

RRMMMAAAA

Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung

Ressourcen Management Agentur

Beitrag der Abfallwirtschaft zum Kupferhaushalt Österreichs

(Projekt ABASG III - Kupfer)

Endbericht



lebensministerium.at



Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung

Ressourcen Management Agentur

Beitrag der Abfallwirtschaft zum Kupferhaushalt Österreichs

(Projekt ABASG III - Kupfer)

Endbericht

(Vers. 1.0)

**Hans Daxbeck
Michael Stockinger
Bernd Brandt**

unterstützt durch das
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Wien, Mai 2006

Danksagung

Der besondere Dank der Autoren gilt Herrn Ing. Mag. Werner Kössler, Umweltschutzbeauftragter der Montanwerke Brixlegg AG, sowie Herrn Helmuth Nagl, Geschäftsführer der Salzburger Metall- und Kabelverwertungs Ges.m.b.H (SMK), die durch Ihr Spezialwissen und Ihre Bereitschaft zur Diskussion einen wesentlichen Beitrag zur Qualität des Berichtes beigetragen haben.

Projektleitung:

Hans Daxbeck

Projektsachbearbeitung:

Hans Daxbeck, Michael Stockinger, Bernd Brandt

Impressum:

Ressourcen Management Agentur (RMA)

Initiative zur Erforschung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung

Argentinerstrasse 48/2. Stock

1040 Wien

Tel.: +43 (0)1 913 22 52.0; Fax: DW 22

Email: office@rma.at

Summary

The goal of the project „Contribution of the Waste Management to the Copper Metabolism of Austria“ is to identify the quantitatively most relevant copper-containing goods that circulate in the Austrian economy as well as to define their mass flows and stocks in production, supply and consumption. Additionally, the waste generation that occurs during raw material extraction, production and consumption is roughly estimated.

By means of drawing up a substance flow analysis of copper for Austria, the significance of the waste management for the copper metabolism of Austria is evaluated. Also, the current management of copper-containing wastes is examined towards its consistency with achieving the goals of the Austrian Waste Management Law (AWG). Should the AWG goals be not achieved, suggestions are offered for a prospective optimal management of the copper-containing wastes.

A substance flow analysis of the key goods containing copper undertaken enables a description the copper metabolism of Austria. The system „Copper metabolism of Austria“ considers the three economic sectors: 1. „Primary Production“ with the process contained „Copper Mining“, 2. „Production“ with the processes contained „Refining“, „Foundry & Semi-finished Product Fabrication“ and „Goods Production“, and 3. „Service“ with the processes contained „Trade“, „Private Households“, „Other Branches“ and „Waste and Wastewater Management“.

The quantification of the key flows of copper and relevant stocks is performed by applying statistical data, literature research, corporate production data, the Federal Waste Management Plan, experts' knowledge as well as own calculations and estimations.

The Copper metabolism of Austria is dominated by a significant flow of both imported and exported copper. In total, Austria imports annually 305.000 t copper. In the same time, 223.000 t are annually exported. Thus 80.000 t copper annually remain in Austria. Considering also the secondary copper generated in Austria, the national copper turnover amounts to 110.000 t annually.

The key goods within the copper metabolism of Austria are: „Copper Wire“, „Electrical Cables and Conductors“, „Pipes“, „Copper Scrap“ and „Refined Copper“.

The results allow for drawing the following conclusions:

- In Austria, no copper ore mining is performed anymore, no copper ores are practically imported. The total copper demand of Austria (340.000 t Cu/a) is covered by secondary copper. A large portion of the secondary copper is imported (305.000 t Cu), processed in Austria and exported.
- The anthropogenic copper stock is the largest raw material stock in Austria. It amounts to 1.400.000 t Cu and consists up to 80 % of the copper stock in buildings and infrastructure; the residual 20 % of the stock is presented by the durable consumer goods. In comparison, the copper stock in the sanitary landfills and the one in the natural copper deposits in Austria, amounting to 300.000 t Cu each, total to approximately four times lower a value.

-
- The anthropogenic copper stock is not in a flowing equilibrium, it grows annually by 6 - 8 %. The use of durable consumer goods results in a stock built in the anthroposphere. This way, considerable copper amounts are bound in the durable consumer goods and in the building and infrastructure stocks. A management of these stock is needed, so to enable also in long term the meeting of the resource protection goal.
 - The copper metabolism of Austria shows that the resource copper is used extremely efficiently. Of all the copper that ends in the waste management, 90 % are directed to various recycling processes, both in inland and abroad. Only barely 10 % of the copper is landfilled and is thus withdrawn from a prospective recycling.
 - Approximately 15 % of the copper ending in the waste management are waste cables. Of this, 40 % are recycled in Austria, the residual 60 % are exported and are recycled abroad. Beside the waste cables, approximately the threefold amount of copper scrape is exported. That means that in total, ca. 40 % of the current copper input into the waste management is transferred abroad and so is lost as input material for the Austrian production sector.
 - Currently, there is still no sufficient knowledge about how much copper is landfilled through the construction waste flow. Knowledge of this freight is however of crucial importance, since it would allow for evaluating the role of the Construction Waste Ordinance towards its supporting an enhanced separation of copper, or, on the contrary, towards identification of still not exploited potentials for copper recycling optimisation.

Kurzfassung

Ziel dieses Projektes „Beitrag der Abfallwirtschaft zum Kupferhaushalt Österreichs“ ist es, die massenmäßig wichtigsten kupferhaltigen Güter, die durch die Volkswirtschaft Österreichs fließen, zu identifizieren und ihre Massenflüsse und Lager in Produktion, Versorgung und Konsum zu bestimmen. Zusätzlich werden die Abfälle, die bei der Rohstoffgewinnung, der Produktion und dem Konsum anfallen, grob abgeschätzt.

Mit Hilfe einer Kupferbilanz wird der Stellenwert der Abfallwirtschaft für den Kupferhaushalt Österreichs beurteilt. Weiters wird geprüft, ob die derzeitige Bewirtschaftung kupferhaltiger Abfälle den Zielen des AWG entspricht oder nicht. Sollten die Ziele des AWG nicht erfüllt werden, werden Vorschläge für eine zukünftige, optimale Nutzung der kupferhaltigen Abfälle erarbeitet.

Um den Kupferhaushalt Österreich beschreiben zu können, wird eine Stoffflussanalyse der wichtigsten kupferhaltigen Güter vorgenommen. Das System „Kupferhaushalt Österreich“ erfolgt über die drei Wirtschaftssektoren: 1. „Urproduktion“ mit dem Prozess „Kupferbergbau“, 2. „Produktion“ mit den Prozessen „Raffination“, „Gießerei & Halbzeugfertigung“ und „Güterproduktion“ und 3. „Dienstleistung“ mit den Prozessen „Handel“, „Private Haushalte“, „Sonstige Branchen“ und „Abfall- und Abwasserwirtschaft“.

Die Quantifizierung der massenmäßig relevanten Kupferflüsse und -lager erfolgt mithilfe von statistischen Daten, Literaturangaben, Produktionsangaben von Firmen, dem Bundesabfallwirtschaftsplan, ExpertInnenwissen sowie eigenen Berechnungen und Abschätzungen.

Der Kupferhaushalt Österreichs ist geprägt von einem großen Fluss importierten aber auch exportierten Kupfers. Insgesamt werden nach Österreich jährlich 305.000 t Kupfer importiert. Im gleichen Zeitraum gelangen 223.000 t in den Export. Somit verbleiben 80.000 t Kupfer pro Jahr in Österreich. Unter Berücksichtigung des in Österreich anfallenden Sekundärkupfers werden jährlich 110.000 t an Kupfer umgesetzt.

Die für den Kupferhaushalt Österreichs wichtigsten Güter sind: „Kupferdraht“, „Elektrische Kabel und Leiter“, „Rohre“, „Kupferschrotte“ und „Raffiniertes Kupfer“.

Aus den Resultaten können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- In Österreich findet kein Kupfererzbergbau mehr statt, es werden auch praktisch keine Kupfererze importiert, der gesamte jährliche Kupferbedarf Österreichs (ca. 340.000 t Cu) wird durch Sekundärkupfer gedeckt. Ein Großteil des Kupfers wird nach Österreich importiert (ca. 305.000 t Cu), hier veredelt und auch wieder exportiert.
- Das anthropogene Kupferlager ist das größte Rohstofflager in Österreich. Es beträgt etwa 1.400.000 t Cu und setzt sich zu 80 % aus dem Gebäude- und dem Netzwerklager und zu 20 % aus dem Lager der langlebigen Gebrauchsgüter zusammen. Im Vergleich dazu ist das Kupferlager in Deponien und jenes in den natürlichen Kupferlagerstätten Österreichs mit jeweils ca. 300.000 t Cu viermal kleiner.
- Das anthropogene Kupferlager ist nicht im Fließgleichgewicht, es wächst jährlich um 6 - 8 %. Der Einsatz langlebiger Güter hat einen Lageraufbau in der Anthroposphäre zur Folge. Damit werden große Mengen des Kupfers für Jahre bis Jahrzehnte in den langle-

bigen Konsumgütern und in den Gebäude- und Netzwerklagern gebunden. Eine Bewirtschaftung dieser Lager ist notwendig, um auch langfristig das Ziel der Ressourcenschonung zu erreichen.

- Der Kupferhaushalt Österreichs zeigt, dass die Ressource Kupfer äußerst effizient genutzt wird. Von dem in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfer gelangen 90 % in diverse Recyclingprozesse im Inland als auch im Ausland. Knapp 10 % des Kupfers wird auf Deponien abgelagert und wird somit auch einem zukünftigen Recycling entzogen.
- Etwa 15 % des in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfers sind Alt-Kabel. Davon werden ca. 40 % in Österreich recycelt, die restlichen 60 % gelangen in den Export, und werden im Ausland recycelt. Neben den Alt-Kabel wird etwa die dreifache Menge Kupferschrott exportiert, d.h. insgesamt gelangen etwa 40 % des gegenwärtig in die Abfallwirtschaft fließenden Kupfers in das Ausland und gehen somit dem österreichischen Produktionssektor als Rohstoff verloren.
- Es ist gegenwärtig nur ungenügend bekannt, wie viel Kupfer über die Baurestmassen auf die Deponien gelangt. Die Kenntnis dieser Fracht ist jedoch entscheidend, da sie eine Aussage darüber zulässt, inwieweit die Baurestmassentrennverordnung zu einem verstärkten Abscheiden des Kupfers führt oder ob noch ungenutzte Potentiale für eine Optimierung des Recyclings von Kupfer vorhanden sind.

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG	IV
SUMMARY	V
KURZFASSUNG	VII
INHALTSVERZEICHNIS	I
1 EINLEITUNG	1
2 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNGEN	3
3 METHODISCHES VORGEHEN	5
3.1 Methode der Stoffflussanalyse	5
3.2 Systemdefinition	6
3.3 Systemgrenzen	7
3.3.1 Räumliche Systemgrenze	7
3.3.2 Zeitliche Systemgrenze	7
3.4 Auswahl der Prozesse und Güter	7
3.4.1 Prozess „Kupferbergbau“ (KB)	8
3.4.2 Prozess „Raffination“ (RF)	8
3.4.3 Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (HF)	9
3.4.4 Prozess „Güterproduktion“ (GP)	10
3.4.5 Prozess „Handel“ (HA)	11
3.4.6 Prozess „Private Haushalte“ (PHH)	12
3.4.7 Prozess „Sonstige Branchen“ (SB)	12
3.4.8 Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ (AW)	13
3.5 Kupferhaushalt Österreich	14
4 DATENERFASSUNG	17
4.1 Grundlagen	17
4.1.1 Allgemeines	17
4.1.2 Datenquellen	17
4.1.3 Datenlücken und Unsicherheiten	19
4.1.4 Abschätzung der Datenungenauigkeit	21
4.2 Erhebung der Kupferdaten	22
4.2.1 Kupferkonzentrationen	22
4.2.2 Prozess „Kupferbergbau“ (KB)	23
4.2.3 Prozess: „Raffination“ (RF)	24
4.2.4 Prozess: „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (HF)	29

4.2.5	Prozess: „Güterproduktion“ (GP)	35
4.2.6	Prozess: „Handel“ (HA)	40
4.2.7	Prozess: „Private Haushalte“ (PHH)	43
4.2.8	Prozess: „Sonstige Branchen“ (SB)	52
4.2.9	Prozess: „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ (AW)	65
5	RESULTATE	69
5.1	Kupferhaushalt Österreich	69
5.2	Datenlage	72
5.3	Feststellung des Ressourcenpotentials, Defizitanalyse	75
5.4	Bewertung der Flüsse innerhalb der Abfallwirtschaft	78
5.5	Bewertung der Flüsse außerhalb der Abfallwirtschaft	82
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN	85
7	ZUSAMMENFASSUNG	89
7.1	Einleitung	89
7.2	Zielsetzung und Fragestellungen	89
7.3	Methodisches Vorgehen und Datenerfassung	90
7.4	Resultate	91
7.5	Schlussfolgerungen	94
8	LITERATURVERZEICHNIS	97
9	ANHANG	103
9.1	Bezeichnungen gemäß „Kombinierte Nomenklatur“ (KN) und „Standard International Trade Classification“ (SITC)	103
9.2	Prozess: Kupferbergbau (KB)	106
9.3	Prozess: Raffination (KV)	106
9.4	Prozess: Gießerei & Halbzeugfertigung (HF)	107
9.5	Prozess: Güterproduktion (GP)	109
9.6	Prozess: Handel (HA)	121
9.7	Prozess: Private Haushalte (PHH)	123
9.8	Prozess: Sonstige Branchen (SB)	124
9.9	Prozess: Abfall- und Abwasserwirtschaft (AW)	127

1 Einleitung

Kupfer ist ein wichtiger Werk- und Wirkstoff mit hervorragenden technischen und ökonomischen Eigenschaften. Es wird heute in den unterschiedlichsten Gütern verwendet, beispielsweise in der Elektrotechnik und Elektronik oder im Apparatebau. Bei der Gewinnung von Kupfer aus Altmetallen werden deutlich weniger Energie und Stoffe verbraucht als bei der Gewinnung von primärem Kupfer. Durch ein optimales Management von Kupfer können demzufolge wesentliche Mengen an Energie und Stoffen eingespart und es können große Mengen an Emissionen und Abfällen der Primärproduktion vermieden werden.

Im Projekt ABASG III - Cu „Beitrag der Abfallwirtschaft zum Kupferhaushalt Österreichs“ werden das in Österreich gebrauchte Kupfer, sein Lager und die Abfälle untersucht. Dabei werden die massenmäßig wichtigsten kupferhaltigen Güter Österreichs identifiziert. Es werden die Flüsse durch die Volkswirtschaft von der Urproduktion bis zur Entsorgung dargestellt. Eine Auswertung der Ergebnisse erfolgt auf Basis des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG). Es wird verglichen, ob durch die derzeitige Bewirtschaftung von Kupfer die nachfolgend angeführten Ziele des AWG erfüllt werden. Ist dies nicht der Fall, werden Maßnahmen vorgeschlagen, um gegebenenfalls die Ressource Kupfer besser zu nutzen, den Verbrauch an Energie zu reduzieren und Abfälle und Emissionen insgesamt zu vermindern.

Die Ziele der Abfallwirtschaft sind im AWG 2002 folgendermaßen definiert [BGBl 102, 2002]:

- § 1. (1) Die Abfallwirtschaft ist im Sinne des Vorsorgeprinzips und der Nachhaltigkeit danach auszurichten, dass
1. schädliche oder nachteilige Einwirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze, deren Lebensgrundlagen und deren natürliche Umwelt vermieden oder sonst das allgemeine menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen so gering wie möglich gehalten werden,
 2. die Emissionen von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen so gering wie möglich gehalten werden,
 3. Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen, Deponievolumen) geschont werden,
 4. bei der stofflichen Verwertung die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe kein höheres Gefährdungspotential aufweisen als vergleichbare Primärrohstoffe oder Produkte aus Primärrohstoffen und
 5. nur solche Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung keine Gefährdung für nachfolgende Generationen darstellt.

Um abzuschätzen, ob die Ziele und Grundsätze des AWG erfüllt werden, sieht das AWG ein Kontrollinstrument vor. Dieses ist der Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP), in dem der Ist-Zustand der österreichischen Abfallwirtschaft dargestellt wird, sowie Vorgaben und Maßnahmen dokumentiert sind [BMLFUW, 2001]. Die Kenntnis über Stoffflüsse und -lager in der Volkswirtschaft hilft bei der Setzung von effektiven Maßnahmen zur Erreichung der Ziele des AWG. Der BAWP erschien erstmals 1992 und wurde bis 2001 alle drei Jahre fortgeschrieben und vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veröffentlicht. Mit Inkrafttreten des AWG 2002 ist der Bundesabfallwirtschaftsplan nun längstens alle fünf Jahre fortzuschreiben. Der BAWP umfasst eine Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft. Es werden beispielsweise die regionale Verteilung von Abfallbeseitigungsanlagen dargestellt, Vorgaben festgeschrieben und Maßnahmen geplant, um

die Ziele und Grundsätze des AWG zu verwirklichen. Bereits getroffene Maßnahmen werden dargestellt und dem Nationalrat vorgelegt.

