPOSITION DL-oE; PHH, Pedo, Oberflächengewässer:** Ablagerungen aus der Atmosphäre auf den Erdoberflächen der genannten Prozesse. Die Fläche Österreichs wurde nach Flächennutzungsangaben und der Wohnungsstättenzählung des ÖSTAT auf die Prozesse aufgeteilt.

**HAUSHALTSÄHNLICHE ABFÄLLE:** Abfälle, die jenen aus dem Prozeß "privater Haushalt" gleichen und über die Systemmüllabfuhr entsorgt werden.

- ENERGIETRÄGER:** sind Treib- und Heizstoffe, die in der Anthroposphäre Österreich umgesetzt werden (Kohle, Gas, Öl).
- FLÄCHENVERSICKERTES ABWASSER DL-oE; IG; PHH:** Abwasser (Regenwasser), das nicht in den Kanal fließt, sondern auf die Oberfläche des Prozesses "Pedosphäre" gelangt und dort versickert. Die enthaltene Zinkfracht stammt aus der Korrosion von verzinkten Flächen (Dach, Leitungen), der Deposition und dem Reifenabrieb.
- GEREINIGTES ABWASSER:** von den Kläranlagen in die Vorfluter geleitetes gereinigtes Wasser.
- GRUND/QUELLWASSER:** Wasser, das aus dem Grundwasserkörper oder von Quellen entnommen wird.
- GRUNDWASSERAUSFLUSS:** Grundwasser, das aus dem Grundwasserkörper in die Oberflächengewässer fließt.
- GÜTER BLF INPUT:** Güter, die vom Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" in den Prozeß "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" gelangen.
- GÜTER BLF OUPUT:** Güter, die im Prozeß "Bergbau, Landwirtschaft, Forstwirtschaft" erzeugt wurden und über den Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" zur Weiterverarbeitung transportiert werden. Das sind Energieträger, die in Österreich gefördert werden sowie pflanzliche Produktionsgüter.
- GÜTER BLF Pedo:** Güter, die vom Landwirt zur Pflanzenproduktion auf der Pedosphäre aufgebracht werden (Handels- und Hofdünger, Leitungswasser, Klärschlamm).
- GÜTER IG Input:** Güter, die aus dem Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" in den Prozeß "Industrie, Gewerbe" fließen (Produktionsgüter, Energieträger, Baurestmassen DL-oE).
- GÜTER IG OUTPUT:** Güter, die aus dem Prozeß "Industrie, Gewerbe" in den Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" fließen. Das sind Produktionsgüter, die in Österreich erzeugt oder bearbeitet wurden und über DL-oE einer anderen inländischen Branche zugeführt werden; Energieträger, die im Prozeß "Industrie, Gewerbe" benötigt werden sowie in Österreich für den Prozeß "privater Haushalt" erzeugte Konsumgüter. Weiters sind dies Bauwerke DL-oE sowie die Güter Export.
- GÜTER EXPORT:** Güter, die aus Österreich exportiert werden. Das sind Konsumgüter Export, Produktionsgüter Export, Energieträger Export und Güter, die im Ausland recycelt werden (z. B. Filterstaub).
- GÜTER IMPORT:** Güter, die nach Österreich importiert werden. Das sind Konsumgüter Import, Produktionsgüter Import und Energieträger Import.
- GÜTER PHH:** Güter, welche für die privaten Haushalten über die Dienstleistung bereitgestellt werden (Konsumgüter, Energieträger, Leitungswasser).
- INDUSTRIE/GEWERBEABFÄLLE:** industrielle und gewerbliche Abfälle, die nicht über die Systemmüllabfuhr entsorgt werden. Die Abfälle aus den Produktionsbetrieben werden direkt von den Entsorger bzw. Behandler übernommen (z. B. Galvanikschlämme, Filterstaub).
- KLÄRSCHLAMM DL-E:** Klärschlamm, der auf dem Boden (Pedosphäre) ausgebracht wird.
- KONSUMGÜTER:** Güter, die für den Endkonsum bestimmt sind. Sie setzen sich aus Gebrauchsgütern (Lebensdauer >1 Jahr) und Verbrauchsgütern (Lebensdauer <1 Jahr) zusammen.
- LUFT DL-oE; DL-E; IG, PHH:** Luft, die aus dem Prozeß "Atmosphäre" zum menschlichen Atmen (im Prozeß "privater Haushalt") und zur Verbrennung der Energieträger in den angeführten Prozessen benötigt wird.
- LUFT IMPORT:** Luft, die vom Ausland in das österreichische Bundesgebiet strömt.
- LUFT EXPORT:** Luft, die das österreichische Bundesgebiet verläßt.
- OBERFLÄCHENWASSER IMPORT:** Oberirdisches Wasser, das dem österreichischen Bundesgebiet zufließt.
- OBERFLÄCHENWASSER EXPORT:** Oberirdisches Wasser, das aus dem österreichischem Bundesgebiet abfließt.
- PFLANZLICHE PRODUKTION:** der durch die Ernte bedingte Güter- und Zinkfluß aus dem Boden (z. B. im Getreide).

**RECYCLIERTE GÜTER:** Güter, die im Prozeß "Abfall- und Abwasserwirtschaft" gesammelt, ev. aufbereitet und wieder im Prozeß "Industrie, Gewerbe" eingesetzt oder zur weiteren Aufbereitung ins Ausland exportiert werden.

**REIFENABRIEB:** Zinkfluß, der infolge Reifenabrieb entsteht. Dieser gelangt über die Straße entweder in den Kanal oder direkt auf die Oberfläche der Böden (Pedosphäre).

**SICKERWASSER:** Wasser, das aus den Deponien in die Lithosphäre versickert.

**TIEFENSICKERUNG LITHO:** Wasser, das aus dem nicht gesättigten Gesteinskörper in den Grundwasserkörper fließt. Dieser Güterfluß entsteht durch das aus dem Boden (Pedosphäre) versickernde Wasser und aus den Sickerschächten und Regenüberläufen.

**TIEFENSICKERUNG PEDO:** Wasser, das aus dem Prozeß "Pedosphäre" in den darunter liegenden Gesteinskörper (Prozeß "Lithosphäre") fließt.

**WASSERVERLUSTE:** das durch undichte Stellen des Kanals in den Gesteinskörper gelangende Abwasser.

**WINDEROSION:** durch den Wind in den Prozeß "Atmosphäre" aus dem Prozeß "Pedosphäre" gelangende Bodenpartikel.

Tab.24 a: Verbrauch an zinkhaltigen Roh- und Hilfsstoffen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995].

LEGENDE: 6.06..... Chemische Industrie  
 6.15..... Gießereiindustrie  
 6.16..... NE-Metallindustrie  
 6.17..... Maschinen- und Stahlbauindustrie  
 6.18..... Fahrzeugindustrie  
 6.19..... Eisen- und Metallwarenindustrie  
 6.20..... Elektroindustrie  
 Gewerbe ..... Großgewerbe

Code	Güter	Zinkkonz. [%]	Bandbreite [%]	Güterfluß		Zinkfluß		
				1990 [t]	1993 [t]	1990 [t]	1993 [t]	
6.06	1050	Zinkprodukte und Zinklegierungen	95	90-100	4074	3122	3870	2966
6.15	1050	Zink und Zinklegierungen, roh	95	90-100	5887	7231	5593	6869
6.17	1050	Zink und Zinklegierungen, Roh	95	90-100	G	2154	G	2046
6.18	1050	Zink und Zinklegierungen, Roh	95	90-100	11087	11087	10533	10533
6.19	1050	Zink und Zinklegierungen, Roh	95	90-100	20229	17432	19218	16560
6.20	1050	Zink und Zinklegierungen, Roh	95	90-100	13	36	12	34
Gewerbe	1050	Zink und Zinklegierungen, Roh	95	90-100	641	942	609	895
<b>Zwischensumme</b>					<b>41931</b>	<b>42004</b>	<b>39834</b>	<b>39904</b>
6.06	8073	Zinksulfat (ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	23		5902	5754	1357	1323
6.06	8074	Zinkphosphid			-	-		
6.06	0721	Zinkerze			G	G		
6.16	0721	Zinkkonzentrate			G	G		
6.16	1051	Hüttenzink			-	-		
6.16	1052	Feinzink			G	G		
6.16	1053	Zinkasche und Rückstände			G	G		
6.16	1054	Alt- und Abfallzink			G	G		
6.16	1055	Zinkröstgut			-	-		
6.16	1056	Zinkstaub			G	-		
<b>Summe</b>					<b>47832</b>	<b>47759</b>	<b>41192</b>	<b>41228</b>

Tab. 24 b: Verbrauch an zinkhaltigen Roh- und Hilfsstoffen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995]

LEGENDE: 6.06 ..... Chemische Industrie 6.18 ..... Fahrzeugindustrie  
 6.15 ..... Gießereiindustrie 6.19 ..... Eisen- und Metallwarenindustrie  
 6.16 ..... NE-Metallindustrie 6.20 ..... Elektroindustrie  
 6.17 ..... Maschinen- und Stahlbauindustrie Gewerbe ..... Großgewerbe

Code	Güter	Zinkkonz. [%]	Bandbreite [%]	Güterfluß 1990 [t]	1993 [t]	Zinkfluß 1990 [t]	1993 [t]
<b>Industriestatistik</b>							
<b>6.06 Chemische Industrie</b>							
6.06	0721 Zinkerze			G	G		
6.06	1050 Zinkprodukte und Zinklegierungen			4074	3122		
6.06	8073 Zinksulfat (ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	23		5902	5754	1357	1323
6.06	8074 Zinkphosphid			-	-		
<b>6.15 Gießereiindustrie</b>							
6.15	1010 Kupfer und Kupferlegierungen, roh			1296	920		
6.15	1015 Altkupfer und Altkupferlegierungen			421	392		
6.15	1020 Nickel und Nickellegierungen, roh			489	334		
6.15	1030 Aluminium und Aluminiumlegierungen, roh			49651	38548		
6.15	1032 Altaluminium und Aluminiumlegierungen			3175	3030		
6.15	1040 Blei und Bleilegierungen, roh			110	344		
6.15	1045 Alt- und Abfallblei, auch legiert			G	-		
6.15	1050 Zink und Zinklegierungen, roh			5887	7231		
6.15	1320 Gießereiprodukte aus NE-Metallen			238	370		
6.15	1430 Walzmaterial aus NE-Metallen (Profile)			138	39		
6.15	1660 Verzinkte Bleche			-	-		

Tab. 24 c: Verbrauch an zinkhaltigen Roh- und Hilfsstoffen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995]

Code	Güter	Zinkkonz. [%]	Bandbreite [%]	Güterfluß 1990 [t]	Güterfluß 1993 [t]	Zinkfluß 1990 [t]	Zinkfluß 1993 [t]
<b>Industriestatistik (Fortsetzung)</b>							
<b>6.16 NE-Metallindustrie</b>							
6.16	0721			G	G		
6.16	1051			-	-		
6.16	1052			G	G		
6.16	1053			G	G		
6.16	1054			G	G		
6.16	1055			-	-		
6.16	1056			G	-		
6.16	1211			7691	4605		
6.16	1222			G	G		
6.16	1232			-	-		
6.16	1294			G	G		
6.16	1433			-	-		
6.16	1441			-	-		
6.16	1452			-	-		
<b>6.17 Maschinen- und Stahlbauindustrie</b>							
6.17	1010			2720	2875		
6.17	1015			G	G		
6.17	1020			288	35		
6.17	1030			4033	8244		
6.17	1032				G	G	
6.17	1040			959	49		

Tab. 24 d: Verbrauch an zinkhaltigen Roh- und Hilfsstoffen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995]

Code	Güter	Zinkkonz. [%]	Bandbreite [%]	Güterfluß 1990 [t]	Güterfluß 1993 [t]	Zinkfluß 1990 [t]	Zinkfluß 1993 [t]
<b>Industriestatistik (Fortsetzung)</b>							
6.17	Alt- und Abfallbei, auch legiert		G	-	-		
6.17	Zink und Zinklegierungen, Roh		G	2154			
6.17	Gießereiprodukte aus NE-Metallen			6173	5979		
6.17	Walzmaterial aus NE-Metallen (Profile)			22273	23517		
6.17	Verzinkte Bleche			30575	57843		
<b>6.18 Fahrzeugindustrie</b>							
6.18	Kupfer und Kupferlegierungen, roh			372	327		
6.18	Altkupfer und Altkupferlegierungen			G	G		
6.18	Nickel und Nickellegierungen, roh			G	G		
6.18	Aluminium und Aluminiumlegierungen, roh			982	372		
6.18	Aluminium und Aluminiumlegierungen			-	-		
6.18	Blei und Bleilegierungen, roh			G	G		
6.18	Alt- und Abfallbei, auch legiert			-	-		
6.18	Zink und Zinklegierungen, Roh			11087	G		
6.18	Gießereiprodukte aus NE-Metallen			6173	11023		
6.18	Walzmaterial aus NE-Metallen (Profile)			3896	6027		
6.18	Verzinkte Bleche			30575	8427		
<b>6.19 Eisen- und Metallwarenindustrie</b>							
6.19	Kupfer und Kupferlegierungen, roh			5176	2646		
6.19	Altkupfer und Altkupferlegierungen			295	309		
6.19	Nickel und Nickellegierungen, roh			626	374		



Tab. 24 e: Verbrauch an zinkhaltigen Roh- und Hilfsstoffen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995]

Code	Güter	Zinkkonz. [%]	Bandbreite [%]	Güterfluß 1990 [t]	Güterfluß 1993 [t]	Zinkfluß 1990 [t]	Zinkfluß 1993 [t]
<b>Industriestatistik (Fortsetzung)</b>							
6.19	Aluminium und Aluminiumlegierungen, roh			22179	20351		
6.19	Aluminium und Aluminiumlegierungen			318	G		
6.19	Blei und Bleilegierungen, roh			1656	560		
6.19	Alt- und Abfallbei, auch legiert			G	-		
6.19	Zink und Zinklegierungen, Roh			20229	17432		
6.19	Gießereiprodukte aus NE-Metallen			1691	2545		
6.19	Walzmaterial aus NE-Metallen (Profile)			58920	53416		
6.19	Verzinkte Bleche			105713	113921		
<b>6.20 Elektroindustrie</b>							
6.20	Kupfer und Kupferlegierungen, roh			22084	26566		
6.20	Altkupfer und Altkupferlegierungen			-	-		
6.20	Nickel und Nickellegierungen, roh			204	230		
6.20	Aluminium und Aluminiumlegierungen, roh			7247	6633		
6.20	Aluminium und Aluminiumlegierungen			G	G		
6.20	Blei und Bleilegierungen, roh			37017	40742		
6.20	Alt- und Abfallbei, auch legiert			6832	G		
6.20	Zink und Zinklegierungen, Roh			13	36		
6.20	Gießereiprodukte aus NE-Metallen			1209	1508		
6.20	Walzmaterial aus NE-Metallen (Profile)			47969	48368		
6.20	Verzinkte Bleche			6957	7979		

Tab. 24 f: Verbrauch an zinkhaltigen Roh- und Hilfsstoffen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995]