Im Bundesabfallwirtschaftsplan werden die anfallenden Abfälle und deren Verwertung bzw. Entsorgung erhoben, ohne deren Herkunft oder Entstehung zu dokumentieren. Die Stoffflussanalyse des Projektes ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung des Kupferhaushalts in Österreich und kann den abfallwirtschaftlichen Blickwinkel des BAWP um den volkswirtschaftlichen Blickwinkel erweitern. Es wird erkenntlich, ob Maßnahmen im Bereich der Abfallwirtschaft oder der Volkswirtschaft zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Ressource Kupfer sowie den Kupferabfällen führen.

Das Projekt erfolgt in Fortsetzung der in den Jahren 2002 bis 2003 durchgeführten Studien „Güterhaushalt Österreich“ [Daxbeck et al., 2003], „Bauwerk Österreich“ [GUA & Vogel-Lahner, 2003], „Stickstoffbilanz Österreich“ [Obnosterer & Reiner, 2003] und „Aluminiumhaushalt Österreich“ [Pilz et al., 2003].

Untersuchungen über Kupfer bzw. Kupferbilanzen wurden in der Vergangenheit bereits wiederholt durchgeführt. So liegen u. a. Studien über den Kupferhaushalt der Schweiz [von Arx, 1998], die Kupferlager der Schweiz [Wittmer, 2006], den Kupferhaushalt Schwedens [Norrthon, 1996] bzw. Stockholms [Bergbäck et al., 2001], Europas [Bertram et al., 2003], [Graedel, 2002], [Graedel et al., 2002], [Spatari et al., 2002], [Bertram et al., 2002] sowie der USA [Zeltner et al., 1999] vor.

2 Zielsetzung und Fragestellungen

Ziel dieses Projektes ist es, die massenmäßig wichtigsten kupferhaltigen Güter (ohne Wasser und Luft), die durch die Volkswirtschaft Österreichs fließen, zu identifizieren und ihre Massenflüsse und Bestände in Produktion, Versorgung und Konsum zu bestimmen. Zusätzlich werden die Abfälle, die bei der Rohstoffgewinnung, der Produktion und dem Konsum anfallen, grob abgeschätzt.

Mit Hilfe der so erstellten Kupferbilanz wird der Stellenwert der Abfallwirtschaft für den Kupferhaushalt Österreichs beurteilt. Weiters wird geprüft, ob die derzeitige Bewirtschaftung kupferhaltiger Abfälle den Zielen des AWG entspricht oder nicht. Sollten die Ziele des AWG nicht erfüllt werden, werden Vorschläge für eine zukünftige, optimale Nutzung der kupferhaltigen Abfälle erarbeitet.

Folgende Fragestellungen sind zu beantworten:

1. Wie ist das System „Kupferhaushalt Österreich“ definiert, welche Bereiche, Prozesse und Güter (resp. Abfälle) müssen mitberücksichtigt werden (Systemgrenzen)?
2. Wie bestimmt man die Flüsse und Lager an kupferhaltigen Gütern (resp. Abfällen)?
3. Welche Kupferflüsse und –lager bestehen in Österreich, und welche Abfälle entstehen auf den Stufen Primär-, Sekundärproduktion, Konsum und Abfallwirtschaft?
4. Entspricht die heutige Bewirtschaftung von Kupferabfällen den Zielen des AWG? Wenn nicht, wie müssen kupferhaltige Abfälle zukünftig verwertet und entsorgt werden, damit die Ziele des AWG erfüllt werden? (Konzepte und Kapazitäten zur Sammlung, Verwertung und Entsorgung)
5. Welche Maßnahmen sind außerhalb der Abfallwirtschaft notwendig, damit die Ziele des AWG erreicht werden können?
6. Welche Forderungen ergeben sich bezüglich der Gestaltung des „Kupferhaushaltes Österreich“ für die zukünftige Abfall- und die Kupferwirtschaft?

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Methode der Stoffflussanalyse

Die Methode der Stoffflussanalyse ist ein Werkzeug zur Beschreibung und Analyse beliebig komplizierter Systeme und dient gemäß ÖNORM S 2096-1 zur Identifizierung und Quantifizierung aller relevanten Flüsse von Stoffen in einem zeitlich und räumlich exakt abgegrenzten System, sowie der Bilanzierung der Stoffe innerhalb dieses Systems [ÖN S 2096-1, 2005]. Sie erlaubt die Darstellung und Modellierung von Betrieben, privaten Haushalten, von Städten und Regionen. Der Vorteil der Stoffflussanalyse ist, dass ein komplexes System auf die für eine Fragestellung relevanten Güter und Prozesse reduziert wird. Damit werden die Grundlagen geschaffen, um beispielsweise zielgerichtete Maßnahmen abzuleiten oder um Szenarien zur Optimierung zu vergleichen.

Eine Stoffflussanalyse wird in mehreren aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten erstellt. Bei der Entwicklung der Methode Ende der 80er Jahre wurde neben einem bestimmten reglementierten methodischen Vorgehen auch eine spezielle „Sprache“ entwickelt. Das methodische Vorgehen ist in [Baccini & Brunner, 1991], [Baccini & Bader, 1996] und [Daxbeck & Brunner, 1993] beschrieben. Der Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte ist nicht linear, er erfolgt vielmehr iterativ. Die „Kunst der iterativen Entwicklung“ eines Stoffflusssystems ist von zentraler Bedeutung und lässt sich nur durch praktische Erfahrung entwickeln. Es war von Beginn an das Ziel, ein Werkzeug zu entwickeln, das möglichst universell einsetzbar ist und dessen Ergebnisse zwischen den unterschiedlichen Studien verglichen werden können. Diese gemeinsame, einheitliche Sprache erleichtert es, die Systeme sowohl horizontal als auch vertikal miteinander zu verknüpfen. Ein Beispiel für eine horizontale Verknüpfung ist die Verbindung von Stoffflüssen zwischen zwei Nachbarregionen. Bei einer vertikalen Verknüpfung werden beispielsweise die Stoffflüsse eines Unternehmens in die Gesamtflüsse der das Unternehmen umgebenden Region integriert.

Die Vorgehensweise bei der Durchführung einer Stoffflussanalyse resp. Güterflussanalyse ist im Regelblatt 514 des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes detailliert beschrieben [ÖWAV, 2003] sowie in der ÖNORM S 2096, Teil 1 [ÖN S 2096-1, 2005] und Teil 2 [ÖN S 2096-2, 2005] normativ geregelt.

Die wichtigsten und auch am häufigsten benötigten Begriffe bei der Durchführung von Stoffflussanalysen sind: System, Systemgrenze, Prozess, Gut und Stoff. Die nachfolgenden Definitionen sind der ÖNORM S 2096, Teil 1 [ÖN S 2096-1, 2005] entnommen.

System ist die Sammelbezeichnung für eine Menge von Prozessen (einschließlich Lager), die miteinander über Flüsse in Beziehung stehen, und die Abgrenzung nach außen. Im Rahmen der Stoffflussanalyse bezeichnet man die Elemente eines Systems als Prozesse (einschließlich Lager) und Flüsse (Güter-, Stoff- und Materialflüsse). Durch die Bezeichnung der Prozesse im System werden diejenigen Elemente, die nicht zum System gehören, abgegrenzt und damit ist die Systemgrenze definiert. Ein System kann z. B. ein Betrieb (Abfallbehandlungsanlage), eine Region (z. B. Kremstal), eine Nation (z. B. Österreich) oder auch ein Privathaushalt sein. In einem System ist jeder Fluss durch je einen zugehörigen Herkunfts- und Zielprozess eindeutig identifiziert.

Die **Systemgrenze** ist die zeitliche und räumliche Abgrenzung des zu untersuchenden Systems. Als zeitliche Grenze wird in der Regel ein Jahr gewählt. Die räumliche Abgrenzung

erfolgt dreidimensional z. B. über politische, hydrologische oder betriebliche Grenzen. Materialflüsse in ein System hinein werden als Importe, solche aus einem System hinaus als Exporte bezeichnet.

Ein **Prozess** beschreibt den Vorgang der Umwandlung (biologisch, chemisch, physikalisch), des Transportes oder der Lagerung von Gütern oder Stoffen. Beispiele für Prozesse sind: Vorgänge in einer Anlage (z. B. Abfallverbrennungsanlage, Papierfabrik), Dienstleistungen (z. B. Abfallsammlung), Ablagerung von Abfällen (z. B. Deponierung). Die Vorgänge innerhalb eines Prozesses werden in der Regel nicht betrachtet, der Prozess wird oft als Black Box bezeichnet.

Die einzelnen Prozesse werden über Güter- und Stoffflüsse miteinander verknüpft, wobei jeder Fluss über einen Herkunfts- und Zielprozess verfügt. Ein **Gut** ist definiert als ein Material, das aus einem oder mehreren Stoffen besteht und handelbar ist. Der Handelswert von Gütern kann je nach Betrachter sowohl positiv (z. B. Heizöl, Mineralwasser) als auch negativ (z. B. Restmüll, Abwasser) sein. In besonderen Fällen gibt es Güter, die keinen monetären Wert aufweisen, d.h. sie verhalten sich wertmäßig neutral. Beispiele dafür sind Luft, Kfz-Abgase oder Niederschlag.

Die Güter setzen sich also aus Stoffen zusammen. Ein **Stoff** wird definiert als Material, das aus identischen Einzelteilen besteht und entweder ein chemisches Element (Einzelteil Atom, z. B. Natrium, Kohlenstoff oder Kupfer) oder eine chemische Verbindung in reiner Form (Einzelteil Molekül, z. B. NH_3 , CO_2 , Kupfersulfat) ist. Keine Stoffe sind z. B. Trinkwasser, da es nicht nur aus reinem Wasser besteht, sondern auch Kalzium und viele Spurenelemente, oder PVC, da es neben polymerisiertem Vinylchlorid auch Additive enthält.

3.2 Systemdefinition

Gemäß ÖNORM S 2096-2 [ÖN S 2096-2, 2005] umfasst die Systemdefinition jener Entwurfsvorgang, in dem für die konkreten Fragestellungen die Struktur des Systems bestimmt wird. Diese besteht aus der Festlegung der räumlichen und zeitlichen Systemgrenze, der betrachteten Prozesse und Güter sowie deren Verknüpfungen.

Ein wesentlicher Einflussfaktor für die Systemdefinition ist die Datenlage. Die Verfügbarkeit und Qualität der Daten sind mitentscheidend für die Struktur und den Detaillierungsgrad des Systems. Dieser Arbeitsschritt kann iterativ sein, wenn Erkenntnisse aus der Sensitivitätsanalyse eine nachträgliche Anpassung des Systems nahe legen.

Mit Hilfe der Systemdefinition wird ein Ersatzbild der Wirklichkeit erstellt, in dem von realen, komplexen Gegebenheiten mit einer Vielzahl von Prozessen und Verknüpfungen (Güter- und Stoffflüssen) ein vereinfachtes, überschaubares und handhabbares Modell erstellt wird. Im Modell wird die Realität auf die wesentlichen Bestandteile reduziert. Das Modell muss so aufgebaut sein, dass die Aufgabenstellung gelöst werden kann. Dafür ist es nicht notwendig, alle Flüsse und Prozesse zu erfassen. Es gilt vielmehr, die zentralen Flüsse und Prozesse zu identifizieren. Besondere Bedeutung kommt in diesem Schritt folgenden Punkten zu:

- Exakte Abgrenzung des Systems und der Prozesse, wobei Prozesse innerhalb des Systems bilanziert werden müssen, solche außerhalb des Systems aber nicht.
- Eindeutige Verknüpfung der einzelnen Prozesse über die Güterflüsse und eindeutige Benennung der Güterflüsse.

3.3 Systemgrenzen

Ausgangspunkt einer jeden Stoffflussanalyse ist die Wahl der Systemgrenze. Es ist zu entscheiden, welche Prozesse innerhalb und welche sich außerhalb des zu untersuchenden Systems befinden. Die Systemgrenze wird in Abhängigkeit von den Zielen und den Aufgabenstellungen sowohl räumlich als auch zeitlich gezogen. Die zeitliche Komponente der Systemgrenze bildet die Grundlage für den Bilanzierungszeitraum. Grundsätzlich kann der Bilanzierungszeitraum individuell gewählt werden, üblicherweise beträgt er ein Jahr [ÖN S 2096-2, 2005].

3.3.1 Räumliche Systemgrenze

Das Gesamtsystem innerhalb dessen die Güter bilanziert werden, ist horizontal begrenzt durch die politische Grenze Österreichs. Die vertikale Begrenzung ist durch die Berücksichtigung der unterirdischen Abbauvorgänge, Bauwerke und den landwirtschaftlichen bzw. industriell-gewerblich genutzten Oberboden gegeben. Diese räumliche Systemgrenze kennzeichnet die Volkswirtschaft Österreichs, in der ausschließlich die anthropogenen Prozesse bilanziert werden. Im- und Exporte von Stoffen werden durch Stoffflüsse in das bzw. aus dem System dargestellt.

3.3.2 Zeitliche Systemgrenze

Die zeitliche Systemgrenze beträgt ein Jahr. Das Bezugsjahr wird je nach Stoff und Datenlage möglichst aktuell gewählt. In dieser Studie wird als Bezugsjahr, soweit möglich, das Jahr 2003 gewählt. Falls Daten keinem speziellen Jahr zuordenbar sind, da sie zum Beispiel auf Abschätzungen von Jahresmittelwerten durch ExpertInnen beruhen, werden die Daten ebenfalls auf das gewählte Jahr umgelegt.

3.4 Auswahl der Prozesse und Güter

Ein Prozess beschreibt die Umformung, den Transport oder die Lagerung von Gütern. Der Prozess selbst wird meist als Black Box behandelt, d.h. die Vorgänge innerhalb des Prozesses werden nicht untersucht. Güterflüsse in einen Prozess werden als Inputs, solche aus einem Prozess hinaus als Outputs bezeichnet. Innerhalb eines Prozesses kann sich ein Bestand von Gütern befinden, ein so genanntes Lager. Das Lager erfährt Veränderungen durch Zuwächse oder Abnahmen im Bestand. Die einzelnen Prozesse werden über Güterflüsse miteinander verknüpft, wobei jeder Fluss über einen Herkunfts- und einen Zielprozess verfügt.

Es werden alle für die Ziel- und Aufgabenstellung relevanten Prozesse (inkl. Lager) und die damit verbundenen Güterflüsse definiert. Dabei wird hauptsächlich der Weg der kupferhaltigen Güter verfolgt, auf dem eine Umwandlung der Güter erfolgen kann (z. B. Kupfererz in Kupfer). Es werden nur Güter ausgewählt, die maßgeblich feste Abfälle verursachen. Die Güter Luft und Wasser, die den größten Güterumsatz verursachen, werden nicht berücksichtigt. Ebenso bleibt der Roh-, Hilfs- und Betriebsmitteleinsatz unberücksichtigt, da dies die Bilanzierung einer Vielzahl von weiteren Prozessen zur Folge hätte.

Für das System „Kupferhaushalt Österreich“ werden **acht Prozesse** und **34 Güterflüsse** ausgewählt. Die Aufteilung ermöglicht es, die Massenflüsse und deren Lager in einzelnen Prozessen durch das System „Kupferhaushalt Österreich“ zu verfolgen und ihre Bedeutung in den einzelnen Prozessen zu beurteilen.

Jeder Prozess wird mit einem Kürzel versehen, das aus zwei Buchstaben besteht (Ausnahme „Privater Haushalt – PHH“). Die Bezeichnung der Güterflüsse wird jeweils durch das Kürzel des Zielprozesses erweitert. Ausnahme sind die Abfallflüsse, die das Kürzel des Herkunftsprozesses aufweisen. Güterflüsse über die Systemgrenzen hinweg erhalten das Kürzel IM für Import oder EX für Export. Dadurch können alle Güterflüsse eindeutig bestimmt werden.

3.4.1 Prozess „Kupferbergbau“ (KB)

Der Prozess „Kupferbergbau“ umfasst die potentiell nutzbaren geogenen Lagerstätten in Österreich, aus denen Kupfererze für die Stoff- bzw. Güterproduktion gewonnen werden können. Der Erzabbau selbst findet ebenfalls im Prozess „Kupferbergbau“ statt.