Code	Güter	Zinkkonz. [%]	Bandbreite [%]	Güterfluß 1990 [t]	Güterfluß 1993 [t]	Zinkfluß 1990 [t]	Zinkfluß 1993 [t]
<b>Gewerbestatistik</b>							
Gewerbe 1010	Kupfer und Kupferlegierungen, roh			645	602		
Gewerbe 1015	Altkupfer und Altkupferlegierungen			G	G		
Gewerbe 1020	Nickel und Nickellegierungen, roh			128	56		
Gewerbe 1030	Aluminium und Aluminiumlegierungen, roh			2452	2384		
Gewerbe 1032	Aluminium und Aluminiumlegierungen			G	70		
Gewerbe 1040	Blei und Bleilegierungen, roh			14	17		
Gewerbe 1045	Alt- und Abfallbei, auch legiert			G	G		
Gewerbe 1050	Zink und Zinklegierungen, Roh			641	942		
Gewerbe 1320	Gießereiprodukte aus NE-Metallen			2134	3071		
Gewerbe 1430	Walzmaterial aus NE-Metallen (Profile)			31400	32569		
Gewerbe 1660	Verzinkte Bleche			49307	51546		
Gewerbe 1745	Rohre aus NE-Metallen			11352	14123		

Tab. 25 a: Verbrauch an Zink, Zinklegierungen und verzinkten Blechen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995] (Abkürzungen vgl. Legende zu Abbildung 6)

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis mittel	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunfts- prozeß	Ziel- prozeß	Quelle	Bezugs jahr
<b>Prozeß "Dienstleistung – inkl. Infrastruktur" (DL-oE)</b>	<b>4,30E+09</b>	<b>552.057</b>		<b>100.983</b>	<b>12.954</b>				
Produktionsgüter Import	279.300	35,83		71.600	9.184	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Rohprodukte	50.900	6,53	90	50.400	6.465	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Halbzeug	8.800	1,13	90	7.900	1.013	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Fertigprodukte	1.400	0,18	90	1.300	167	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Zinkabfälle	1.200	0,15	90	1.100	141	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Kupferlegierung	15.000	1,92	35	3.000	385	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Verzinkte Bleche und Drähte	199.000	25,53	<1	6.000	770	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Anorgan. Verbindungen	3.000	0,38	23	1.900	244	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Produktionsgüter inländ. erzeugt IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		ÖSTAT, 1995a	1994
Konsumgüter Import	7.700.000	988	0,074	5.700	731	Ausland		Baccini et.al., 1993	1991
Konsumgüter inländ. erzeugt IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		-	
Recycelte Güter	13.800	2	38	5.244	673	DL-E		Kandelhart, 1996	1994
Energieträger Import	22.000.000	2.822	n.b.	53-459		Ausland		ÖSTAT, 1989	1989
Energieträger inländ. erzeugt BLF	2.000.000	257	0,005	100	13	BLF		ÖSTAT, 1989	0
Baumaterialien Import	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Ausland		-	
Bauwerke DL-oE	22.000.000	2.822	0,082	18.000	2.309	IG		Glenck, 1996 Brunner&Stämpfli, 1989	1992
Grund/Quellwasser	1,66E+09	212.936	1,00E-06	17	2	GRWA		Hüttler & Payer, 1994	1991
Nutz- und Brauchwasser	2,58E+09	330.948	1,00E-06	26	3	OFWA		Hüttler & Payer, 1994	1991
Deposition DL-oE	n.b.	n.b.		50-160		Atmo		Kernbeis et.al., 1995	1994
Handelsdünger Import BLF	76.000	10	0,038	29	4	BLF		BLMF, 1991 Kernbeis et.al., 1995	1989
Handelsdünger inländ. erzeugt IG	239.000	31	0,021	50	6	IG		BLMF, 1991 Kernbeis et.al., 1995	1990
Pflanzliche Produktionsgüter	9.400.000	1.206		140-190		BLF		ÖSTAT, 1989 Kernbeis et.al., 1995	1989
Reifenabrieb PHH	8.600	1	2,5	218	28	PHH		Baccini et.al., 1993	1991
Reifenabrieb IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		-	

Tab. 25 b: Verbrauch an Zink, Zinklegierungen und verzinkten Blechen in Industrie und Gewerbe [ÖSTAT, 1995] (Abkürzungen vgl. Legende zu Abbildung 6)

LEGENDE: 6.06 ..... Chemische Industrie  
 6.15 ..... Gießereiindustrie  
 6.16 ..... NE-Metallindustrie  
 6.17 ..... Maschinen- und Stahlbauindustrie  
 6.18 ..... Fahrzeugindustrie  
 6.19 ..... Eisen- und Metallwarenindustrie  
 6.20 ..... Elektroindustrie  
 Gewerbe ..... Großgewerbe

Code	Güter	Zinkkonz. [%]	Bandbreite [%]	Güterfluß		Zinkfluß	
				1990 [t]	1993 [t]	1990 [t]	1993 [t]
6.15	Verzinkte Bleche	3	0-8	-	-		
6.17	Verzinkte Bleche	3	0-8	30575	57843	917,25	1735,29
6.18	Verzinkte Bleche	3	0-8	30575	8427	917,25	252,81
6.19	Verzinkte Bleche	3	0-8	105713	113921	3171,39	3417,63
6.20	Verzinkte Bleche	3	0-8	6957	7979	208,71	239,37
Gewerbe	Verzinkte Bleche	3	0-8	49307	51546	1479,21	1546,38
<b>Summe</b>				<b>223127</b>	<b>239716</b>	<b>6693,81</b>	<b>7191,48</b>

Tab.26 a: Im- und Export von zinkhaltigen Gütern [ÖSTAT, 1995a]

Nr. der Außen- handelsstatistik 1A	GÜTER	Zn-Konz. [%]	Bandbreite [%]	IMPORT 1994		EXPORT 1994	
				Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
<b>Zink &gt;90%</b>							
<b>Zink in Rohrprodukten</b>							
7901 11 000	Zn >99,99%	100		31.138,90	31.138,90	2.277,40	2.277,40
7901 12 000	Zn <99,99%	98,75	>=97,5-<99,99	11.643,90	11.498,35	112,70	111,29
7901 20 000	Zn-Legierungen	95	>= 90	7.667,30	7.283,94	1.180,00	1.121,00
7903 10 000	Zinkstaub	98,75		388,30	383,45	102,00	100,73
7903 90 000	Pulver Flitter aus Zn	90		51,00	45,90	57,70	51,93
<b>Zwischensumme</b>				<b>50.889,40</b>	<b>50.350,53</b>	<b>3.729,80</b>	<b>3.662,35</b>
<b>Zink in Halbzeug</b>							
7904 00 000	Stangen Stäbe Profile Draht aus Zn	90	>= 90	1.038,90	935,01	19,50	17,55
7905 00 000	Platten Bleche Bänder Folien aus Zn	90	>= 90	7.756,90	6.981,21	554,20	498,78
<b>Zwischensumme</b>				<b>8.795,80</b>	<b>7.916,22</b>	<b>573,70</b>	<b>516,33</b>
<b>Zink in Fertigwaren</b>							
7906 00 000	Rohre und Rohrfittings aus Zn	90	>= 90	109,50	98,55	14,20	12,78
7907 10 000	Dachrinnen und geformte Waren f Bauzw	90		252,10	226,89	28,10	25,29
7907 90 100	Gußwaren aus Zn	94,5	93-96	694,70	656,49	2.285,60	2.159,89
7907 90 900	Andere Waren aus Zn	90	>= 90	351,50	316,35	235,70	212,13
<b>Zwischensumme</b>				<b>1.407,80</b>	<b>1.298,28</b>	<b>2.563,60</b>	<b>2.410,09</b>
<b>Zinkabfall</b>							
7902 00 000	Abfälle/Schrott aus Zn	90		1.269,40	1.142,46	1.921,50	1.729,35
<b>Summe Zinkgehalt &gt;90%</b>				<b>62.362,40</b>	<b>60.707,49</b>	<b>8.788,60</b>	<b>8.318,12</b>

Tab. 26 b: Im- und Export von zinkhaltigen Gütern [ÖSTAT, 1995a]