Der Prozess „Kupferbergbau“ ist Teil des primären Wirtschaftssektors (Urproduktion), der für die Gewinnung und Bereitstellung der Rohstoffe sorgt.

Tabelle 3-1: Definition des Prozesses „Kupferbergbau“

PROZESS KUPFERBERGBAU (KB)				
Output	Her- kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	KB	Kupfererze (RF)	RF	in den inländischen Lagerstätten abgebaute Kupfererze
Lager	Her- kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		Kupfererze
		LAGEROUTPUT		abgebaute Kupfererze
		LAGERVERÄNDERUNG		abgebaute Kupfererze
		LAGERBESTAND NEU		Kupfererze

3.4.2 Prozess „Raffination“ (RF)

Der Prozess „Raffination“ umfasst die Gewinnung, Aufbereitung sowie Bereitstellung des Reinkupfers in Form von Kupferkathoden. Dabei werden kupferhaltige Erze und Recyclingmaterialien (Kupferschrotte) in mehreren Verfahrensschritten zu 99,9 % Kupfer raffiniert.

Der Prozess „Raffination“ ist Teil des sekundären Wirtschaftssektors (Produktion), indem die Verarbeitung der Rohstoffe durch die Industrie- und Gewerbebetriebe stattfindet.

Tabelle 3-2: Definition des Prozesses „Raffination“

PROZESS RAFFINATION (RF)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	IM	Kupfererze (IM)	RF	importierte Kupfererze
	KB	Kupfererze (RF)	RF	in den inländischen Lagerstätten abgebaute Kupfererze
	IM	Kupferschrotte (IM1)	RF	importierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Kupferraffination
	AW	Kupferschrotte (RF)	RF	rezyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Kupferraffination
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	RF	Reinkupfer (GH)	GH	Kathodenkupfer für die inländische Halbzeugfertigung (inkl. Kupferlegierungen)
	RF	Reinkupfer (EX)	EX	exportiertes Kathodenkupfer (inkl. Kupferlegierungen)
	RF	Sandstrahlmittel (EX)	EX	Sandstrahlmittel als Produkt für den Export
	RF	Raffinationsabfälle (RF)	AW	kupferhaltige Abfälle aus der Raffination (Aschen, Schlacken, Stäube, Krätzen etc.)
	RF	Emissionen Atmosphäre (RF)	AT	punktförmige Kupferemissionen aus der Kupferraffination in die Atmosphäre
RF	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (RF)	PH	punktförmige Kupferemissionen aus der Kupferraffination in die Pedosphäre und Hydrosphäre	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		Kupfererze und Kupferschrotte
		LAGEROUTPUT		Kathodenkupfer, Sandstrahlmittel, Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		
	LAGERBESTAND NEU			

3.4.3 Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (HF)

Der Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ umfasst das Umschmelzen von Kupferrohstoffen in Gießereien, beispielsweise zu Kupferformaten sowie die Be- und Verarbeitung von Kathodenkupfer, Kupferformaten (Rundbolzen und Walzplatten) und Reinkupfer in anderen Formen zu Kupferhalbzeugen (z.B. Rohre, Drähte, Bleche oder Bänder).

Der Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ ist ebenso wie der Prozess „Raffination“ Teil des sekundären Wirtschaftssektors (Produktion), indem die Verarbeitung der Rohstoffe durch Industrie- und Gewerbebetriebe stattfindet.

Tabelle 3-3: Definition des Prozesses „Gießerei & Halbzeugfertigung“

PROZESS GIESSEREI & HALBZEUGFERTIGUNG (GH)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	IM	Reinkupfer (IM)	GH	importierte, raffinierte Kupferrohstoffe wie Kupferkathoden, Kupferformate, Kupfer in Reinform (inkl. Kupferlegierungen)
	RF	Reinkupfer (GH)	GH	raffinierte Kupferrohstoffe wie Kupferkathoden oder Kupfer in Reinform (inkl. Kupferlegierungen) aus inländischer Produktion
	IM	Kupferschrotte (IM2)	GH	importierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Gießerei & Halbzeugfertigung
	AW	Kupferschrotte (GH)	GH	rezyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Gießerei & Halbzeugfertigung
	GP	Produktionsabfälle (GP2)	GH	kupferhältige Abfälle aus der Güterproduktion, die direkt zurück in die Gießerei & Halbzeugfertigung gelangen
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	GH	Kupferhalbzeuge (GP)	GP	Kupferhalbzeuge für die inländische Güterproduktion
	GH	Kupferformate und -halbzeuge (EX)	EX	exportierte Kupferformate und Kupferhalbzeuge
	GH	Produktionsabfälle (GH)	AW	kupferhältige Abfälle aus der Gießerei & Halbzeugfertigung
	GH	Emissionen Atmosphäre (GH)	AT	punktförmige Kupferemissionen aus der Gießerei & Halbzeugfertigung in die Atmosphäre
	GH	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (GH)	PH	punktförmige Kupferemissionen aus der Gießerei & Halbzeugfertigung in die Pedosphäre und Hydrosphäre
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		Kathodenkupfer, Kupferformate, Kupferrohprodukte
		LAGEROUTPUT		Kupferformate, Kupferhalbzeuge, Produktionsabfälle, Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND NEU		

3.4.4 Prozess „Güterproduktion“ (GP)

Der Prozess „Güterproduktion“ umfasst die Be- und Verarbeitung von Kupferhalbzeugen (sowie Halbzeugen aus Kupferlegierungen) zu Kupferwaren für den Konsum (Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ sowie für den Export) durch produzierende Gewerbe- und Industriebetriebe. Importierte Kupferwaren werden ebenfalls in diesem Prozess und nicht im Prozess „Handel“ berücksichtigt, da nicht festgestellt werden kann, zu welchem Teil bestimmte Güter des Flusses „Kupferwaren (IM)“ wie Litzen, Kabel und Rohre weiterverarbeitet werden oder direkt über den Handel in den Konsum gelangen.

Der Prozess „Güterproduktion“ ist ebenso wie die Prozesse „Raffination“ und „Gießerei & Halbzeugfertigung“ Teil des sekundären Wirtschaftssektors (Produktion).

Tabelle 3-4: Definition des Prozesses „Güterproduktion“

PROZESS GÜTERPRODUKTION (GP)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	IM	Kupferwaren (IM)	GP	importierte kupferhaltige Waren
	IM	Kupferhalbzeuge (IM)	GP	importierte Kupferhalbzeuge
	GH	Kupferhalbzeuge (GP)	GP	Kupferhalbzeuge aus inländischer Produktion
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	GP	Kupferwaren (HA)	HA	Kupferwaren für den inländischen Markt
	GP	Kupferwaren (EX)	EX	exportierte kupferhaltige Waren
	GP	Produktionsabfälle (GP1)	AW	kupferhaltige Abfälle aus der Güterproduktion, die in die Abfallwirtschaft gelangen
	GP	Produktionsabfälle (GP2)	GH	kupferhaltige Abfälle aus der Güterproduktion, die direkt zurück in die Gießerei & Halbzeugfertigung gelangen
	GP	Emissionen Atmosphäre (GP)	AT	punktförmige Kupferemissionen aus der Güterproduktion in die Atmosphäre
Lager	GP	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (GP)	PH	punktförmige Kupferemissionen aus der Güterproduktion in die Pedosphäre und Hydrosphäre
	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		Kupferhalbzeuge, Kupferwaren
		LAGEROUTPUT		Kupferwaren, Produktionsabfälle, Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		
	LAGERBESTAND NEU			

3.4.5 Prozess „Handel“ (HA)

Der Prozess „Handel“ umfasst den Handel mit den im Prozess „Güterproduktion“ erzeugten Kupferwaren, welche hier auf die Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ verteilt werden. Der „Handel“ ist ein reiner Transportprozess, in dem ein Gut seinen Standort wechselt, ohne dessen physikalischen und chemischen Eigenschaften zu verändern. Der Handel umfasst sowohl den Großhandel, als auch den Einzelhandel, und die Verteilung der Güter innerhalb der Systemgrenzen.

Tabelle 3-5: Definition des Prozesses „Handel“

PROZESS HANDEL (HA)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	GP	Kupferwaren (HA)	HA	Kupferwaren für den inländischen Markt
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	HA	Kupferwaren (PHH)	PHH	an private Haushalte verkaufte kupferhaltige Waren
	HA	Kupferwaren (SB)	SB	an sonstige Branchen verkaufte kupferhaltige Waren
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		Kupferwaren
		LAGEROUTPUT		Kupferwaren
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND NEU		

Der Prozess „Handel“ ist Teil des tertiären Wirtschaftssektors, in den der gesamte Dienstleistungsbereich fällt.

3.4.6 Prozess „Private Haushalte“ (PHH)

Der Prozess „Private Haushalte“ umfasst den Konsum von kupferhaltigen Produkten in den privaten Haushalten. Der Prozess enthält den Ver- und Gebrauch von kurz- und langlebigen Gütern. Er beinhaltet weiters jenen Teil des in der Anthroposphäre gebildeten Lagers (anthropogenes Lager), der in den privaten Bereich fällt.

Der Prozess „Private Haushalte“ ist wie der Prozess „Handel“ ein Teil des tertiären Wirtschaftssektors.

Tabelle 3-6: Definition des Prozesses „Private Haushalte“

PROZESS PRIVATE HAUSHALTE (PHH)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	HA	Kupferwaren (PHH)	PHH	an private Haushalte verkaufte kupferhaltige Waren
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	PHH	Konsumabfälle (PHH)	AW	kupferhaltige Abfälle aus privaten Haushalten
	PHH	Emissionen Atmosphäre (PHH)	AT	diffuse Kupferemissionen aus privaten Haushalten in die Atmosphäre
	PHH	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (PHH)	PH	diffuse Kupferemissionen aus privaten Haushalten in die Pedosphäre und Hydrosphäre
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Gebäude, Kfz, Maschinen)
		LAGERINPUT		kupferhaltige Waren
		LAGEROUTPUT		kupferhaltige Haushaltsabfälle, diffuse Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		Aufbau des anthropogenen Kupferlagers
	LAGERBESTAND NEU		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Gebäude, Kfz, Maschinen)	

3.4.7 Prozess „Sonstige Branchen“ (SB)

Der Prozess „Sonstige Branchen“ umfasst den Konsum von kupferhaltigen Produkten in Industrie, Gewerbe und im Dienstleistungsbereich (inklusive der öffentlichen und privaten Verwaltung). Er enthält den Ver- und Gebrauch von kurz- und langlebigen Gütern. Der Prozess beinhaltet weiters den Teil des anthropogenen Lagers, der nicht in den privaten Bereich fällt.

Der Prozess „Sonstige Branchen“ ist wie die vorangegangenen Prozesse „Handel“ und „Private Haushalte“ Teil des tertiären Wirtschaftssektors.

Tabelle 3-7: Definition des Prozesses „Sonstige Branchen“

PROZESS SONSTIGE BRANCHEN (SB)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	HA	Kupferwaren (SB)	SB	an sonstige Branchen verkaufte kupferhaltige Waren
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	SB	Konsumabfälle (SB)	AW	kupferhaltige Abfälle aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistung
	SB	Emissionen Atmosphäre (SB)	AT	diffuse Kupferemissionen aus sonstigen Branchen in die Atmosphäre
	SB	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (SB)	PH	diffuse Kupferemissionen aus sonstigen Branchen in die Pedosphäre und Hydrosphäre
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Netzwerke, Gebäude, Kfz, Maschinen)
		LAGERINPUT		kupferhaltige Waren
		LAGEROUTPUT		kupferhaltige Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsabfälle, diffuse Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		Aufbau des anthropogenen Kupferlagers
		LAGERBESTAND NEU		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Netzwerke, Gebäude, Kfz, Maschinen)

3.4.8 Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ (AW)

Tabelle 3-8: Definition des Prozesses „Abfall- und Abwasserwirtschaft“

PROZESS ABFALL- UND ABWASSERWIRTSCHAFT (AW)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	RF	Raffinationsabfälle (RF)	AW	kupferhaltige Abfälle aus der Raffination (Aschen, Schlacken, Stäube, Krätzen etc.)
	GH	Produktionsabfälle (GH)	AW	kupferhaltige Abfälle aus der Gießerei & Halbzeugfertigung
	GP	Produktionsabfälle (GP1)	AW	kupferhaltige Abfälle aus der Güterproduktion, die in die Abfallwirtschaft gelangen
	PHH	Konsumabfälle (PHH)	AW	kupferhaltige Abfälle aus privaten Haushalten
	SB	Konsumabfälle (SB)	AW	kupferhaltige Abfälle aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistung
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	AW	Kupferschrotte (RF)	RF	recyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Kupferraffination
	AW	Kupferschrotte (GH)	GH	recyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Gießerei & Halbzeugfertigung
	AW	Kupferschrotte (EX)	EX	exportierte Kupferschrotte
	AW	Kupferabfälle (EX)	EX	exportierte, kupferhaltige Abfälle
	AW	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (AW)	PH	Kupferemissionen im Sickerwasser
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		deponierte, kupferhaltige Abfälle
		LAGERINPUT		Raffinations-, Produktions- und Konsumabfälle aus Kupfer
		LAGEROUTPUT		recyklierte und exportierte Kupferschrotte, exportierte kupferhaltige Abfälle
		LAGERVERÄNDERUNG		Zuwachs an deponierten, kupferhaltigen Abfällen
		LAGERBESTAND NEU		deponierte, kupferhaltige Abfälle

Der Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ umfasst die Sammlung, Behandlung und Verwertung von festen und flüssigen Abfällen, in denen Kupfer enthalten ist (inklusive der Rückgewinnung von Kupferschrotten für die Erzeugung von Sekundärrohstoffen). Der Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ beinhaltet weiters die Ablagerung von kupferhaltigen Abfällen auf geordneten Deponien.

Der Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ ist ein Teil des tertiären Wirtschaftssektors, wird jedoch wie der Prozess „Private Haushalte“ gesondert dargestellt.

3.5 Kupferhaushalt Österreich

Basierend auf der Definition der Systemgrenzen (siehe Kapitel 3.3) sowie der Prozesse und Güter (siehe Kapitel 3.4) wird in Abbildung 3-1 der Kupferhaushalt Österreichs dargestellt.

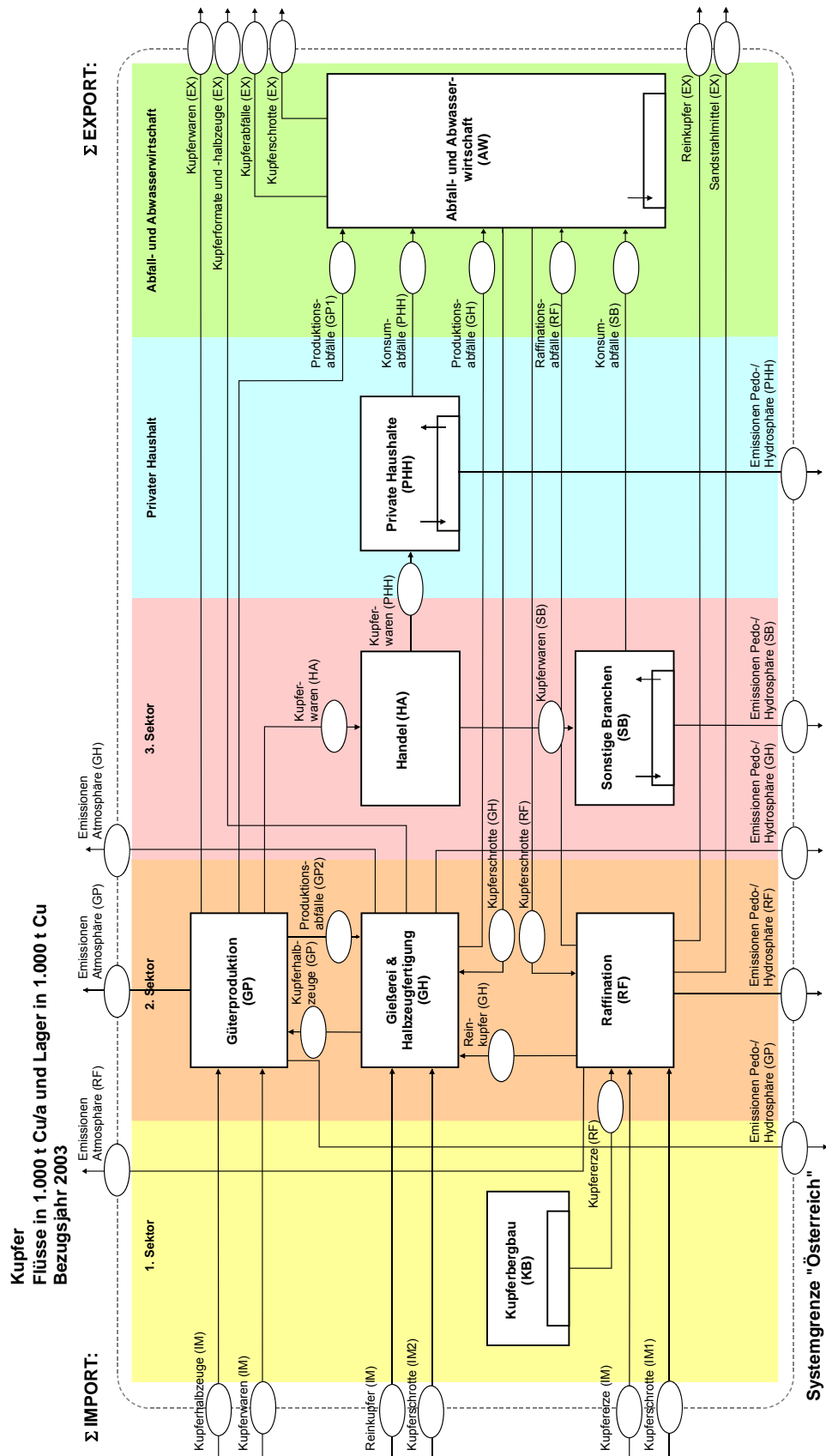


Abbildung 3-1: Systemdefinition Kupferhaushalt Österreich

4 Datenerfassung

4.1 Grundlagen

4.1.1 Allgemeines

Die Bilanzierung des Stoffes Kupfer beruht auf einer quantitativen und qualitativen Erfassung des Weges kupferhaltiger Güter innerhalb des Systems. Die Güter werden dabei von der Gewinnung, über die Verarbeitung und den Konsum bis hin zur Verwertung bzw. Entsorgung betrachtet. Quantifiziert werden jene Güterflüsse, die durch die Verknüpfung der untersuchten Prozesse entstehen. Durch die quantitative Erfassung der Güterflüsse erhält das System seine Vollständigkeit. Dadurch können auch Aussagen über die Lager in den Prozessen gemacht werden.

Für die Erstellung der Kupferbilanz werden jene Prozesse und Kupferflüsse ausgewählt, die einen großen Materialumsatz haben und somit von massenmäßig großer Bedeutung sind. Folglich wird z. B. der Einsatz von Kupferdruckplatten bei der Kupferstecherei nicht berücksichtigt. Weiters wird ausschließlich der Umsatz des ausgewählten Gutes betrachtet, das bedeutet, dass zusätzliche Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe nicht erfasst werden. Daher werden auch der Verbrauch an Wasser, Luft und weiteren Rohstoffen und Hilfsmitteln nicht berücksichtigt. Dies gilt auch für auftretende flüssige und gasförmige Emissionen. Diese werden nur insofern berücksichtigt, als deren Feststoffgehalt für die Massenerhaltung des Gutes von Bedeutung ist. So gehen beispielsweise eingesetzte Wässer zur Kühlung, Spülung oder für die Rauchgasreinigung nicht in die Bilanz ein.

International gehandelte Güter werden durch Im- und Exportflüsse in das System bzw. aus dem System dargestellt, wobei der Zielprozess im System jener Prozess ist, der die gehandelte Ware weiterverarbeitet und der Herkunftsprozess jener Prozess ist, in welchem die gehandelte Ware erzeugt wird.

4.1.2 Datenquellen

Grundsätzlich wird versucht, auf bereits vorhandene Daten zurückzugreifen. Im Zuge der Durchführung des Projektes hat sich gezeigt, dass in vielen Fällen notwendige Daten entweder nicht verfügbar oder nicht vollständig erhoben sind. In diesen Fällen wird auf persönliche Auskünfte von ExpertInnen zurückgegriffen, oder es werden eigene Abschätzungen getroffen oder Berechnungen angestellt, die auf Literaturangaben oder auf Resultate von bereits durchgeführten Studien basieren.

Die Erfassung der Kupferflüsse basiert neben persönlichen Auskünften von ExpertInnen und eigenen Berechnungen bzw. Abschätzungen im Wesentlichen auf folgenden Quellen:

- Statistisches Jahrbuch und andere Veröffentlichungen von „Statistik Austria“
- Fachverbände bzw. Bundesinnungen der Branchen (Branchenkonzepte)
- Geschäftsberichte, Abfallwirtschaftskonzepte oder Umwelterklärungen großer Betriebe (z. B. Montanwerke Brixlegg, ÖBB)
- Bundesabfallwirtschaftsplan 2001 (BAWP)
- Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes

- Literaturangaben
- Eigene Annahmen, Schätzungen, Berechnungen

Folgende amtliche Statistiken wurden verwendet:

- **Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich (nach CPA 2002 & Ö-PRODCOM)**
Die Konjunkturerhebung im produzierenden Bereich 2003 wurde zur Bestimmung der Outputflüsse aus produzierenden Branchen eingesetzt. Ergebnisse der Konjunkturerhebung sind in der „Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich“ [Statistik Austria, 2004c] nachzulesen. Die Konjunkturstatistik beruht auf zwei Wirtschaftssystematiken, der CPA 2002 und der Ö-PRODCOM, die nachfolgend erklärt werden.

Die Gütersystematik CPA 2002 (Classification of Products by Activities, [Europäische Union, 2005]) ist die europäische Version der vom UNSD (United Nations Statistics Division) erstellten CPC 1.1 (Central Product Classification). Die Produktion von Sachgütern und Dienstleistungen wird in diesem Verzeichnis in aggregierter Form wertmäßig wiedergegeben.

Die PRODCOM (Production Communautaire, [Europäische Union, 2005]) stellt ein nationales Güterverzeichnis für die Erhebung der Güterproduktion dar. Diese Liste ist die Grundlage für die EU-Produktionsstatistiken des Bergbaus, des Sachgüterbereichs, sowie der Energie- und Wasserversorgung. Sie enthält neben den „physisch produzierbaren Gütern“ - wie auch die CPA 2002 - Positionen über „industrielle Dienstleistungen“ (Reparaturen, Montagen, Veredelungen). Die Positionen stehen hinsichtlich ihrer Codierung und Bezeichnung in engem Konnex zur CPA. Die PRODCOM Codierung ist in den ersten 6 Stellen mit der CPA völlig ident und wird durch einen Punkt und zwei weiteren numerischen Stellen zum vollständigen PRODCOM-Code. Die Ö-PRODCOM, welche die österreichische Variante der PRODCOM darstellt, bedient sich ihrerseits der Wirtschaftstätigkeitssystematik ÖNACE. Die ÖNACE ist die österreichische Version der EU-weit gültigen NACE-Klassifikation (Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés européennes, [Europäische Union, 2005]), die aus der internationalen Wirtschaftstätigkeitssystematik ISIS (erstellt vom UNSD) abgeleitet wurde. In der Ö-PRODCOM Liste finden sich nur für bestimmte ÖNACE Abteilungen massenmäßig definierte Güterpositionen (14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40 und 41). Die weiteren Abteilungen werden als „industrielle Dienstleistungen“ betrachtet und nur in monetären Werten erhoben.

- **Außenhandelsstatistik und Statistisches Jahrbuch Österreichs 2005**
Die Veröffentlichungen der Statistik Austria „Der Außenhandel Österreichs 2003“ [Statistik Austria, 2004a] und [Statistik Austria, 2004b] bzw. das Kapitel Außenhandelsstatistik des „Statistischen Jahrbuch Österreichs 2005“ [Statistik Austria, 2004d] wurden zur Bestimmung der Im- und Exporte eingesetzt.

Das „Statistische Jahrbuch Österreichs 2005“ enthält im Kapitel 27 „Außenhandel“ die Außenhandelssystematik SITC (Standard International Trade Classification, [United Nations, 2005]). Die SITC-Systematik wird sowohl weltweit, als auch auf EU-Ebene für die Einteilung des Außenhandels benutzt. Sie enthält mengenmäßige, als auch monetäre Angaben über die international gehandelten Waren. Sie wurde zur Ermittlung der Im- bzw. Exportmengen benutzt. Weiters wurde zur Ermittlung des Kfz-Bestandes sowie den Zulassungszahlen fabrikneuer Kfz das Kapitel 29 - „Verkehr; Straßenverkehrssicherheit; Nachrichtenübermittlung“ - verwendet.

Gegenstand der Außenhandelsstatistik Österreichs ist der grenzüberschreitende Warenverkehr des Erhebungsgebietes mit dem Ausland. Der grenzüberschreitende Warenverkehr wird in der Außenhandelsstatistik als Spezialhandel nachgewiesen. Der Spezialhandel umfasst im Wesentlichen die Waren, die zum Gebrauch, zum Verbrauch, zur Bearbeitung oder Verarbeitung in das Erhebungsgebiet eingeführt bzw. aus der Erzeugung, der Bearbeitung oder Verarbeitung des Erhebungsgebietes stammen und ausgeführt worden sind.

Seit dem Beitritt Österreichs zur EU ist die Erfassung des Außenhandels zweigeteilt in INTRASTAT und EXTRASTAT. Erfolgt ein Außenhandel mit einem EU-Staat, wird dies über das INTRASTAT-System, beruhend auf Unternehmensauskünfte, erfasst. Der Außenhandel mit einem Nicht-EU-Staat wird über das EXTRASTAT-System erfasst. Dieses bedient sich mithilfe des Zollverfahrens einer zusätzlichen Kontrolle der im- bzw. exportierten Güter.

- **Datensammlungen aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan 2001**

Zur Bestimmung der Abfallflüsse werden die Erhebungen der Abfallmengen Österreichs durch den Bundesabfallwirtschaftsplan verwendet [Perz, 2001].

Die Daten stammen im Wesentlichen aus statistischen Erhebungen von öffentlichen Verwaltungseinrichtungen, aus Studien, von Betreibern von Abfallbehandlungs- und Verwertungsanlagen sowie aus Verwaltungsunterlagen. Laut BAWP tritt bei der Sammlung abfallwirtschaftlicher Daten das Problem auf, dass das Abfallwirtschaftsgesetz die Forderung nach detaillierter Planung stellt, ohne jedoch eine umfassende Verpflichtung zur Bereitstellung notwendiger Grundlagen und Daten geschaffen zu haben. So sind zuverlässige Daten nur für gefährliche Abfälle aufgrund der Nachweispflicht über die Entsorgung vorhanden. Die ungefährlichen Abfälle aus Haushalten sind gut erfasst, jedoch liegen über innerbetriebliche Abfallflüsse und nicht gefährliche Abfälle aus Industrie und Gewerbe nur wenige Daten vor.

4.1.3 Datenlücken und Unsicherheiten

Im Zuge der Datenerfassung hat sich herausgestellt, dass die Verwendung der in Kapitel 4.1.2 aufgezählten Statistiken als Datengrundlage in vielen Fällen nicht ausreichend ist. Die Gründe werden nachfolgend genannt.

Im Rahmen dieser Studie wird eine Ermittlung der kupferhaltigen Produktions-, Konsum- und Abfallflüsse angestrebt. Eine quantitative und qualitative Zuordnung der Abfälle zu den einzelnen Prozessen ist jedoch aufgrund der gegenwärtigen Aufzeichnungspflichten nicht möglich (z. B. kupferhaltige Güter im BAWP). Eine Zuordnung der Produktionsmengen zu den einzelnen Prozessen ist mit Hilfe der Konjunkturstatistik theoretisch möglich, jedoch aufgrund der Untererfassung schwierig.

- **Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich**

In der Konjunkturstatistik werden nur Betriebe der Industrie und des Großgewerbes (> 20 Beschäftigte) erfasst. Es erfolgt keine Erhebung von Unternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten und somit eine Vernachlässigung des Kleingewerbes. Unternehmen mit 10 - 19 Beschäftigten müssen an der Erhebung teilnehmen, wenn ohne ihre Teilnahme der Deckungsgrad von 90 % des Gesamtumsatzes der erhobenen Branche nicht erreicht werden kann. Dies hat große Auswirkungen auf das Ergebnis, da die wirtschaftliche

Struktur in Österreich von Klein- und Mittelbetrieben geprägt ist. Weiters ist festzuhalten, dass es zu einer Vernachlässigung von Wirtschaftstätigkeiten kommt, wenn diese nicht die Haupttätigkeit eines Unternehmens darstellt.

Beispiel: Die Produktion von Pflanzenschutzmittel durch die Kupferhütte „Montanwerke Brixlegg“ wird nicht erfasst, da ihre Haupttätigkeit die Kupferraffination ist, und der Branche „Metalle und Halbzeuge daraus (27)“ zugeordnet ist. Somit ist die Pflanzenschutzmittelproduktion nicht in der Branche „Chemische Erzeugnisse (24)“ ausgewiesen.

Darüber hinaus unterliegen Produktionsdaten der Geheimhaltungspflicht, wenn weniger als vier Betriebe an der Güterproduktion beteiligt sind. Folglich werden diese Daten nicht publiziert, um Rückschlüsse auf die wirtschaftliche Situation einzelner Betriebe zu verhindern. Sollte es im letzten Jahr zu einer Geheimhaltung einer Position gekommen sein und die selbe Position wird im darauf folgenden Erhebungsjahr erneut geheim gehalten, so wird aus Platzgründen auf eine Publikation dieser Position mit dem Zusatz „G“ (geheim) verzichtet. Somit fehlen einzelne Positionen in der Konjunkturstatistik gänzlich. Eine Interpretation, ob das entsprechende Gut überhaupt nicht produziert wurde oder ob es bereits in zwei aufeinander folgenden Jahren geheim gehalten wird, ist nicht möglich [Milota, 2005].

Beispiel: In Österreich sind wenige Betriebe im Bereich der Kupferhalbzeugfertigung tätig. Produkte des Prozesses „Gießerei & Halbzeugfertigung“ wie Kupferrohre scheinen aus vorhin genannten Gründen in der Konjunkturstatistik nicht auf. Dennoch existiert eine Position „raffiniertes Kupfer“ mit dem Zusatz „G“, obwohl die Montanwerke Brixlegg seit mindestens 10 Jahren die einzigen Erzeuger dieses Produktes sind und somit andauernd geheim gehalten werden müssten. Die dieser Tatsache entgegen sprechende Veröffentlichung der Position „raffiniertes Kupfer“ könnte ihre Ursache in einer letztjährigen Veränderung der entsprechenden Schlüsselnummer haben.

Zahlreiche Güterproduktionen werden nur monetär erfasst und erlauben keine Rückschlüsse auf die Produktionsmengen. Sie sind daher für diese Studie nicht verwendbar.

Eine weitere Erschwernis zur Verwendung der Konjunkturstatistik ist die Verwendung unterschiedlicher Maße (Masse, Anzahl, Fläche, Volumen) zur Quantifizierung der Produktionsmengen. Ebenso ist ein absoluter Vergleich der Zahlen problematisch, da in der Konjunkturstatistik eventuell Doppelzählungen enthalten sind, da innerhalb eines Prozesses ein Produkt eines Unternehmens der Rohstoff für ein anderes Unternehmen sein kann (interne Prozessflüsse).

Einige Güter werden im Zuge ihrer Verarbeitung in andere Güter eingearbeitet. Die genaue Verfolgung des Weges eines Gutes ist nicht möglich. Dies kann dazu führen, dass dieses Gut in einem Prozess als Input eingeht, jedoch ohne einen Lageraufbau nicht mehr aus diesem Prozess als Output hinauskommt, obwohl es in der Realität durchaus diesen Prozess wieder verlässt.

Beispiel: Drähte aus der Halbzeugfertigung werden überall dort eingebaut, wo elektrische Leitungen erforderlich sind. So zum Beispiel in Autos, in jegliche Art von Maschinen oder in Kabeln für das Elektrizitätsnetz. Der Anteil an unbearbeiteten Drähten, die in den Verkauf gehen, ist nicht abschätzbar.