Nr. der Außen- handelsstatistik 1A	GÜTER	Zn-Konz. [%]	Bandbreite [%]	IMPORT 1994		EXPORT 1994	
				Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
<b>Zink in anorganischen chemischen Erzeugnissen</b>							
2817 00 000	Zinkoxid, Zinkperoxid	70	61-80	2.419,50	1.693,65	6.748,80	4.724,16
2827 36 000	Zinkchlorid	48		159,00	76,32	94,00	45,12
2833 26 000	Zinksulfat	23		457,00	105,11	-	-
	<b>Summe Zink in anorg. chem. Erzeugnisse</b>			<b>3.035,50</b>	<b>1.875,08</b>	<b>6.842,80</b>	<b>4.769,28</b>
<b>Zink in Kupferlegierungen</b>							
von 7403 21 00 bis 7411 21 000	Cu-Zn- Legierung (Messing)	20		14.941,60	2.988,32	4.707,50	941,50
	<b>Summe Zink in Kupferlegierungen</b>			<b>14.941,60</b>	<b>2.988,32</b>	<b>4.707,50</b>	<b>941,50</b>
<b>Verzinkte Bleche und Drähte</b>							
von 7210 31 100 bis 7212 30 990	Verzinkte Bleche	3	0-8	184.289,30	5.528,68	570.172,60	17.105,18
von 7217 12 000 bis 7217 32 000	Verzinkte Drähte	3	1-8	14250,60	427,52	5055,3	151,66
	<b>Summe Verzinkungen</b>			<b>198.539,90</b>	<b>5.956,20</b>	<b>575.227,90</b>	<b>17.256,84</b>
	<b>GESAMTSUMME</b>			<b>278.879,40</b>	<b>71.527,09</b>	<b>595.566,80</b>	<b>31.285,74</b>
<b>Zinkerze, -schlacken und -aschen</b>							
von 2608 00 000 bis 2620 19 000	Zinkerze, -schlacken und -aschen			292,60		1479	
	<b>Summe Zinkerze, -schlacken u. -aschen</b>					<b>1479</b>	

Tab. 26 c: Im- und Export von zinkhaltigen Gütern [ÖSTAT, 1995a]

Nr. der Außenhandelsstatistik 1A	GÜTER	Zn-Konz. [%]	Bandbreite [%]	IMPORT 1994		EXPORT 1994	
				Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
<b>79: ZINK UND WAREN DARAU</b>							
<b>Zn als Hauptbestandteil</b>							
7901 11 000	Zn >99,99%	100		31.138,90	31.138,90	2.277,40	2.277,40
7901 12 000	Zn <99,99%	98,75	>=97,5-<99,99	11.643,90	11.498,35	112,70	111,29
7901 20 000	Zn-Legierungen	95	>= 90	7.667,30	7.283,94	1.180,00	1.121,00
7902 00 000	Abfälle/Schrott aus Zn	90		1.269,40	1.142,46	1.921,50	1.729,35
7903 10 000	Zinkstaub	98,75		388,30	383,45	102,00	100,73
7903 90 000	Pulver Flitter aus Zn	90		51,00	45,90	57,70	51,93
7904 00 000	Stangen Stäbe Profile Draht aus Zn	90	>= 90	1.038,90	935,01	19,50	17,55
7905 00 000	Platten Bleche Bänder Folien aus Zn	90	>= 90	7.756,90	6.981,21	554,20	498,78
7906 00 000	Rohre und Rohrfittings aus Zn	90	>= 90	109,50	98,55	14,20	12,78
7907 10 000	Dachrinnen und geformte Waren f Bauzw	90		252,10	226,89	28,10	25,29
7907 90 100	Gußwaren aus Zn	94,5	93-96	694,70	656,49	2.285,60	2.159,89
7907 90 900	Andere Waren aus Zn	90	>= 90	351,50	316,35	235,70	212,13
<b>SUMME</b>				<b>62.362,40</b>	<b>60.707,49</b>	<b>8.788,60</b>	<b>8.318,12</b>
<b>72: EISEN UND STAHL</b>							
<b>Zn als Nebenbestandteil bei Blechen</b>							
7210 31 100	Stahlblech, elektrolytisch verzinkt, r-eck oder qua, oberflächenbeh	3	0-8	555,90	16,68	695,70	20,87
7210 31 910	Stahlblech, el verZn, nur anders als r-eck, oberf	3		46,40	1,39	393,30	11,80
7210 31 990	Andere Stahlbleche, el. verZn	3		842,80	25,28	693,60	20,81
7210 39 100	Bleche, el verZn r-eck, oberflb	3		8.362,80	250,88	1.664,40	49,93
7210 39 910	Bleche, el verZn, n r-eck	3		578,70	17,36	207.068,00	6.212,04

Nr. der Außen- handelsstatistik 1A	GÜTER	Zn-Konz. [%]	Bandbreite [%]	IMPORT 1994		EXPORT 1994	
				Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
<b>72: EISEN UND STAHL</b>							
<b>Zn als Nebenbestandteil bei Blechen (Fortsetzung)</b>							
7210 39 990	And Bleche, el verZn	3		6.027,60	180,83	13.262,50	397,88
7210 41 100	Bleche, anders verZn, gewellt, r-eckig, obf.	3		209,30	6,28	149,50	4,49
7210 41 910	Bleche, and verZn gewellt, n r-eck	3		118,30	3,55	104,70	3,14
7210 41 990	And Bleche, and verZn gewellt	3		433,50	13,01	1.130,30	33,91
7210 49 100	Bleche, and verZn, r-eck, oberfl	3		116.501,20	3.495,04	15.571,70	467,15
7210 49 910	Bleche, and verZn, n r-eckig	3		1.570,90	47,13	217.311,90	6.519,36
7210 49 990	And Bleche, and verZn	3		23.503,00	705,09	22.143,20	664,30
7212 21 100	Bl, e-verZn, >275Mpa, B>500mm, oberf	3		56,70	1,70	89,20	2,68
7212 21 190	Bl, e-verZn, >275Mpa, B>500mm	3		189,40	5,68	76,60	2,30
7212 21 900	And Bl, e-verZn, >275Mpa,	3		5.456,80	163,70	1.441,10	43,23
7212 29 110	Bl, e-verZn, B>500mm, oberf	3		232,10	6,96	16,00	0,48
7212 29 190	And Bl, e-verZn, B>500mm, ande	3		186,00	5,58	2.991,30	89,74
7212 29 900	And Bl, e-verZn	3		9.816,10	294,48	13.445,30	403,36
7212 30 110	Bl, and verZn, B>500mm, oberf	3		377,90	11,34	32.009,40	960,28
7212 30 190	Bl, and verZn, B>500mm, and	3		618,70	18,56	2.950,50	88,52
7212 30990	And Bleche and verZn	3		8.605,20	258,16	36.964,40	1.108,93
<b>SUMME</b>				<b>184.289,30</b>	<b>5.528,68</b>	<b>570.172,60</b>	<b>17.105,18</b>
<b>7217 12 000 Zn als Nebenbestandteil bei Drähten</b>							
7217 22 000	Draht >0,25% C, verZn	3	1-8	11.753,90	352,62	1.787,50	53,63
7217 32 000	Draht 0,25-0,6% C, verZn	3	1-8	1.131,10	33,93	222,60	6,68
	Draht >0,6% C, verZn	3	1-8	1.365,60	40,97	2.995,20	89,86
<b>SUMME</b>				<b>14.250,60</b>	<b>427,52</b>	<b>5.005,30</b>	<b>150,16</b>



Tab. 26 d: Im- und Export von zinkhaltigen Gütern [ÖSTAT, 1995a]