Zusammenfassend lassen sich folgende Gründe für die statistische Untererfassung nennen, die für die Datenunsicherheit der Konjunkturstatistik verantwortlich sind:

- Keine Erfassung der Kleinunternehmen
 - Geheimhaltung
 - Weglassen von Positionen bei der Publikation
 - rein monetäre Erfassung
 - Vernachlässigung von Nebentätigkeiten
 - Angabe in unterschiedlichen Messgrößen
 - Unmöglichkeit der Zuordnung von Gütern, die in andere Güter eingebaut werden
- **Außenhandelsstatistik**
Da die Außenhandelsstatistik über die zwei Systeme INTRASTAT und EXTRASTAT Daten sammelt, und in der Liste nicht ersichtlich ist, ob und zu welchem Teil ein gewisser Handel aus dem Handel mit einem EU-Mitgliedstaat besteht, sind die Daten aus der Außenhandelsstatistik mit Unsicherheiten verbunden. Da INTRASTAT-Daten allein auf Auskünfte der betroffenen Unternehmen basieren, sind Irrtümer und Missverständnisse nicht ausgeschlossen. Bei der EXTRASTAT-Erfassung erfolgt eine zusätzliche Kontrolle über den Zoll. Durch die fehlende Information, ob die Daten von INTRASTAT oder EXTRASTAT herrühren, lässt sich die Genauigkeit der Daten sehr schwer abschätzen.
 - **Bundesabfallwirtschaftsplan**
Die genaue Einteilung von Abfällen zu einer Abfallschlüsselnummer ist nicht immer möglich. Unklarheiten können neben falschen Zuweisungen auch zu Doppelzählungen führen. Einige Schlüsselnummern werden über die Außenhandelsstatistik von „Statistik Austria“ ermittelt und weisen daher die oben erläuterten Ungenauigkeiten auf.
 - **Geschäftsberichte**
Die Daten betrieblicher Geschäftsberichte können Ungenauigkeiten verursachen, wenn das Geschäftsjahr des Unternehmens nicht mit dem Kalenderjahr zusammenfällt.

Als nicht bestimmt („n.b.“) werden jene Flüsse gekennzeichnet, für die weder Zahlen in statistischen Datensammlungen vorhanden sind, noch ExpertInnen der einzelnen Fachbereiche Auskünfte erteilen können oder die der Geheimhaltung unterliegen. In solchen Fällen wird auch von einer Abschätzung Abstand genommen.

4.1.4 Abschätzung der Datenungenauigkeit

Jede Angabe von quantitativer Information unterliegt einer Schwankungsbreite, die Auskunft über die Zuverlässigkeit der Zahl gibt. In der vorliegenden Studie beruhen die angegebenen Daten auf amtlichen Statistiken sowie auf Firmenstatistiken, auf Werten aus der Literatur, auf persönlichen Mitteilungen oder auf eigenen Annahmen und Berechnungen. Alle drei Arten von Quellen bergen Unsicherheiten, wobei die tatsächliche Unsicherheit unbekannt ist.

Die Ungenauigkeiten in Daten sind zurückzuführen auf:

- Statistische Untererfassung: Wie in Kapitel 4.1.3 erläutert, erheben auch amtliche statistische Daten keinen Anspruch auf Vollständigkeit
- Umrechnungen mit nicht eindeutig festlegbaren Faktoren (z.B. Stück in Tonnen)

- Persönliche Auskünfte: Die Qualität der Auskunft hängt davon ab, wie ernst die Auskunftsperson die Anfrage nimmt
- Abschätzungen implizieren von vornherein eine bestimmte Datenunsicherheit
- Irrtümer, Missverständnisse, Berechnungsfehler und ähnliches können nicht ausgeschlossen werden

Um trotzdem die Unsicherheiten quantifizieren zu können, wird eine subjektive Abschätzung der Genauigkeit vorgenommen. Es wird abgeschätzt, ob das mögliche Intervall in einem Rahmen von plus/minus 10, 30, 50, 200 oder 1.000 % liegt. Daraus wird auf einen Level von 1 bis 5 geschlossen, und aus diesem berechnet sich die angegebene Bandbreite.

Der erhobene Wert stellt einen Mittelwert dar, und aus der Zuordnung zu Levels errechnet sich die symmetrische Bandbreite. Innerhalb dieser Bandbreiten liegt mit einer großen Wahrscheinlichkeit der tatsächliche Wert. Die Zahlen werden auf zwei signifikante Stellen gerundet dargestellt, da aufgrund der Ungenauigkeit der Daten eine genauere Angabe nicht sinnvoll erscheint.

Die Abschätzung der Bandbreite der Ungenauigkeit in den einzelnen Levels wird in der Tabelle 4-1 dargestellt [Bergbäck et al., 2001].

Tabelle 4-1: Abschätzung der Bandbreite der Ungenauigkeit von Daten, nach Bergbäck [Bergbäck et al., 2001]

Level	Größe
1	$X */ 1,1$
2	$X */ 1,33$
3	$X */ 2$
4	$X */ 4$
5	$X */ 10$

- Level 1 - 2 wird meist für Daten aus amtlichen Statistiken verwendet, die eine gute Übereinstimmung mit weiteren Angaben aufweisen.
- Level 2 - 3 wird meist für Abschätzungen von ExpertInnen benutzt.
- Level 3 - 4 wird meist für eigene Abschätzungen verwendet, für die weder amtliche Statistiken noch Expertenauskünfte zur Verfügung stehen.
- Level 5 wird in dieser Studie nicht verwendet.

4.2 Erhebung der Kupferdaten

4.2.1 Kupferkonzentrationen

Sofern in der Datenquelle (Außenhandelsstatistik etc.) keine Angabe erfolgt, werden die Kupferkonzentrationen, wie folgt festgelegt:

- Kupfer, raffiniert (Kathodenkupfer, in Rohform, als Drahtbarren/Knüppel): 99,9 % Cu
- Kupfer, unraffiniert (Anodenkupfer): 99 % Cu
- Kupferschrotte, raffiniert: 99,9 % Cu
- Kupferschrotte, unraffiniert: 99 % Cu
- Halbzeuge und Produkte (Stangen, Stäbe, Profile, aus raffiniertem Kupfer): 99,9 % Cu

Kupferlegierungen und -verbindungen:

- Bronze und -schrotte: 80 % Cu (20 % Sn)
- Messing und -schrotte: 65 % Cu (35 % Zn)
- Kupfer-Nickellegierungen und deren Schrotte: 55 % Cu (45 % Ni)
- Kupfer-Nickel-Zinklegierungen („Neusilber“) und deren Schrotte: 55 % Cu (15 % Ni, 30 % Zn)
- Sonstige Legierungen und Gemische: 55 % Cu
- Kupferphosphide: 85 % Cu
- Kupfer(I)Chlorid: 64 % Cu
- Kupfer(II)Chlorid: 47 % Cu

4.2.2 Prozess „Kupferbergbau“(KB)

Table 4-2: Definition des Prozesses „Kupferbergbau“

PROZESS KUPFERBERGBAU (KB)				
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	KB	Kupfererze (RF)	RF	in den inländischen Lagerstätten abgebaute Kupfererze
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		Kupfererze
		LAGEROUTPUT		abgebaute Kupfererze
		LAGERVERÄNDERUNG		abgebaute Kupfererze
		LAGERBESTAND NEU		Kupfererze

OUTPUT

Güterfluss: Kupfererze (RF)

In Österreich wurde in der Gemeinde Mitterberg im Bezirk Liezen bis 1977 Kupferbergbau betrieben. Trotz der vorhandenen Vorkommen in den Erzlagerstätten (siehe Anhang, Tabelle 9-3) wird derzeit aus wirtschaftlichen Gründen kein Erzbergbau in Österreich betrieben [Wagner et al., 1997].

Somit ergibt sich ein Fluss von 0 t.

LAGER

Der Lagerbestand an potentiell abbaubarem Kupfer in den größten Lagerstätten Österreichs betrug 1975 330.000 t (siehe Anhang, Tabelle 9-3). Die Angaben von Mitterberg/Hochkönig beziehen sich auf das Jahr 1977. Seit 1977 ist es zu keiner Lagerveränderung gekommen [Wagner et al., 1997].

Das größte Kupferpotential befindet sich in der Grauwackenzone, im Teilabschnitt zwischen Brixlegg und Öblarn. Andere Vorkommen liegen in Phyllitgebieten und der Tauernschieferhülle [Wagner et al., 1997].

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 250.000 – 440.000 t.

BILANZ

Die Bilanzierung des Prozesses „Kupferbergbau“ ist in *Tabelle 4-3* dargestellt.

Tabelle 4-3: Bilanzierung des Prozesses „Kupferbergbau“

PROZESS KUPFERBERGBAU (KB)								
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		KB	Kupfererze (RF)	RF	0	t	1	0
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level		
		LAGERBESTAND		330.000	t	2	250.000	440.000
		LAGERINPUT		-	t	-	-	-
		LAGEROUTPUT		0	t	1	0	0
		LAGERVERÄNDERUNG		0	t	1	0	0
		LAGERBESTAND NEU		330.000	t	2	250.000	440.000

4.2.3 Prozess: „Raffination“ (RF)

Tabelle 4-4: Definition des Prozesses „Raffination“

PROZESS RAFFINATION (RF)					
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter	
		IM	Kupfererze (IM)	RF	importierte Kupfererze
		KB	Kupfererze (RF)	RF	in den inländischen Lagerstätten abgebaute Kupfererze
		IM	Kupferschrotte (IM1)	RF	importierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Kupferraffination
		AW	Kupferschrotte (RF)	RF	rezyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Kupferraffination
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter	
		RF	Reinkupfer (GH)	GH	Kathodenkupfer für die inländische Halbzeugfertigung (inkl. Kupferlegierungen)
		RF	Reinkupfer (EX)	EX	exportiertes Kathodenkupfer (inkl. Kupferlegierungen)
		RF	Sandstrahlmittel (EX)	EX	Sandstrahlmittel als Produkt für den Export
		RF	Raffinationsabfälle (RF)	AW	kupferhaltige Abfälle aus der Raffination (Aschen, Schlacken, Stäube, Krätzen etc.)
		RF	Emissionen Atmosphäre (RF)	AT	punktförmige Kupferemissionen aus der Kupferraffination in die Atmosphäre
	RF	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (RF)	PH	punktförmige Kupferemissionen aus der Kupferraffination in die Pedosphäre und Hydrosphäre	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter	
		LAGERBESTAND			
		LAGERINPUT		Kupfererze und Kupferschrotte	
		LAGEROUTPUT		Kathodenkupfer, Sandstrahlmittel, Emissionen	
		LAGERVERÄNDERUNG			
		LAGERBESTAND NEU			

Die Firma „Montanwerke Brixlegg AG“, mit Sitz in Brixlegg in Tirol, ist der einzige Kupfererzeuger in Österreich. In den Montanwerken Brixlegg werden Kupferschrotte in mehreren, hintereinander geschalteten Verfahrensschritten zu Kupferkathoden und Kupferformaten umgewandelt. Kupferformate werden in der betriebseigenen Gießerei und Stranggussanlage hergestellt. Die produzierten Formate sind Rundbolzen und Walzplatten. Die Kupferschrotte

werden ihrem Reinheitsgrad an Kupfer entsprechend, in verschiedenen Verfahrensschritten, die folgende Reihenfolge aufweisen, eingesetzt [Schindler et al., 2004]:

- Schachtofen: erzeugt Schwarzkupfer (75 % reines Cu)
- Konverter: erzeugt Rohkupfer (95 % reines Cu)
- Anodenofen: erzeugt Anodenkupfer (99 % reines Cu)
- Elektrolyse: erzeugt Kathodenkupfer (99,9 % reines Cu)
- Gießerei: die hausinterne Gießerei schmilzt einen Teil des Kathodenkupfers zu Kupferformaten (Rundbolzen und Walzplatten) um.

Im Schachtofen werden Schlacken, Krätzen, Aschen, Kupfersalze und -hydroxide, betriebsinterne Abfälle/Reststoffe sowie Schrotte mit Kupfergehalten bis zu 70 % eingesetzt. Koks und im Verbrennungsmaterial enthaltenes Eisen dienen als Energieträger und Reduktionsmittel, Quarz wird als Schlackenbildner beigelegt. Im Schachtofen entsteht Schwarzkupfer (75 % Cu), das im Konverter weiterverwendet wird, sowie Filterstaub und Schachtofenschlacke. Die Schachtofenschlacke wird als Produkt (Sandstrahlmittel) verkauft.

Der Konverter verarbeitet das Schwarzkupfer zusammen mit weiteren Legierungsmaterialien und Schrotten mit bis zu 80 % Kupfergehalt zu Rohkupfer (95 % Cu). Als Energieträger wird Erdgas verwendet. Der größte Teil der Begleitmetalle geht in Flugstaub und in hochkupferhaltige Schlacke über.

Das Rohkupfer wird zusammen mit hochreinen Schrotten (99 % Cu) wie Draht-, Blech- und Rohrschrott sowie Anodenresten, im Anoden- oder Flammofen zu Anodenkupfer (99 % Cu) umgewandelt. Die Befuerung erfolgt mit Erdgasbrennern; technisch reiner Sauerstoff dient der Prozessintensivierung. Die Schmelze wird zu Anodenplatten (99 % Cu) gegossen, die in die Elektrolyse Eingang finden.

Die elektrolytische Raffination von Kupfer erfolgt über drei Elemente: eine Anodenkupferplatte (99 % Cu), eine Kathodenedelstahlplatte sowie verdünnte Schwefelsäure als Elektrolyt. Durch diese drei Elemente entsteht eine galvanische Zelle, die Anodenkupferplatte löst sich auf und hochreines Kupfer (99,9 % Cu) setzt sich an der Kathodenedelstahlplatte ab. Die Begleitmetalle, die Verunreinigungen in den Anodenkupferplatten darstellen, finden sich im Anodenschlamm wieder. Dieser wird anschließend aufbereitet, um so Gold, Silber und Palladium/Platin-Zementat zu gewinnen. Aus dem Elektrolyt kann Nickel zur Herstellung von Nickelsulfat gewonnen werden. Ein Teil der so entstandenen, hochreinen Kathodenkupferplatten wird verkauft, der Rest findet in die hauseigene Gießerei Eingang. Übriggebliebene Anodenplattenreste werden im Anodenofen eingesetzt.

In der Gießerei schmelzen vier Schmelz-Elektroöfen und ein Asarco-Ofen (Kathodenschachtofenanlage) die Kathodenplatten zu Formaten um. Diese werden anschließend an weiterverarbeitende Betriebe verkauft. Die Gießerei der Montanwerke Brixlegg wird allerdings nicht dem Prozess „Raffination“, sondern dem Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ zugeordnet.

Der in Österreich verbleibende Teil an Kathodenkupfer und Kupferformaten wird schließlich in inländischen Gießereien, unter anderem der betriebseigenen, zu Kupferhalbzeugen umgegossen.

Das nachfolgend verwendete Datenmaterial beruht auf persönlichen Informationen des Umweltbeauftragten der Montanwerke Brixlegg und basiert auf dem Geschäftsjahr 2003/04 (01.04.2003 bis 30.03.2004) [Kössler, 2005].

INPUT

Güterfluss: Kupfererze (IM)

Die 120 t importierte Kupfererze [Statistik Austria, 2004a] werden vernachlässigt, da nach Angaben der Montanwerke Brixlegg ausschließlich Kupferschrotte zur Kupfergewinnung verwendet werden [Kössler, 2005].

Somit ergibt sich hier ein Fluss von 0 t.

Güterfluss: Kupfererze (RF)

Dieser Güterfluss beträgt 0 t (siehe auch Kapitel 4.2.2).

Güterfluss: Kupferschrotte (IM1)

Die Montanwerke Brixlegg verarbeiten insgesamt 90.000 t Kupferschrotte für die Kupferraffination, davon 20.000 t im Schachtofen und 70.000 t im Flammofen. Der Kupferfluss an importierten Kupferschrotten beträgt bei einer Importrate von 80 % und einem durchschnittlichen Kupferanteil im Schrott von 72 % 52.000 t Kupfer. [Kössler, 2005].

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 47.000 – 57.000 t.

Mit Hilfe der Daten für den Import an Kupferschrotten aus der Außenhandelsstatistik für das Jahr 2003 können 74.000 t Kupfer einzelnen Gütern zugeordnet werden [Statistik Austria, 2004a], [Statistik Austria, 2004b]. Diese teilen sich auf die Prozesse „Raffination“ (52.000 t), und „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (28.000 t) auf. Eine Auflistung der importierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik befindet sich im Anhang, Tabelle 9-4.

Güterfluss: Kupferschrotte (RF)

Die Montanwerke Brixlegg verarbeiten insgesamt 90.000 t Kupferschrotte für die Kupferraffination. Der Kupferfluss aus dem inländischen Recycling liefert die restlichen 20 % der in der Raffination verwendeten Kupferschrotte. Bei einem durchschnittlichen Kupferanteil im Schrott von 72 % beträgt der Kupferfluss 13.000 t [Kössler, 2005].

Eine Auflistung der recycelten Kupferschrotte nach ihrem Ursprung ist in Tabelle 4-5 dargestellt. Die Montanwerke Brixlegg kaufen die Kupferschrotte von heimischen Schrotthändlern und ordnen diese ihrem Ursprung zu. So setzen sich die Schrotte zu 50 % aus Baurestmassen, zu jeweils 20 % aus Elektroaltgeräten und Alt-PKW und zu 10 % aus Altmetallen zusammen [Kössler, 2005].