Nr. der Außen- handelsstatistik 1A	GÜTER	Zn-Konz. [%]	Bandbreite [%]	IMPORT 1994		EXPORT 1994	
				Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]	Güterfluß [t/a]	Zinkfluß [t/a]
<b>26: Erze, SCHLACKEN UND ASCHEN</b>							
	Zinkerze			110,60		1297,5	
2608 00 000	Hartzink			119,20		13,7	
2620 11 000	Asche u. Rückstände zinkhaltig			62,8		167,80	
<b>2620 19 000</b>	<b>Summe</b>			<b>292,60</b>		<b>1.479,00</b>	
<b>28: ANORGANISCHE CHEMISCHE ERZEUGNISSE</b>							
2817 00 000	Zinkoxid, Zinkperoxid	70	61-80	2.419,50	1.693,65	6.748,80	4.724,16
2827 36 000	Zinkchlorid	48		159,00	76,32	94,00	45,12
2833 26 000	Zinksulfat	23		457,00	105,11	-	-
	<b>Summe</b>			<b>3.035,50</b>	<b>1.875,08</b>	<b>6.842,80</b>	<b>4.769,28</b>
<b>74: KUPFER UND WAREN DAR AUS</b>							
7403 21 00	Cu-Zn- Legierung (Messing)	20		1.353,10	270,62	3.208,20	641,64
7407 21 000	Stangen, Stäbe, Profile aus Cu-Zn-Leg.	20		9.303,10	1.860,62	566,30	113,26
7408 21 000	Draht aus Cu-Zn-Leg.	20		566,00	113,20	345,40	69,08
7409 21 000	Blechrollen aus Cu-Zn-Leg.	20		1.041,40	208,28	18,70	3,74
7409 29 000	Anderer Bleche udgl. aus Cu-Zn-Leg.	20		787,30	157,46	98,30	19,66
7411 21 000	Rohre aus Cu-Zn-Leg.	20		1.890,70	378,14	470,60	94,12
	<b>Summe</b>			<b>14.941,60</b>	<b>2.988,32</b>	<b>4.707,50</b>	<b>941,50</b>
<b>GESAMTSUMME</b>				<b>279.172,00</b>	<b>71.527,09</b>	<b>596.995,80</b>	<b>31.284,24</b>

Tab. 27: Prozeß-, Güter- und Stoffbilanz des Systems "Stoffbuchhaltung Zink (Abkürzungen vgl. Legende zu Abbildung 6)

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunfts- prozeß	Ziel- prozeß	Quelle	Bezugs- jahr
<b>PROZESS "DIENSTLEISTUNG – INKL. INFRASTRUKTUR" (DL-OE)</b>									
<b>Input</b>	<b>4,30E+09</b>	<b>552.057</b>		<b>100.983</b>	<b>12.954</b>				
Produktionsgüter Import	279.300	35,83		71.600	9.184	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Rohprodukte	50.900	6,53	90 99,99	50.400	6.465	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Halbzeug	8.800	1,13	90 99,99	7.900	1.013	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Fertigprodukte	1.400	0,18	90 99,99	1.300	167	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Zinkabfälle	1.200	0,15	90 99,99	1.100	141	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Kupferlegierung	15.000	1,92	35 20	3.000	385	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Verzinkte Bleche u. Drähte	199.000	25,53	<1 8 3	6.000	770	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Anorgan. Verbindungen	3.000	0,38	23 80 63	1.900	244	Ausland		ÖSTAT, 1995a	1994
Produktionsgüter inländ. erzeugt IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		ÖSTAT, 1995a	1994
Konsumgüter Import	7.700.000	988	0,074	5.700	731	Ausland		Baccini et.al., 1993	1991
Konsumgüter inländ. erzeugt IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		-	
Recycelte Güter	13.800	2	38	5.244	673	DL-E		Kandelhart, 1996	1994
Energieträger Import	22.000.000	2.822	n.b.	53-459		Ausland		ÖSTAT, 1989	1989
Energieträger inländ. erzeugt BLF	2.000.000	257	0,005	100	13	BLF		ÖSTAT, 1989	0
Baumaterialien Import	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Ausland		-	
Bauwerke DL-oE	22.000.000	2.822	0,082	18.000	2.309	IG		Glenck, 1996 Brunner & Stämpfli, 1989	1992
Grund/Quellwasser	1,66E+09	212.936	1,00E-06	17	2	GRWA		Hüttler & Payer, 1994	1991
Nutz- und Brauchwasser	2,58E+09	330.948	1,00E-06	26	3	OFWA		Hüttler & Payer, 1994	1991
Deposition DL-oE	n.b.	n.b.		50-160		Atmo		Kernbeis et.al., 1995	1994
Handelsdünger Import BLF	76.000	10	0,038	29	4	BLF		BLMF, 1991 Kernbeis et.al., 1995	1989

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "DIENSTLEISTUNG – INKL. INFRASTRUKTUR" (DL-OE) (Fortsetzung)</b>									
<b>Input (Fortsetzung)</b>									
Handelsdünger inländ. erzeugt IG	239.000	31	0,021	50	6	IG		BLMF, 1991 Kernbeis et.al., 1995	1990
Pflanzliche Produktionsgüter	9.400.000	1.206		140-190		BLF		ÖSTAT, 1989 Kernbeis et.al., 1995	1989
Reifenabrieb PHH	8.600	1	2,5	218	28	PHH		Baccini et.al., 1993	1991
Reifenabrieb IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		-	
<b>Output</b>	<b>4.28E+09</b>	<b>549.554</b>		<b>126.082</b>	<b>16.173</b>				
Produktionsgüter IG	279.300	36		71.600	9.184	IG			
Handelsdünger BLF	315.000	40	0,025	79	10	BLF			
Konsumgüter IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG			
Konsumgüter PHH	7.700.000	988		5.700	731	PHH			
Produktionsgüter Export	595.370	76		30.920	3.966	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Rohprodukte</i>	3.700	0,47	90 99,99	3.700	475	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Halbzeug</i>	570	0,07	90 99,99	520	67	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Fertigprodukte</i>	2.600	0,33	90 99,99	2.400	308	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Zinkabfälle</i>	1.900	0,24	90 99,99	1.700	218	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Kupferlegierung</i>	4.700	0,60	35 20	900	115	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Verzinkte Bleche u. Drähte</i>	575.000	73,76	<1 8	17.300	2.219	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Anorgan. Verbindungen</i>	6.900	0,89	23 80	4.400	564	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
<i>Recycelte Güter</i>	13.800	2	38	5.244	673	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
Energieträger IG	15.000.000	1.924		17-102	n.b.	IG			
Energieträger PHH	6.500.000	834		33-270	n.b.	PHH			
Konsumgüter Export	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
Energieträger Export	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Ausland	Ausland	ÖSTAT, 1995a	1994
Baurestmassen DLoE	3.800.000	487	0,32	12.500	1.603	IG			

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%]	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "DIENSTLEISTUNG – INKL. INFRASTRUKTUR" (DL-OE) (Fortsetzung)</b>									
<b>Output (Fortsetzung)</b>									
Verdunstung	3,50E+08	44.896		0	0		Atmo		
Leitungswasser IG	7,20E+08	92.358	1,00E-06	7	1		IG		
Leitungswasser BFL	2,70E+08	34.634	1,00E-06	3	0,35		BFL		
Leitungswasser PHH	3,70E+08	47.462	1,00E-06	4	0,47		PHH		
Brauch- u. Nutzwasser IG	9,40E+08	120.578	1,00E-06	9	1,21		IG		
Abluft DL-oE	n.b.	n.b.		3-87			Atmo		
Abwa. kommunal DL-oE	n.b.	n.b.		290-430			DL-E		
Abwasser Vorflut DL-oE	1,60E+09	205.239	1,00E-06	16	2,05		OFWA		
flächenversickertes Abwasser DL-oE	n.b.	n.b.		50-90			Pedo		
versickert. Abw. DL-oE	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.		Litho		
<b>Lager</b>	<b>2,10E+09</b>	<b>269.376</b>		<b>1,60E+06</b>	<b>205.239</b>			<b>Glentck, 1996 Brunner &amp; Stämpfli, 1989</b>	<b>1992</b>
Lagerveränderung	18.000.000	2.309		5.000	641				
<b>PROZESS "INDUSTRIE GEWERBE" (IG)</b>									
<b>Input</b>	<b>1,98E+09</b>	<b>253.906</b>		<b>105.120</b>	<b>13.484</b>				
Baumaterialien	84.000.000	10.775		15.000	1.924	Litho		Glentck, 1996 Brunner & Stämpfli, 1989	1992
Produktionsgüter IG	279.300	36		71.600	9.184	DL-oE		ÖSTAT, 1995a	1993
davon identifiziert				67.900		DL-oE		ÖSTAT, 1995a+b	1993
Verzinkte Bleche				7.200		DL-oE		ÖSTAT, 1995a+b	1993
Zink/Zinklegierung				59.400		DL-oE		ÖSTAT, 1995a+b	1993
Zinksulfat				1.300		DL-oE		ÖSTAT, 1995a+b	1993

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%]	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "INDUSTRIE GEWERBE" (IG) (Fortsetzung)</b>									
<b>Input (Fortsetzung)</b>									
Energieträger IG	15.000.000	1.924		17-102	n.b.	DL-oE		ÖSTAT, 1995f	1992
Konsumgüter IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	DL-oE		-	
Deposition IG	n.b.	n.b.		3	0,38	Atmo		Kernbeis et.al., 1995	1994
Leitungswasser IG	7,20E+08	92.358	1,00E-06	7	0,92	DL-oE		Hüttler & Payer, 1994	1991
Brauch- und Nutzwasser IG	9,40E+08	120.578	1,00E-06	9	1,21	DL-oE		Hüttler & Payer, 1994	1991
Luft IG	2,09E+08	26.809		n.b.	n.b.	Atmo		-	
Baurestmassen PHH	7.600.000	975	0,079	6.000	770	PHH		Glenck, 1996Brunner & Stämpfli, 1989	1992
Baurestmassen DLoE	3.800.000	487	0,32	12.500	1.603	DL-oE		Glenck, 1996Brunner & Stämpfli, 1989	1992
<b>Output</b>	<b>1,97E+09</b>	<b>252.248</b>		<b>77.000-81.000</b>					
Produktionsgüter inländ. erzeugt IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.				DL-oE
Konsumgüter inländ. erzeugt IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.				DL-oE
Bauwerke PHH	38.000.000	4.874	0,079	30.000	3.848				PHH
Bauwerke DL-oE	22.000.000	2.822	0,082	18.000	2.309				DL-oE
Baurestmassen IG	15.800.000	2.027		22.000	2.822				DL-E
Haushaltsähn. Abfälle IG	140.000	18		280	36				DL-E
Industrie-/Gewerbeabfälle	7.300.000	936		750-4.200					DL-E
davon Schrott	1.000.000	128		5.200	667				DL-E
deponierte Industrie/Gewerbeabfälle	230.000	30		90	12				Deponie
Abluft IG	2,26E+08	28.990		17-102					Atmo
Abwasser kommunal IG	5,36E+08	68.755		90-300					DL-E
Abwasser IG	1,80E+08	23.089		31-100					DL-E

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "INDUSTRIE GEWERBE" (IG) (Fortsetzung)</b>									
<b>Output (Fortsetzung)</b>									
versickertes Abwasser IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.		Litho		
flächenversickertes Abwasser IG	n.b.	n.b.		14-70			Pedo		
depon. Klärschlamm IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.		Deponie		
Abwasser Vorflut IG	9,40E+08	120.578		30-100			OFWA		
<b>Lager in t</b>	<b>520.000.000</b>	<b>66.703</b>		<b>410.000</b>	<b>52.593</b>				
Lagerveränderung in t	20.000.000	2.565		17.000					
<b>PROZESS "BERGBAU LANDWIRTSCHAFT FORSTWIRTSCHAFT" (BLF)</b>									
<b>Input</b>	<b>2,92E+08</b>	<b>37.497</b>		<b>730-1.100</b>					
Pflanzliche Produkte (Ernteentzug)	22.000.000	2.822		570-800		Pedo		Kernbeis et.al., 1995	1994
Handelsdünger BLF	315.000	40	0,025	79	10	DL-oE		BMLF, 1991 Kernbeis et.al. 1995	1989
Leitungswasser BFL	2,70E+08	34.634	1,00E-06	3	0,35	DL-oE		Hüttler & Payer, 1994	1991
Luft BFL	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Atmo			
Klärschlamm DL-E	n.b.	n.b.		75-260		DL-E		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
<b>Output</b>	<b>3,17E+08</b>	<b>40.626</b>		<b>1.100-1.900</b>					
Pflanzl. Produktionsgüter	9.400.000	1.206		140-190			DL-oE		
Energieträger inländ. erzeugt BLF	2.000.000	257		100	13		DL-oE		
Handelsdünger	315.000	40		79	10		Pedo		
Hofdünger	35.000.000	4.490		670-1.300			Pedo		
Leitungswasser	2,70E+08	34.634		3	0,35		Pedo		

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunfts- prozeß	Ziel- prozeß	Quelle	Bezugs- jahr
<b>PROZESS "BERGBAU LANDWIRTSCHAFT FORSTWIRTSCHAFT" (BLF) (Fortsetzung)</b>									
<b>Input (Fortsetzung)</b>									
Ausgebrachter Klärschlamm BLF	n.b.	n.b.		75-260		DL-oE	Pedo		
Abluft BLF	n.b.	n.b.		1	0,13	Atmo	Atmo		
<b>PROZESS "PRIVATER HAUSHALT" (PHH)</b>									
<b>Input</b>	<b>5,13E+08</b>	<b>65.830</b>		<b>35.704</b>	<b>732</b>				
Leitungswasser PHH	3,70E+08	47.462	1,00E-06	4	0,47	DL-oE		Hüttler & Payer, 1994	1991
Luft PHH	9,10E+07	11.673		n.b.	n.b.	Atmo		Beer, Mönch & Brunner, 1991	1991
Konsumgüter PHH	7.700.000	988		5.700	731	DL-oE		Baccini et.al., 1993 Bschorner, 1996	1989
Baumaterialien PHH	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	DL-oE		-	
Bauwerke PHH	38.000.000	4.874	0,079	30.000		IG		Glenck, 1996 Brunner & Stämpfli, 1989	1992
Energieträger PHH	6.500.000	834		33-270	n.b.	DL-oE		ÖSTAT, 1995f	1992
Deposition PHH	n.b.	n.b.		15-55		Atmo		Kernbeis et.al., 1995	1994
<b>Output</b>	<b>5,69E+08</b>	<b>73.019</b>		<b>12.000-13.000</b>					
Abwasser kommunal PHH	255.000.000	32.710		140-490			DL-E		
Abluft PHH	149.000.000	19.113		33-270			Atmo		
Abfälle PHH	1.530.000	196	0,20	3.100	398		DL-E		
Separat.gesammelte Abfälle PHH	1.100.000	141	0,013	2.200	282		DL-E		
Baurestmassen PHH	7.600.000	975	0,079	6.000	769,65		IG		
Abwasser Vorflut PHH	n.b.	n.b.		15-45			OFWA		
Senkgrubeninhalt PHH	155.000.000	19.883		80-280			DL-E		