Tabelle 4-5: Ursprung der recycelten Kupferschrotte [Kössler, 2005]

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Baurestmassen	6.500	50
Elektroaltgeräte	2.600	20
Alt - PKW	2.600	20
Altmetallsammlung	1.300	10
Gesamt	13.000	100

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 12.000 – 14.000 t.

OUTPUT

Güterfluss: Reinkupfer (GH)

Von den produzierten 65.000 t Kupferkathoden verbleiben 30 % im Inland. Somit verlassen den Prozess 19.000 t Kupfer, welche an die hauseigene Gießerei sowie an die inländischen Halbzeugfertiger, hauptsächlich an die Fa. Austria Buntmetall AG geliefert werden [Kössler, 2005].

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 17.000 – 21.000 t.

Güterfluss: Reinkupfer (EX)

Von den produzierten Kupferkathoden werden 70 % exportiert. Somit gelangen insgesamt 46.000 t Kupfer in Form von Kupferkathoden in den Export [Kössler, 2005].

Die Außenhandelsstatistik für das Jahr 2003 ergibt für den Export an Reinkupfer ca. 82.000 t [Statistik Austria, 2004b]. Eine Auflistung der exportierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik ist im Anhang, Tabelle 9-5, angeführt.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 23.000 – 92.000 t.

Güterfluss: Sandstrahlmittel (EX)

Mengenmäßig relevante Abfälle bzw. Reststoffe der Sekundärkupfererzeugung sind Schlacken, Filterstäube und Ofenausbruch. Schachtofenschlacke mit einer Korngröße von 0,25 bis 2,8 mm wird nicht als Abfall eingestuft, sie wird als Sandstrahlmittel verkauft. Über- und Unterkorn wird innerbetrieblich (im Schachtofen) wiedereingesetzt. Konverter- und Anodenschlacke werden im Schachtofen wiedereingesetzt. Filterstäube der Schachtofenanlage und der Konverter werden extern verwertet, der Filterstaub des Anodenofens wird wieder im Schachtofen eingesetzt [Winter et al., 2005].

Im Schachtofen der Montanwerke Brixlegg fallen 16.000 t an kupferhaltiger Schlacke an, die als Sandstrahlmittel großteils im Ausland verkauft werden [Kössler, 2005]. Der Kupfergehalt der Schachtofenschlacke beträgt <1 % [Schindler et al., 2004]. Daraus resultiert ein Kupferfluss im Sandstrahlmittel von <160 t.

Güterfluss: Raffinationsabfälle (RF)

Die anfallenden Filterstäube von 2.500 t werden zur Weiterverarbeitung exportiert. Der Kupfergehalt beträgt <1,5 % [Schindler et al., 2004]. Daraus resultiert ein Kupferfluss in den Filterstäuben von <40 t.

Der Kupferfluss in Sandstrahlmittel und Filterstäuben beträgt zusammen < 200 t

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt einen Wert <220 t.

Güterfluss: Emissionen Atmosphäre (RF) und Pedo-/Hydrosphäre (RF)

Für die Raffination in den Montanwerken Brixlegg sind wesentliche Emissionsquellen der Schachtofen, der Konverter, der Anodenofen und der Asarco-Ofen. Erhöhte Rohgaskonzentrationen an organischen Schadstoffen werden vor allem durch den Schachtofen verursacht. Die Emissionsgrenzwerte für den Schachtofen Brixlegg gemäß Bescheid der Berghauptmannschaft Innsbruck liegen unter den Emissionsgrenzwerte der Nichteisenmetallverord-

nung [BGBl II 1, 1998]. Die Reingaswerte der Kupferhütte nach dem Schachtofen liegen unter den Verordnungs- und Bescheidwerten. Für den Betrieb des Konverters, Anodenofens und des Asarco-Ofens liegen dem Umweltbundesamt Bescheidaten vor. Der Bescheid für den Anodenofen entspricht den Grenzwerten der Nichteisenmetallverordnung, der Bescheid für den Asarco-Ofen entspricht mit Ausnahme des Parameters Kupfer (5 mg/Nm statt 10 mg/Nm ebenfalls den Grenzwerten der Nichteisenmetallverordnung. Der Bescheid für den Konverter regelt nur die Emission von SO₂ [Schindler et al., 2004].

Potentielle Emissionsquellen für Abwasseremissionen sind Abschlammwässer aus den Kühlwasserkreisläufen, Prozesswässer und erfasste Niederschlagswässer. Der Großteil der Abwasserinhaltsstoffe ist anorganischer Natur und liegt in ungelöster Form als Metallpartikel, Abrieb oder Staub vor. Prozessabwässer fallen bei der Aufarbeitung des Anodenschlammes, der Nickelsulfatgewinnung und der Kupferoxichloridgewinnung an und werden zur Abtrennung des enthaltenen Anteils an Schwermetallen in einer Abwasserbehandlung aufgearbeitet. Die anfallenden Rückstände werden im Schachtofen wieder eingesetzt. In Österreich sind Abwasseremissionen aus der Nichteisenmetallindustrie in der Nichteisenmetallverordnung [BGBl 889, 1995] geregelt. Weiters sind die Abwasseremissionsgrenzwerte für die Montanwerke Brixlegg per Bescheide des Amtes der Tiroler Landesregierung geregelt. Sämtliche Messwerte liegen unter den vorgeschriebenen Grenzwerten [Schindler et al., 2004].

Als Emissionen verlassen 760 kg Kupfer die Montanwerke Brixlegg [Kössler, 2005]. Diese werden ausschließlich dem Prozess „Raffination“ zugeordnet und es wird weiters angenommen, dass die Emissionen zum überwiegenden Teil mit der Abluft in die Atmosphäre abgegeben werden.

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 680 - 840 kg.

LAGER

Die Montanwerke Brixlegg befinden sich in einem Fließgleichgewicht [Kössler, 2005]. Das Lager ist nicht bekannt. Es wird angenommen, dass dieses aufgrund der kurzen Lagerzeiten nicht von Bedeutung ist.

BILANZ

Die Bilanzierung des Prozesses „Raffination“ wird in Tabelle 4-6 dargestellt.

Tabelle 4-6: Bilanzierung des Prozesses „Raffination“

PROZESS RAFFINATION (RF)								
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		IM	Kupfererze (IM)	RF	0	t	1	0
	KB	Kupfererze (RF)	RF	0	t	1	0	0
	IM	Kupferschrotte (IM1)	RF	52.000	t	1	47.000	57.000
	AW	Kupferschrotte (RF)	RF	13.000	t	1	12.000	14.000
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	RF	Reinkupfer (GH)	GH	19.000	t	1	17.000	21.000
	RF	Reinkupfer (EX)	EX	46.000	t	3	23.000	92.000
	RF	Sandstrahlmittel (EX)	EX	160	t	1		
	RF	Raffinationsabfälle (RF)	AW	40	t	1		< 200
	KV	Emissionen Atmosphäre (RF)	AT	0,76	t	1	0,69	0,84
KV	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (RF)	PH	0	t	1	0	0	
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		LAGERBESTAND		n.b.	t	-	-	-
		LAGERINPUT		65.000	t	1	59.000	71.000
		LAGEROUTPUT		65.000	t	1	40.000	113.000
		LAGERVERÄNDERUNG		0	t			
	LAGERBESTAND NEU		n.b.	t	-	-	-	

4.2.4 Prozess: „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (HF)

Die wichtigsten Betriebe sind: Montanwerke Brixlegg (Gießerei), Enzesfeld-Caro Metallwerke AG (Gießerei & Halbzeugfertigung), buntmetall amstetten GmbH (Halbzeugfertigung), Gebauer & Griller Metallwerk GesmbH (Halbzeugfertigung) und Outokumpu Copper Neumayer GmbH (Halbzeugfertigung), wobei die Enzesfeld-Caro Metallwerke AG und buntmetall amstetten GmbH gemeinsam die Austria Buntmetall AG bilden.

Tabelle 4-7: Definition des Prozesses „Gießerei & Halbzeugfertigung“

PROZESS GIESSEREI & HALBZEUGFERTIGUNG (GH)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	IM	Reinkupfer (IM)	GH	importierte, raffinierte Kupferrohstoffe wie Kupferkathoden, Kupferformate, Kupfer in Reinform (inkl. Kupferlegierungen)
	RF	Reinkupfer (GH)	GH	raffinierte Kupferrohstoffe wie Kupferkathoden oder Kupfer in Reinform (inkl. Kupferlegierungen) aus inländischer Produktion
	IM	Kupferschrotte (IM2)	GH	importierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Gießerei & Halbzeugfertigung
	AW	Kupferschrotte (GH)	GH	rezyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Gießerei & Halbzeugfertigung
	GP	Produktionsabfälle (GP2)	GH	kupferhältige Abfälle aus der Güterproduktion, die direkt zurück in die Gießerei & Halbzeugfertigung gelangen
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	GH	Kupferhalbzeuge (GP)	GP	Kupferhalbzeuge für die inländische Güterproduktion
	GH	Kupferformate und -halbzeuge (EX)	EX	exportierte Kupferformate und Kupferhalbzeuge
	GH	Produktionsabfälle (GH)	AW	kupferhältige Abfälle aus der Gießerei & Halbzeugfertigung
	GH	Emissionen Atmosphäre (GH)	AT	punktförmige Kupferemissionen aus der Gießerei & Halbzeugfertigung in die Atmosphäre
	GH	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (GH)	PH	punktförmige Kupferemissionen aus der Gießerei & Halbzeugfertigung in die Pedosphäre und Hydrosphäre
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		Kathodenkupfer, Kupferformate, Kupferrohprodukte
		LAGEROUTPUT		Kupferformate, Kupferhalbzeuge, Produktionsabfälle, Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND NEU		

INPUT

Ein Teil der Produktionsabfälle gelangt direkt von der Güterproduktion in die Gießerei & Halbzeugfertigung zur Wiederverwertung und wird anschließend wieder in die Güterproduktion zurückgeführt. Dieser Fluss wird mit 10 % der Gesamtproduktion abgeschätzt [Nagl, 2006]. Er wird in der Darstellung des Kupferhaushaltes Österreich nicht berücksichtigt.

Güterfluss: Reinkupfer (IM)

Österreichische Gießerei & Halbzeugfertigungsbetriebe importieren 30.000 t Kupfer in Reinform [Statistik Austria, 2004b].

Das importierte Reinkupfer setzt sich aus folgenden Gütern zusammen: Kupfer in Rohform, (das heißt noch unbearbeitetes Kupfer), Kupferkathoden, Kupfer in Form von Drahtbarren (Ausgangsmaterial für die Drahtherstellung), Knüppeln und sonstigen Formen sowie Kupferlegierungen. Eine Auflistung der importierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik wird im Anhang, Tabelle 9-6, angeführt.

Eine Zusammenfassung des importierten Reinkupfers wird in Tabelle 4-8 dargestellt.

Tabelle 4-8: Aufteilung des importierten Reinkupfers [Statistik Austria, 2004b]

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Raffiniertes Kupfer, Rohprodukt	28.000	93
Kupfer-Zink Legierungen, Rohprodukt	1.400	5
Rest	700	2
Gesamt	30.000	100

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 23.000 – 40.000 t.

Güterfluss: Reinkupfer (GH)

Die Montanwerke Brixlegg liefern 19.000 t Kupferkathoden in die Gießerei- & Halbzeugfertigungsbetriebe, hauptsächlich an die Austria Buntmetall AG sowie an die eigene Gießerei [Kössler, 2005].

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 17.000 – 21.000 t.

Details siehe Prozess „Raffination“ (siehe Kapitel 4.2.3).

Güterfluss: Kupferschrotte (IM2)

Die Montanwerke Brixlegg verarbeiten 35.000 t Kupferschrotte im Asarco-Ofen der Gießerei. Der Kupferfluss beträgt bei einem durchschnittlichen Kupferanteil im Schrott von 99,8 % und einer Importrate von 80 % 28.000 t Kupfer. [Kössler, 2005].

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 25.000 – 31.000 t.

Mit Hilfe der Daten für den Import an Kupferschrotten aus der Außenhandelsstatistik für das Jahr 2003 können 74.000 t Kupfer einzelnen Gütern zugeordnet werden [Statistik Austria, 2004a], [Statistik Austria, 2004b]. Diese teilen sich auf die Prozesse „Raffination“ (52.000 t), und „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (28.000 t) auf. Eine Auflistung der importierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik wird im Anhang, Tabelle 9-4, angeführt.

Güterfluss: Kupferschrotte (GH)

Qualitativ hochwertige Kupferschrotte können auch in der Gießerei & Halbzeugfertigung eingesetzt werden. Zwischen 40 und 50 % der eingesetzten Rohstoffe in der Enzesfeld Caro Metallwerke AG werden durch Schrotte abgedeckt [Enzesfeld-Caro Metallwerke, 2005]. Somit wird das inländische Recycling in Form von Kupferschrotten an deren Gießerei mit 13.000 t Kupfer abgeschätzt.

Die Montanwerke Brixlegg verarbeiten 35.000 t Kupferschrotte im Asarco-Ofen der Gießerei. Der Kupferfluss beträgt bei einem durchschnittlichen Kupferanteil im Schrott von 99,8 % und einem Anteil aus dem inländischen Recycling von 20 % 7.000 t Kupfer. [Kössler, 2005].

Somit beträgt der Fluss von Sekundärkupfer aus der inländischen Abfallwirtschaft in die Gießerei und Halbzeugfertigung 20.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 15.000 – 27.000 t.

Güterfluss: Produktionsabfälle (GP2)

Die qualitativ hochwertigen kupferhaltigen Produktionsabfälle, die über den kurzen Weg direkt vom Prozess „Güterproduktion“ in den Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ zurück-

geführt werden können, werden mit 10 % der aus dem Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ gelieferten Halbzeuge abgeschätzt [Nagl, 2006].

Der Kupferfluss beträgt 1.000 t.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 500 – 2.000 t.

OUTPUT

Halbzeuge sind Zwischenprodukte in der Güterproduktion, die zwei der drei Raumdimensionen variabel zuschneidbar und die dritte Raumdimension bereits fix festgelegt haben. Nach NACE – Nomenklatur gibt es folgende Halbzeuge [ACT, 2005]:

- Pulver
- Flitter
- Stangen, Stäbe und Profile
- Drähte
- Bleche und Bänder (Dicke < 0,15 mm)
- Folien und dünne Bänder (Dicke ohne Unterlage < 0,15 mm)
- Rohre, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke

In Tabelle 4-9 sind die Produktionsdaten von drei der vier Kupferhalbzeugfertiger angeführt. Die Enzesfeld-Caro Metallwerke betreiben neben der Halbzeugfertigung auch eine eigene Gießerei. Von der Firma Outokumpu Copper Neumayer konnten keine Daten eingeholt werden.

Tabelle 4-9: Österreichische Gießereien & Halbzeugfertiger und deren Produktion sowie Export

Firma	Jahresproduktion [t]	Exportanteil [%]	Export [t]	Inland in GP [t]	Quelle
Montanwerke Brixlegg	35.000	70	24.500	10.500 ³	[Kössler, 2005]
buntmetall amstetten ¹	40.000	86	34.400	5.600	[buntmetall amstetten, 2005]
Enzesfeld-Caro Metallwerke ²	29.000	66	19.100	9.900 ⁴	[Enzesfeld-Caro Metallwerke, 2005]
Gebauer & Grillner Metallwerke	>20.000	90	>18.000	>2.000	[Kainz, 2005]
Outokumpu Copper Neumayer	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-
Summe gerundet [in t]			96.000	13.000	
Summe gerundet [in t Cu]	94.000		84.000	10.000	

¹ Die Daten beziehen sich auf das Geschäftsjahr 2003/2004.

² Die Daten beziehen sich auf das Geschäftsjahr 2004.

³ Wert wird nicht berücksichtigt, um Doppelzählung zu vermeiden, da an Halbzeugfertigung geliefert.

⁴ Wert nur zu 50 % berücksichtigt, um Doppelzählung zu vermeiden, da zum Teil an Halbzeugfertigung geliefert.

Unter Berücksichtigung, dass die Montanwerke Brixlegg die im Inland verbleibenden Kupferformate zu 100 % an andere Halbzeugfertiger liefert und die Enzesfeld-Caro Metallwerke einen Teil ihrer 10.000 t im Inland verbleibenden Güter an buntmetall amstetten liefern, ergibt sich eine Gesamtmenge zwischen 104.000 t und 114.000 t an Kupferformaten und -halbzeugen [Kössler, 2005], [buntmetall amstetten, 2005], [Enzesfeld-Caro Metallwerke, 2005], [Kainz, 2005]. Der Mittelwert beider Werte ergibt 109.000 t Kupferhalbzeugen.

Das Verhältnis zwischen Kupfer (raffiniertem Kupfer, Kupferschrotte) sowie Kupferlegierungen konnte, mit Ausnahme der 13.000 t Kupferschrotte [Enzesfeld-Caro Metallwerke, 2005] sowie den Daten der Montanwerke Brixlegg, nicht festgestellt werden. Somit ist auch nicht genau ermittelbar, wie groß der Kupfergehalt ist, der in diesen Kupferhalbzeugen produziert resp. exportiert wird.

Um die Bilanz schließen zu können, wird der Anteil an Kupfer in diesen Halbzeugen mit 83 % angenommen. Dies ergibt einen Kupferfluss von 94.000 t (siehe Tabelle 4-9).

Güterfluss: Kupferhalbzeuge (GP)

Für die inländische Güterproduktion werden hauptsächlich Kupferrohre und -drähte hergestellt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Montanwerke Brixlegg 100 % und die Enzesfeld-Caro Metallwerke einen Teil ihrer im Inland verbleibenden Ware an andere Halbzeugfertiger liefern [Kössler, 2005], [buntmetall amstetten, 2005], [Enzesfeld-Caro Metallwerke, 2005], beträgt die Menge der in die österreichische Güterproduktion gehenden Halbzeuge zwischen 8.000 t und 18.000 t (siehe auch Tabelle 4-9).

Der Mittelwert beider Werte ergibt 13.000 t Kupferhalbzeugen. Bei einem Kupferanteil von 83 % beläuft sich der Kupferfluss auf 10.000 t (siehe Tabelle 4-9).

Eine Auflistung der im Inland verbleibenden Kupferhalbzeuge wird in Tabelle 4-10 dargestellt.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 5.000 – 20.000 t.

Tabelle 4-10: Aufteilung der Halbzeuge für die inländische Produktion

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Kupferrohre	7.500	75
Kupferdrähte	300	3
Rest (n.b.)	2.200	22
Gesamt	10.000	100

Güterfluss: Kupferformate und -halbzeuge (EX)

Die Menge der exportierten Formate und Halbzeuge beträgt 96.000 t (siehe Tabelle 4-9). Unter Berücksichtigung eines Kupferanteils von 83 % für die Halbzeuge, ergibt sich ein Kupferfluss von 84.000 t.

Laut Außenhandelsstatistik beträgt die Masse an exportierten Kupferhalbzeugen 42.000 t [Statistik Austria, 2004b]. Eine Auflistung der exportierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik wird im Anhang, Tabelle 9-7, angeführt.

Eine Auflistung der exportierten Kupferhalbzeuge wird in Tabelle 4-11 dargestellt. Die Aufteilung basiert auf der Außenhandelsstatistik sowie auf Exportdaten der Montanwerke Brixlegg für Kupferformate [Statistik Austria, 2004b], [Kössler, 2005].

Tabelle 4-11: Aufteilung der Formate und Halbzeuge für den Export

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Kupferrohre	26.000	31
Kupferformate	24.000	28
Kupferstangen	5.400	6
Kupferdrähte	5.300	6
Kupferbleche, -bänder	2.600	3
Rest (n.b.)	21.000	25
Gesamt	84.000	100

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 42.000 – 170.000 t.

Güterfluss: Produktionsabfälle (GH)

Laut Auskunft des marktführenden Halbzeugfertigers in Österreich, der Austria Buntmetall AG, fallen kaum nennenswerte Produktionsabfälle an. Der größte Teil wird in betriebsinternen Kreislaufsystemen wiederverwertet [Brandstätter, 2005]. Dieser Anteil wird jedoch im Kupferhaushalt Österreich nicht dargestellt.

Laut Kainz [Kainz, 2005] werden Produktionsabfälle aus der Gießerei & Halbzeugfertigung an Schrotthändler verkauft und zu 100 % recycelt. Die anfallende Menge an Produktionsabfällen aus der Gießerei & Halbzeugfertigung wird mit 4.000 t abgeschätzt [Nagl, 2006].

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 2.000 – 8.000 t.

Güterfluss: Emissionen Atmosphäre (GH) und Pedo-/Hydrosphäre (GH)

Die Emissionen in die Atmosphäre bzw. Pedo-/Hydrosphäre sind nicht bekannt.

LAGER

Das Lager in der Gießerei & Halbzeugfertigung ist nicht bekannt.

BILANZ

Die Bilanzierung des Prozesses „Gießerei & Halbzeugfertigung“ wird in Tabelle 4-12 dargestellt.

Tabelle 4-12: Bilanzierung des Prozesses „Gießerei & Halbzeugfertigung“

PROZESS GIESSEREI & HALBZEUGFERTIGUNG (GH)								
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		IM	Reinkupfer (IM)	GH	30.000	t	2	23.000
	RF	Reinkupfer (GH)	GH	19.000	t	1	17.000	21.000
	IM	Kupferschrotte (IM2)	GH	28.000	t	1	25.000	31.000
	AW	Kupferschrotte (GH)	GH	20.000	t	2	15.000	27.000
	RF	Produktionsabfälle (GP2)	GH	1.000	t	3	500	2.000
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	GH	Kupferhalbzeuge (GP)	GP	10.000	t	3	5.000	20.000
	GH	Kupferformate und -halbzeuge (EX)	EX	84.000	t	3	42.000	170.000
	GH	Produktionsabfälle (GH)	AW	4.000	t	3	2.000	8.000
	GH	Emissionen Atmosphäre (GH)	AT	n.b.	t	-	-	-
	GH	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (GH)	PH	n.b.	t	-	-	-
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		LAGERBESTAND		n.b.	t	-	-	-
		LAGERINPUT		98.000	t	2	81.000	120.000
		LAGEROUTPUT		98.000	t	2	49.000	200.000
		LAGERVERÄNDERUNG		0	t			
		LAGERBESTAND NEU		n.b.	t	-	-	-

4.2.5 Prozess: „Güterproduktion“ (GP)

Tabelle 4-13: Definition des Prozesses „Güterproduktion“

PROZESS GÜTERPRODUKTION (GP)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
		IM	Kupferwaren (IM)	GP
	IM	Kupferhalbzeuge (IM)	GP	importierte Kupferhalbzeuge
	GH	Kupferhalbzeuge (GP)	GP	Kupferhalbzeuge aus inländischer Produktion
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	GP	Kupferwaren (HA)	HA	Kupferwaren für den inländischen Markt
	GP	Kupferwaren (EX)	EX	exportierte kupferhaltige Waren
	GP	Produktionsabfälle (GP1)	AW	kupferhaltige Abfälle aus der Güterproduktion, die in die Abfallwirtschaft gelangen
	GP	Produktionsabfälle (GP2)	GH	kupferhaltige Abfälle aus der Güterproduktion, die direkt zurück in die Gießerei & Halbzeugfertigung gelangen
	GP	Emissionen Atmosphäre (GP)	AT	punktförmige Kupferemissionen aus der Güterproduktion in die Atmosphäre
	GP	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (GP)	PH	punktförmige Kupferemissionen aus der Güterproduktion in die Pedosphäre und Hydrosphäre
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		Kupferhalbzeuge, Kupferwaren
		LAGEROUTPUT		Kupferwaren, Produktionsabfälle, Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND NEU		

INPUT

Kupferschrotte in sehr hoher Qualität werden zum Teil direkt in der Güterproduktion eingesetzt [Nagl, 2006]. Mangels verfügbarer Daten ist es jedoch nicht möglich, diesen Massenfluss zu quantifizieren, daher wird der Fluss an Kupferschrotten, der direkt in die Güterproduktion gelangt, nicht berücksichtigt. Es wird angenommen, dass Kupferschrotte ausschließlich in den Prozessen „Raffination“ und „Gießerei & Halbzeugfertigung“ eingesetzt werden.

Güterfluss: Kupferwaren (IM)

Importierte Kupferwaren werden im Prozess „Güterproduktion“ und nicht im Prozess „Handel“ berücksichtigt, da einerseits nicht beurteilt werden kann, zu welchem Teil bestimmte Kupferwaren wie Litzen, Kabel und Rohre weiterverarbeitet werden oder direkt über den Handel in den Konsum gelangen. Andererseits werden Kupferwaren, die mit großer Wahrscheinlichkeit direkt in den Handel gelangen (z. B. Kraftfahrzeuge) zum Teil wieder exportiert. Der Anteil direkt importierter Kupferwaren liegt im Bereich von 30.000 t bis 50.000 t (siehe auch Anhang, Tabelle 9-14).

Österreich importiert 97.000 t Kupfer in Kupferwaren [Statistik Austria, 2004b], [Statistik Austria, 2004d]. Eine detaillierte Auflistung der importierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik wird im Anhang, Tabelle 9-8, angeführt.

Eine Auflistung der importierten Kupferwaren inklusive der Bandbreiten wird in der Tabelle 4-14 dargestellt.

Tabelle 4-14: Zusammenfassung des Kupferwarenimports plus Bandbreiten [Statistik Austria, 2004b], [Statistik Austria, 2004d]

Bezeichnung	Masse [t Cu/a]	Level	Min [t Cu/a]	Max [t Cu/a]
Litzen, Kabel, Seile	9.661	2	7.264	12.849
Gewebe, Gitter, Geflechte	38	3	19	76
Stifte, Nägel, Reißnägel, etc.	716	3	358	1.432
Federn	20	3	10	40
n.elekt. Koch- und Heizgeräte	2	3	1	4
Haushaltsartikel	386	3	193	772
Waren aus Kupfer, a.n.g.	3.322	3	1.661	6.644
Elektrische Leiter	55.110	2	41.436	73.296
Rotierende, elektr. Kraftmaschinen	428	3	214	856
Kraftfahrzeuge	14.005	2	10.530	18.627
Elektro- und Elektronikgeräte	8.422	2	6.332	11.201
Kfz-Teile und Zubehör	3.595	3	1.798	7.190
Straßen-, Luft- und Wasserfahrzeuge	1.037	3	519	2.074
Gesamt (Werte gerundet)	97.000	-	70.000	140.000

Eine Zusammenfassung der importierten Kupferwaren inklusive einer prozentuellen Aufteilung auf die wichtigsten Güter wird in Tabelle 4-15 dargestellt.

Tabelle 4-15: Aufteilung der importierten Kupferwaren [Statistik Austria, 2004b, ; Statistik Austria, 2004d]

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Elektrische Leiter, Kabel	55.000	57
Litzen, Kabel, Seile	10.000	10
Kraftfahrzeuge	14.000	14
Elektronische Geräte	8.000	8
Kfz – Teile & Zubehör	4.000	4
Rest	7.000	7
Gesamt	97.000	100

Datenunsicherheit: je nach betrachtetem Gut Level 2 bis 3, das ergibt eine Bandbreite von 70.000 – 140.000 t.

Güterfluss: Kupferhalbzeuge (IM)

Gemäß Außenhandelsstatistik importiert Österreich 98.000 t Kupfer in Kupferhalbzeugen [Statistik Austria, 2004b]. Eine detaillierte Auflistung der importierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik wird im Anhang, Tabelle 9-13, angeführt.

Eine Zusammenfassung der importierten Kupferhalbzeuge inklusive prozentueller Aufteilung auf die wichtigsten Güter wird in Tabelle 4-16 dargestellt.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 74.000 – 130.000 t.

Tabelle 4-16: Aufteilung der importierten Kupferhalbzeuge [Statistik Austria, 2004b]

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Draht	55.000	56
Bleche, Bänder	13.000	13
Rohre	8.000	8
Rest	22.000	22
Gesamt	98.000	100

Güterfluss: Kupferhalbzeuge (GP)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf 10.000 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 5.000 – 20.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Kupferhalbzeuge (GP)“ befindet sich im Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (Kapitel 4.2.4).

OUTPUT

Güterfluss: Kupferwaren (HA)

Dieser Güterfluss besteht aus Kupferwaren, die in den inländischen Handel fließen und von dort in die Prozesse „Private Haushalte“ beziehungsweise „Sonstigen Branchen“ gelangen. Der Fluss beläuft sich auf 108.000 t Kupfer und ergibt sich aus der Massenbilanz. Diese setzt sich wie folgt zusammen: Import + Inländische Produktion – Export – Abfälle.

Eine Auflistung der in den Handel fließenden Güter wird im Anhang, Tabelle 9-14, angeführt. Diese Tabelle zeigt, dass 93.000 t (86 %) der 108.000 t bestimmten Güterflüssen zuordenbar sind. Die restlichen 14 % (rund 15.000 t Kupfer) können nicht zugeordnet werden.

Eine Zusammenfassung der im Inland verbleibenden Kupferwaren inklusive prozentueller Aufteilung auf die wichtigsten Güter ist in Tabelle 4-17 dargestellt. Dabei wird angenommen, dass jene 15.000 t Kupfer, die nicht einzelnen Gütern zuordenbar sind, die gleiche Verteilung aufweisen, wie die 93.000 t an zuordenbaren Gütern.

Tabelle 4-17: Aufteilung der im Inland verbleibenden Kupferwaren

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Elektrische Leiter, Kabel	33.000	31
Rohre	26.000	24
Bleche, Bänder	15.000	14
Litzen, Kabel, Seile	12.000	11
Rest	22.000	20
Gesamt	108.000	100

Datenunsicherheit: Da bei den Inputflüssen in den Prozess die Unsicherheit mit dem Level 2 dominiert, wird dieser Level für den Güterfluss „Kupferwaren (HA)“ pauschal angenommen, damit ergibt sich eine Bandbreite von 81.000 – 140.000 t.

Güterfluss: Kupferwaren (EX)

In Kupferwaren aus dem Prozess „Güterproduktion“ werden 69.000 t Kupfer exportiert. Eine detaillierte Auflistung dieser Güter wird im Anhang, Tabelle 9-15, angeführt.

Eine Zusammenfassung der exportierten Kupferwaren wird in Tabelle 4-18 dargestellt. Dabei bleiben die im Güterfluss Kupferwaren (IM) verwendeten Level für die einzelnen Güter erhalten.

Tabelle 4-18: Zusammenfassung des Kupferwarenexports plus Bandbreiten [Statistik Austria, 2004b], [Statistik Austria, 2004d]

Bezeichnung	Masse [t Cu/a]	Level	Min [t Cu/a]	Max [t Cu/a]
Litzen, Kabel, Seile	363	2	273	483
Gewebe, Gitter, Geflechte	58	3	29	116
Stifte, Nägel, Reißnägel, etc.	883	3	442	1.766
Federn	15	3	8	30
n.elekt. Koch- und Heizgeräte	4	3	2	8
Haushaltsartikel	60	3	30	120
Waren aus Kupfer, a.n.g.	913	3	457	1.826
Elektrische Leiter	44.418	2	33.397	59.076
Rotierende, elektr. Kraftmaschinen	570	3	285	1.140
Kraftfahrzeuge	11.256	2	8.463	14.970
Elektro- und Elektronikgeräte	7.178	2	5.397	9.547
Kfz - Teile und Zubehör	2.761	3	1.381	5.522
Straßen-, Luft- und Wasserfahrzeuge	934	3	467	1.868
Gesamt (Werte gerundet)	69.000	-	51.000	96.000

Eine Auflistung der exportierten Kupferwaren inklusive prozentueller Aufteilung auf die wichtigsten Güter wird in Tabelle 4-19 dargestellt.

Tabelle 4-19: Aufteilung der exportierten Kupferwaren [Statistik Austria, 2004b], [Statistik Austria, 2004d]

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Elektrische Leiter, Kabel	44.000	64
Kraftfahrzeuge	11.000	16
Elektro- und Elektronikgeräte	7.000	10
Rest	7.000	10
Gesamt	69.000	100

Datenunsicherheit: je nach betrachtetem Gut Level 2 bis 3, das ergibt eine Bandbreite von 51.000 – 96.000 t.

Güterfluss: Produktionsabfälle (GP1)

Die kupferhaltigen Produktionsabfälle aus dem Prozess „Güterproduktion“ betragen gemäß Bundesabfallwirtschaftsplan 2001 27.000 t Kupfer [Perz, 2001]. Eine detaillierte Auflistung dieser Güter wird im Anhang, Tabelle 9-16, dargestellt.

Ein Teil der Produktionsabfälle gelangt direkt von der Güterproduktion in die Gießerei & Halbzeugfertigung zur Wiederverwertung und wird anschließend wieder in die Güterproduktion zurückgeführt. Dieser Fluss wird mit 10 % der Gesamtproduktion abgeschätzt [Nagl, 2006]. Er wird in der Darstellung des Kupferhaushaltes Österreich nicht berücksichtigt.