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "PRIVATER HAUSHALT" (PHH) (Fortsetzung)</b>									
<b>Input (Fortsetzung)</b>									
versickertes Abwasser PHH	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Litho			
flächenversickertes Abwasser PHH	n.b.	n.b.		22-110		Pedo			
Reifenabrieb PHH	8.600	1	2,5	218	28	DL-oE			
<b>Lager in t</b>	<b>689.500.000</b>	<b>88.445</b>		<b>579.000</b>					
Konsumgüter	9.500.000	1.219		42.000					
Gebäude	680.000.000	87.227		537.000					
Lagerveränderung in t	30.000.000	3.848		26.000					
<b>PROZESS "ABFALL- UND ABWASSERWIRTSCHAFT" (DL-E)</b>									
<b>Input</b>	<b>1,15E+09</b>	<b>147.884</b>		<b>29.000-33.000</b>					
Abwasser kommunal DL-oE	n.b.	n.b.		290-430		DL-oE		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
Abwasser kommunal IG	536.000.000	68.755		90-300		IG		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
Abwasser IG	180.000.000	23.089		31-100		IG		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
Abwasser kommunal PHH	255.000.000	32.710		140-490		PHH		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
Industrie-/Gewerbeabfälle	7.300.000	936		750-4.200		IG		BAWP 1995 Daxbeck et.al., 1996	1993
Baurestmassen IG	15.800.000	2.027		22.000	2.822	IG		Glenck, 1996 Brunner & Stämpfli, 1989	1992
davon Schrott	1.000.000	128	0,52	5.200	667	IG		Kandelhart, 1996	1994
Abfälle PHH	1.530.000	196	0,2	3.100	398	PHH		BAWP 1995 Schnitzer et.al.1993	1993



Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%]	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "ABFALL- UND ABWASSERWIRTSCHAFT" (DL-E) (Fortsetzung)</b>									
<b>Input (Fortsetzung)</b>	<b>1,15E+09</b>	<b>147.884</b>		<b>29.000-33.000</b>					
Haushaltsähn. Abfälle IG	140.000	18	0,2	280	36	IG		BAWP 1995 Schnitzer et.al.1993	1993
Separat.gesammelte Abfälle PHH	1.100.000	141	0,013	2.200	282	PHH		BAWP 1995 Daxbeck et.al., 1996	1993
Senkgrubeninhalt PHH	155.000.000	19.883		80-280		PHH		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
<b>Output</b>	<b>1,15E+09</b>	<b>147.886</b>		<b>30.000-34.000</b>					
Abluft DL-E	n.b.	n.b.		0,4	0,05		Atmo		
depon. Klärschlamm DL-E	n.b.	n.b.		120-440			Deponie		
Klärschlamm DL-E	n.b.	n.b.		75-260			BLF		
gerein. Abwasser DL-E	1,13E+09	144.437		150-500			OFWA		
deponierte Abfälle DL-E	26.870.000	3.447		23.000-26.000			Deponie		
Wasserverluste Kanalisation	110.000.000	14.110		55-130			Litho		
Recycelte Güter	13.800	2	38	5.244	673		DL-oE		
<b>PROZESS "DEPONIE" (DEPONIE)</b>									
<b>Input</b>	<b>27.100.000</b>	<b>3.476</b>		<b>28.000-33.000</b>					
deponierter Klärschlamm DL-E	n.b.	n.b.		120-440		DL-E		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
deponierter Klärschlamm IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
deponierte Abfälle DL-E	26.870.000	3.447		23.000-26.000		DL-E		BAWP 1995 Daxbeck et.al., 1996	1993
deponierte Industrie/Gewerabfälle	230.000	30		90	12	IG		BAWP 1995 Daxbeck et.al., 1996	1993

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "DEPONIE" (DEPONIE) (Fortsetzung)</b>									
<b>Output</b>	n.b.	n.b.		<b>8</b>					
Sickenwasser	n.b.	n.b.		8			Litho		
<b>Lager in t</b>	n.b.	n.b.		<b>460.000</b>				<b>Baccini &amp; Bader, 1996</b>	<b>1994</b>
Lagerveränderung in t				28.000-33.000					
<b>PROZESS "ATMOSPHERE" (ATMO)</b>									
<b>Input</b>	<b>3,75E+08</b>	<b>48.103</b>		<b>53-459</b>					
Luft Import	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Ausland		-	
Abluft IG	2,26E+08	28.990		17-102		IG		BUWAL, 1995	1995
Abluft BLF	n.b.	n.b.		1	0,13	BLF		BUWAL, 1995	1995
Abluft PHH	1,49E+08	19.113		33-270		PHH		BUWAL, 1995	1995
Abluft DL-oE	n.b.	n.b.		3-87	0	DL-oE		BUWAL, 1995	1995
Winderosion	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Pedo		-	
<b>Output</b>	<b>3,00E+08</b>	<b>38.482</b>		<b>2.300-8.200</b>					
Luft Export	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Ausland			
Deposition IG	n.b.	n.b.		3		IG			
Luft PHH	9,10E+07	11.673		n.b.	n.b.	PHH			
Luft BFL	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	BFL			
Luft IG	2,09E+08	26.809		n.b.	n.b.	IG			
Deposition PHH	n.b.	n.b.		15-55		PHH			
Deposition Pedosphäre	n.b.	n.b.		2.200-7.900		Pedo			
Deposition Oberflächengewässer	n.b.	n.b.		35-130		OBWA			
Deposition DL-oE	n.b.	n.b.		50-160		DI-oE			

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%]	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "PEDOSPHERE" (PEDO)</b>									
<b>Input</b>	<b>9,84E+10</b>	<b>1,26E+07</b>		<b>3.100-9.800</b>					
Niederschlag	9,81E+10	12.583.722		n.b.	n.b.	Atmo		Kresser, 1995	1994
Deposition Pedosphäre	n.b.	n.b.		2.200-7.900		Atmo		Kernbeis et.al., 1995	1994
Handelsdünger	315.000	40		79	10	BLF		BLMF, 1991 Kernbeis et.al., 1995	1989
Hofdünger	35.000.000	4.490		670-1.300		BLF		BLMF, 1991 Kernbeis et.al., 1995	1989
Leitungswasser	2,70E+08	34.634		3		BLF		Hüttler & Payer, 1994	1991
Ausgebrachter Klärschlamm BLF	n.b.	n.b.		75-260		BLF		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
flächenversickertes Abwasser PHH	n.b.	n.b.		22-110		PHH		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
flächenversickertes Abwasser IG	n.b.	n.b.		14-70		IG		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
flächenversickertes Abwasser DL-oE	n.b.	n.b.		50-90		DL-oE		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
Verwitterung	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Litho		-	
<b>Output</b>	<b>9,96E+10</b>	<b>1,28E+07</b>		<b>1.100-1.600</b>					
Tiefensickerung Pedo	5,48E+10	7.029.439		548	70		Litho		
Verdunstung Pedo	4,48E+10	5.746.694		0	0		Atmo		
Pflanzliche Produkte (Ernteentzug)	22.000.000	2.822		570-800			BLF		
Abschwemmung/Erosion	1.000.000	40		20-200			OBWA		
Winderosion	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.		Atmo		
<b>Lager in t</b>	<b>2,00E+09</b>			<b>145.000</b>	<b>18.600</b>				
Lagerveränderung in t				2.000-8.200					

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%]	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunftsprozeß	Zielprozeß	Quelle	Bezugsjahr
<b>PROZESS "LITHOSPHERE" (LITHO)</b>									
<b>Input</b>	<b>5,48E+10</b>	<b>7.029.439</b>		<b>548</b>	<b>70</b>				
Tiefensickerung Pedo	5,48E+10	7.029.439	1,00E-06	548	70	Pedo		Kresser, 1995	1994
versickertes Abwasser IG	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	IG		-	
versickertes Abw. PHH	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	PHH		-	
versickertes Abw. DL-oE	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	DL-oE		-	
versickertes Abw. DL-E	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	DL-E		-	
Wasserverluste Kanal.	1,10E+08	14.110		55-130		DL-E		Hüttler & Payer, 1994	1991
Sickerwasser	n.b.	n.b.		8		Deponie		Baccini & Bader, 1996	1994
<b>Output</b>	<b>5,48E+10</b>	<b>7.029.439</b>		<b>15.548</b>	<b>1.994</b>				
Tiefensickerung Litho	5,48E+10	7.029.439	1,00E-06	548	70				
Baumaterialien	8,40E+07	10.775		15.000	1.924				
Verwitterung	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.				
Auswaschung Litho	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.				
<b>PROZESS "GRUNDWASSER" (GRWA)</b>									
<b>Input</b>	<b>5,48E+10</b>	<b>7.029.439</b>		<b>548</b>	<b>70</b>				
Tiefensickerung Litho	5,48E+10	7.03E+06	1,00E-06	548	70	Litho		Kresser, 1995 Fideler&Rössler, 1993	1994
Auswaschung Litho	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	Litho		-	
<b>Output</b>	<b>5,90E+10</b>	<b>7.563.060</b>		<b>590</b>	<b>76</b>				
Unterirdischer Abfluß Export	2,50E+09	320.686	1,00E-06	25	3		Ausland	Kresser, 1995 UBA, 1990	1994
Grundwasserausfluß	5,48E+10	7.029.439	1,00E-06	548	70		OFGW		
Grund/Quellwasser	1,66E+09	212.936	1,00E-06	17	2,13		DL-oE		
Exfiltrat	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.		OFGW		

Güter	Güterfluß [t/a]	Güterfluß [kg/E.a]	Zinkkonzentration [%] von bis	Zinkfluß [t/a]	Zinkfluß [g/E.a]	Herkunfts- prozeß	Ziel- prozeß	Quelle	Bezugs- jahr
<b>PROZESS "GRUNDWASSER" (GRWA) (Fortsetzung)</b>									
<b>Lager</b>	<b>5,00E+10</b>			<b>460-610</b>					
Grundwasser	5,00E+10		1,00E-06	460-610				Stark et.al., 1995 Nagl, 1993	1993
<b>PROZESS "OBERFLÄCHENGEWÄSSER" (OFGW)</b>									
<b>Input</b>	<b>8,70E+10</b>	<b>1,12E+07</b>		<b>1.100-2.080</b>					
Oberflächenwasser Import	2,85E+10	3.655.821		285-513		Ausland		Kresser, 1995 UBA, 1990	1994
Grundwasserausfluß	5,48E+10	7.029.439	1,00E-06	548	70	Ausland		Kresser, 1995 Fideler&Rössler, 1993	1994
Abwasser Vorflut IG	9,40E+08	120.578		30-100		IG		BMLF, 1993 BMU, 1993	1993
Abwasser Vorflut PHH	n.b.	n.b.		15-45		PHH		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
Abwasser Vorflut DL-oE	1,60E+09	205.239	1,00E-06	16	2,05	DL-oE		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
gereinigtes Abwasser DL-E	1,13E+09	144.437		150-500		DL-E		BMLF, 1993 Kernbeis et.al. 1995	1989
Abschwemmung/Erosion	1.000.000	40		20-200		Pedo		Kernbeis et.al, 1995	1994
Deposition Oberflächengewässer	n.b.	n.b.		35-130		Atmo		Kernbeis et.al, 1995	1994
Exfiltrat	n.b.	n.b.		n.b.		GRWA		-	
<b>Output</b>	<b>8,65E+10</b>	<b>1,11E+07</b>		<b>1.030-2.790</b>					
Oberflächenwasser Export	8,39E+10	10.762.225		1000-2770			Ausland	Kresser, 1995 UBA, 1990	1994
Nutz- und Brauchwasser	2,58E+09	330.948	1,00E-06	26	3		DL-oE		

Tab. 28: Mitglieder der Arbeitsgruppe

Name	Fa./Institution	Adresse	Tel./Fax-Nr.
Dipl.-Ing. Kurt <b>Antlinger</b>	VA STAHL AG Abteilung: WFM	VOEST-Alpine Straße 3 A-4031 Linz	Tel.: 0732/6585-6029 Fax: 0732/6980-5102
Dipl.-Ing. Helmut <b>Antrekowitsch</b>	Montanuniv. Leoben Inst. f. Technologie u. Hütten- kunde der Nichteisenmetalle	Franz-Josef-Straße 18 A-8700 Leoben	Tel.: 03842/402-321 Fax: 03842/402-627
O.Univ.Prof. Dr. Paul H. <b>Brunner</b>	Technische Universität Wien Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft	Karlsplatz 13 A-1040 Wien	Tel.: 0222/58801-3138, -3137, -3196 Fax: 0222/5042234
Mag. Hans <b>Daxbeck</b>	Technische Universität Wien Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft	Karlsplatz 13 A-1040 Wien	Tel.: 0222/58801-3270, -3137, -3196 Fax: 0222/5042234
Geschäftsführer Dr. Wolfgang <b>Eickhoff</b>	Fachverband der Eisen- und Metallwarenindustrie Österreichs	Wiedner Hauptstraße 63 Postfach 335 A-1045 Wien	Tel.: 0222/50105-3475 Fax: 0222/5050928
Univ.-Lektor Dr. Harald L. <b>Förster</b>	Österr. Forschungszentrum Seibersdorf Verfahrens- u. Umwelttechnik	A-2444 Seibersdorf	Tel.: 02254/7803225 Fax: 0225474060
Geschäftsführer Mag. P. <b>Huger</b>	AGÖ-Arbeitsgemeinschaft Gal- vanik Österreich	Wiedner Hauptstraße 63 Postfach 350 A-1045 Wien	Tel.: 0222/50105-3015 Fax: 0222/50206-375
Margund <b>Lössl</b>	Peter Lössl Ges.m.b.H. Feuerverzinkerei	Mühlal 18, Postfach 4 A-4655 Vorchdorf	Tel.: 07614/6411-13 Fax: 07614/6411-19
Mag.Dr. Walter <b>Maderner</b>	Umweltbundesamt Wien Abt. Allgem. Angelegenheiten der Umwelttechnologien	Spittelauer Lände 5 A-1090 Wien	Tel.: 0222/31304-5530 Fax: 0222/31304-5400
Ing. Robert <b>Melcher</b>	Atotech GmbH.	Scheringgasse 2 A-1140 Wien	Tel.: 0222/9792523-18 Fax: 0222/9792523-13
Prokurist Dipl.-Ing. Richard <b>Moran</b>	Allg. gerichtlich beeid. Sach- verständiger f. Galvanotechnik u. Abwasseraufbereitung	Rokitanskygasse 51 A-1170 Wien	Tel.: 0222/4892831 Fax: 0222/4892831
Ing. Jörg <b>Radler</b>	Rheinzink GesmbH	Schüttaustraße 54/6 A-1220 Wien	Tel.: 0222/2096111 Fax: 0222/2096112
Dr. Otto <b>Rosenstatter</b>	Fa. Zimmermann	Wahastraße 5 A-5111 Bürmoos	Tel.: 06274/7466 Fax: 06274/7466-60
Dipl.-Ing. Arnulf <b>Schönbauer</b>	Technische Universität Wien Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft	Karlsplatz 13 A-1040 Wien	Tel.: 0222/58801-3134, -3137, -3196 Fax: 0222/5042234
Matthäus <b>Siebenhofer</b>	VTU-ENGINEERING GmbH Technisches Büro für Verfah- renstechnik	Grottenhofstraße 3 A-8053 Graz	Tel.: 0316/265-226 Fax: 0316/278586
Dr. M. <b>Simon</b>	Rheinzink GesmbH	Bahnhofstraße 90 D-45711 Datteln	Tel.: Fax:
Prokurist Franz <b>Solka</b>	Mosdorfer-Verzinkerei GmbH&Co.KG	Mosdorfergasse 1 A-8160 Weiz	Tel.: 03172/2505-31 Fax: 03172/2505-46
Geschäftsführer Josef <b>Suitner</b>	GF OTW Oberflächentechnik	Gewerbeparkstraße 105/15 A-2604 Theresienfeld	Tel.: 02622/71912 Fax: 02622/71912-12
Dr. Herbert <b>Waginger</b>	WIFI Österreich	Wiedner Hauptstraße 63 A-1045 Wien	Tel.: 0222/50105-3067 Fax: 0222/50206-241
Ing. Christian <b>Weismayr</b>	VA STAHL AG Abteilung: MU	VOEST-Alpine Straße 3 A-4031 Linz	Tel.: 0732/6585-2531 Fax: 0732/6980-6950