Eine Zusammenfassung der in der Güterproduktion anfallenden, kupferhaltigen Abfälle inklusive prozentueller Aufteilung auf die wichtigsten Güter wird in Tabelle 4-20 dargestellt.

Tabelle 4-20: Aufteilung der kupferhaltigen Abfälle aus der Güterproduktion [Perz, 2001]

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Kupfer aus Industrie und Gewerbe	20.000	72
Kupferchlorid	3.700	14
Kupferlegierungen	2.500	9
Rest	1.400	5
Gesamt (Werte gerundet)	27.000	100

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 20.000 – 36.000 t.

Güterfluss: Produktionsabfälle (GP2)

Die qualitativ hochwertigen kupferhaltigen Produktionsabfälle, die über den kurzen Weg direkt vom Prozess „Güterproduktion“ in den Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ zurückgeführt werden können, werden mit 10 % der aus dem Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ gelieferten Halbzeuge abgeschätzt [Nagl, 2006].

Der Kupferfluss beträgt 1.000 t.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 500 – 2.000 t.

Güterfluss: Emissionen Atmosphäre (GP) und Pedo-/Hydrosphäre (GP)

Die Emissionen in die Atmosphäre bzw. Pedo-/Hydrosphäre sind nicht bekannt.

LAGER

Der Lagerbestand ist nicht bekannt.

BILANZ

Die Bilanzierung des Prozesses „Güterproduktion“ ist in Tabelle 4-21 dargestellt.

Tabelle 4-21: Bilanzierung des Prozesses „Güterproduktion“

PROZESS GÜTERPRODUKTION (GP)								
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	IM	Kupferwaren (IM)	GP	97.000	t	2 - 3	70.000	140.000
	IM	Kupferhalbzeuge (IM)	GP	98.000	t	2	74.000	130.000
	GH	Kupferhalbzeuge (GP)	GP	10.000	t	3	5.000	20.000
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	GP	Kupferwaren (HA)	HA	108.000	t	2	81.000	140.000
	GP	Kupferwaren (EX)	EX	69.000	t	2 - 3	51.000	96.000
	GP	Produktionsabfälle (GP1)	AW	27.000	t	2	20.000	36.000
	GP	Produktionsabfälle (GP2)	GH	1.000	t	3	500	2.000
	GP	Emissionen Atmosphäre (GP)	AT	n.b.	t	-	-	-
	GP	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (GP)	PH	n.b.	t	-	-	-
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		LAGERBESTAND		n.b.	t	-	-	-
		LAGERINPUT		205.000	t	2	150.000	290.000
		LAGEROUTPUT		205.000	t	2	150.000	270.000
		LAGERVERÄNDERUNG		0	t			
		LAGERBESTAND NEU		n.b.	t	-	-	-

4.2.6 Prozess: „Handel“ (HA)

In diesem Prozess werden die Kupferwaren auf die Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ aufgeteilt. Es handelt sich um einen reinen Transportprozess.

Tabelle 4-22: Definition des Prozesses „Handel“

PROZESS HANDEL (HA)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	GP	Kupferwaren (HA)	HA	Kupferwaren für den inländischen Markt
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	HA	Kupferwaren (PHH)	PHH	an private Haushalte verkaufte kupferhältige Waren
	HA	Kupferwaren (SB)	SB	an sonstige Branchen verkaufte kupferhältige Waren
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		
		LAGERINPUT		Kupferwaren
		LAGEROUTPUT		Kupferwaren
		LAGERVERÄNDERUNG		
		LAGERBESTAND NEU		

INPUT

Güterfluss: Kupferwaren (HA)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf 108.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 81.000 – 140.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Kupferwaren (HA)“ befindet sich im Prozess „Güterproduktion“ (siehe Kapitel 4.2.5).

OUTPUT

Güterfluss: Kupferwaren (PHH) und Güterfluss: Kupferwaren (SB)

Die kupferhältigen Güter werden auf die beiden Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ aufgeteilt. Die Zuordnung dieser Güter zu den beiden Prozessen sowie deren Aufteilung auf die einzelnen Güterflüsse wird im Anhang, Tabelle 9-17, angeführt.

Eine Zusammenfassung der im Prozess „Private Haushalte“ abgesetzten Kupferwaren inklusive prozentueller Aufteilung auf die wichtigsten Güter wird in Tabelle 4-23 dargestellt.

Tabelle 4-23: Aufteilung der kupferhältigen Güter im Prozess „Private Haushalte“

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Elektrische Leiter, Kabel	16.000	29
Rohre	12.000	22
Bleche, Bänder	7.100	13
PKW	6.900	13
Litzen, Kabel, Seile	5.800	11
Elektro- und Elektronikgeräte	3.200	6
Rest	3.900	7
Gesamt (Wert gerundet)	55.000	100

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt für eine Bandbreite von 41.000 – 73.000 t.

Eine Zusammenfassung der in den sonstigen Branchen abgesetzten Kupferwaren inklusive prozentueller Aufteilung auf die wichtigsten Güter wird in Tabelle 4-24 dargestellt.

Tabelle 4-24: Aufteilung der kupferhaltigen Güter im Prozess „Sonstige Branchen“

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Elektrische Leiter, Kabel	17.000	32
Rohre	13.000	25
Bleche, Bänder	7.400	14
Litzen, Kabel, Seile	6.000	11
Elektro- und Elektronikgeräte	3.200	6
Rest	6.200	12
Gesamt (Wert gerundet)	53.000	100

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 40.000 – 70.000 t.

LAGER

Da es sich beim Prozess „Handel“ um einen reinen Transportprozess handelt, gibt es kein Lager.

BILANZ

Die Bilanzierung des Prozesses „Handel“ wird in Tabelle 4-25 dargestellt.

Tabelle 4-25: Bilanzierung des Prozesses „Handel“

PROZESS HANDEL (HA)								
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		GP	Kupferwaren (HA)	HA	108.000	t	2	81.000
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	HA	Kupferwaren (PHH)	PHH	55.000	t	2	41.000	73.000
	HA	Kupferwaren (SB)	SB	53.000	t	2	40.000	70.000
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		LAGERBESTAND		-	t	1	-	-
		LAGERINPUT		108.000	t	2	81.000	140.000
		LAGEROUTPUT		108.000	t	2	81.000	140.000
		LAGERVERÄNDERUNG		0	t			
	LAGERBESTAND NEU		-	t	-	-	-	

4.2.7 Prozess: „Private Haushalte“ (PHH)

Tabelle 4-26: Definition des Prozesses „Private Haushalte“

PROZESS PRIVATE HAUSHALTE (PHH)				
Input	Her- kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	HA	Kupferwaren (PHH)	PHH	an private Haushalte verkaufte kupferhaltige Waren
Output	Her- kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	PHH	Konsumabfälle (PHH)	AW	kupferhaltige Abfälle aus privaten Haushalten
	PHH	Emissionen Atmosphäre (PHH)	AT	diffuse Kupferemissionen aus privaten Haushalten in die Atmosphäre
	PHH	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (PHH)	PH	diffuse Kupferemissionen aus privaten Haushalten in die Pedosphäre und Hydrosphäre
Lager	Her- kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Gebäude, Kfz, Maschinen)
		LAGERINPUT		kupferhaltige Waren
		LAGEROUTPUT		kupferhaltige Haushaltsabfälle, diffuse Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		Aufbau des anthropogenen Kupferlagers
		LAGERBESTAND NEU		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Gebäude, Kfz, Maschinen)

INPUT

Güterfluss: Kupferwaren (PHH)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf 55.000 t. Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Kupferwaren (PHH)“ befindet sich im Prozess „Handel“ (siehe Kapitel 4.2.6).

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 41.000 – 73.000 t.

OUTPUT

Güterfluss: Konsumabfälle (PHH)

Der Kupferfluss aus privaten Haushalten setzt sich wie folgt zusammen:

Alt - PKW

Der Outputfluss an Alt-PKW aus dem Lager ergibt sich aus der Summe (resp. Differenz) von Input und Lagerveränderung.

Die Lagerveränderung wird mithilfe der Bestandszahl- und Neuzulassungsstatistik berechnet und mit dem Kupferanteil multipliziert. In Tabelle 4-27 sind die aus dem Bestand ausgeschiedenen PKW mit 233.000 Stück angegeben [Statistik Austria, 2004d]. Die WKÖ gibt die Anzahl der Alt-PKW vergleichsweise mit 227.000 Stück an [WKÖ, 2004].

Tabelle 4-27: Berechnung der Anzahl von Alt-PKW

PKW Bestand Ende 2002	3.987.000
PKW Neuzulassungen 2003	300.000
PKW Bestand Ende 2003	4.054.000
Alt - PKW	233.000

Mit einem Kupferanteil von 25 kg Cu/PKW [Deutsches Kupferinstitut, 2005] ergibt sich ein Wert von 5.800 t Kupfer in 233.000 Alt-PKW (siehe auch Anhang, Kapitel 9.5).

Es wird angenommen, dass von den 233.000 Alt-PKW 80 % den Privaten Haushalten zuzurechnen sind. Somit ergeben sich 4.700 t Kupfer in Alt-PKW aus dem Prozess „Private Haushalte“. Die verbleibenden 1.200 t Kupfer werden dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugeordnet.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 2.300 – 9.300 t.

Alt – Kabel

Die Salzburger Metall- und Kabelverwertungs GesmbH (SMK) schätzt, dass 20.000 t/a an Alt-Kabel aus Kupfer anfallen [Nagl, 2006]. Mit dem zugehörigen Kupfergehalt von 50.000 mg/kg [Skutan & Brunner, 2005] ergibt das 10.000 t Kupfer in Alt-Kabeln.

Diese 10.000 t Kupfer werden, entsprechend der Gebäudemasseverteilung (siehe Prozess „Handel“, Kapitel 4.2.6) mit 49 % dem Prozess „Private Haushalte“ zugeordnet. Somit ergeben sich 4.900 t Kupfer aus dem Prozess „Private Haushalte“. Die verbleibenden 4.100 t Kupfer werden dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugeordnet.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 3.700 – 6.500 t.

Elektroaltgeräte (WEEE)

Das Aufkommen an WEEE im Jahr 2005 beträgt 120.000 t. Die durchschnittliche, jährliche Wachstumsrate wird zwischen 3 und 5 Prozent angegeben [Bauer, 2005].

Mit dem Mittelwert der Wachstumsrate von 4 % ergibt sich, bezogen auf das Jahr 2003, eine Fracht von 111.000 t WEEE. Da eine genaue, gerätebezogene Zusammensetzung dieses Abfallflusses unbekannt ist, wird für die 111.000 t ein Kupfergehalt von 5 % [Hausmann, 2005] angenommen (siehe auch Anhang, Kapitel 9.5). Das ergibt einen Kupferfluss in WEEE von 5.600 t. Die Elektroaltgeräte werden, geschätzt nach der großen Anzahl von Haushaltsgeräten in Privaten Haushalten und einer großen Anzahl an Büromaschinen in Sonstigen Branchen, beiden Prozessen je zur Hälfte zugewiesen.

Somit ergeben sich für WEEE 2.800 t Kupfer aus dem Prozess „Private Haushalte“. Die verbleibenden 2.800 t Kupfer werden dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugeordnet.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 1.400 – 5.600 t.

Altmittel

Der Sammel- bzw. Erfassungsleistung an Altmitteln beträgt im Jahr 2003 42.000 t [ARA, 2003]. Die ARGEV Verpackungsverwertungs-Ges.m.b.H. organisiert bundesweit die Bereitstellung und Abfuhr, unter anderem der Metall-Verpackungen. Diese Verpackungen enthalten normalerweise kein Kupfer. Die regional unterschiedlich durchgeführte Mitsammlung von Nicht-Verpackung wird lediglich mengenmäßig erfasst, nicht jedoch qualitativ. Dadurch können keine Aussagen über die Zusammensetzung dieser Fraktion gemacht werden [Drimmel, 2005].

Baurestmassen

Der Anfall an Baurestmassen beträgt 5 Mio. t [Perz, 2001]. Diese Menge umfasst die Abfallschlüsselnummern 31409 (Bauschutt), 31410 (Straßenaufbruch), 31412 (Asbestzement) und

31427 (Betonabbruch).

Gemäß Baurestmassentrennverordnung müssen Baurestmassen entweder in situ am Anfallort oder in dafür vorgesehenen Baurestmassensortieranlagen stofflich sortiert werden, wenn der Anteil einer Stoffgruppe der Baurestmassen einen gewissen Grenzwert überschreitet [BGBl 259, 1991b].

Kupferdächer, -fassaden, -rohre und -kabel werden, abgesehen von den gesetzlichen Bestimmungen, oft vor dem Abriss eines Gebäudes beziehungsweise während der Abbrucharbeiten direkt von der Baustelle entfernt. Der Anteil der vor dem Abbruch aus den Bauwerken entfernten kupferhaltigen Güter wird mit 2.000 t abgeschätzt [Nagl, 2006].

Die Baurestmassen, die an Baurestmassensortieranlagen geliefert werden, sind deshalb zumeist vorsortiert und enthalten nur mehr einen Teil des tatsächlichen Kupferabfalls in Baurestmassen. Da der Anteil vorsortierter bzw. unsortierter Baurestmassen nicht bekannt ist, wird für die Berechnung angenommen, dass es sich um unsortierte Baurestmassen handelt. [Brunner & Stämpfli, 1993] geben für unsortierte Baurestmassen eine Kupferkonzentration von 670 mg/kg an. Somit ergibt sich ein Kupferfluss in unsortierten Baurestmassen von 3.400 t.

Diese insgesamt 5.400 t werden aufgrund der Gebäudemassenverteilung zu 49 % dem Prozess „Private Haushalte“ und zu 51 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugeteilt.

Somit ergeben sich 2.600 t Kupfer aus dem Prozess „Private Haushalte“.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 650 – 10.000 t.

Gemäß GUA [GUA & Vogel-Lahner, 2003] wird ein beträchtlicher Anteil der anfallenden Baurestmassen (etwa zwei Drittel) nicht der Abfallwirtschaft zugeführt, sondern anderweitig entsorgt, beispielsweise zur Verfüllung auf Baustellen. Der daraus resultierende Kupferfluss wird mangels verfügbarer Daten, massenmäßig und qualitativ nicht abgeschätzt.

Restmüll

Der jährliche Anfall an Restmüll beträgt 1,3 Mio. t [Perz, 2001]. Für Restmüll wird ein Kupfergehalt von 800 mg Cu/kg FS angegeben [Oberosterer et al., 2003]. Das ergibt einen Kupferfluss von 1.100 t im Restmüll. Es wird die Annahme getroffen, den Restmüll zu 70 % dem Prozess „Private Haushalte“ zuzurechnen.

Somit ergeben sich 770 t Kupfer aus dem Prozess „Private Haushalte“. Die verbleibenden 330 t Kupfer werden dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugeordnet.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 550 – 980 t.

Sperrmüll

Der jährliche Anfall an Sperrmüll beträgt 219.000 t [Perz, 2001]. Hausmann schätzt für den Sperrmüll eine Kupferkonzentration von 2.000 mg/kg [Hausmann, 2005].

Das ergibt einen Kupferfluss von 440 t im Sperrmüll.

Es wird die Annahme getroffen, den Sperrmüll zu 40 % dem Prozess „Private Haushalte“ zuzurechnen. Weiters wird angenommen, dass Büros ihre Einrichtung früher als private

Wohnungen tauschen. Somit ergeben sich von 180 t Kupfer aus dem Prozess „Private Haushalte“. Die verbleibenden 260 t Kupfer werden dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugeordnet.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 130 – 230 t.

Zusammenfassung

Tabelle 4-28: Zusammenfassung der Kupferflüsse im Güterfluss „Konsumabfälle (PHH)“

Private Haushalte	Menge [Stk.] bzw. [t]	Cu - Konzentration [kg/Stk.] bzw. [mg/kg]	Cu [t]	Anteil von PHH [%]	Cu - Abfall aus PHH [t]	Level	MinCuAbfall aus PHH [t]	MaxCuAbfall aus PHH [t]
80 % der Alt-PKW	233.000	25	5.800	80	4.700	3	2.300	9.300
49 % der Altkabel	20.000	500.000	10.000	49	4.900	2	3.700	6.500
50 % der WEEE	111.000	50.000	5.600	50	2.800	3	1.400	5.600
49 % der Baurestmassen	5.000.000	670	5.400 ¹	49	2.600	4	650	10.000
70 % des Restmülls	1.315.000	800	1.100	70	770	2	550	980
40 % des Sperrmülls	219.000	2.000	440	40	180	2	130	230
SUMME (Werte gerundet)					16.000	-	8.700	33.000

¹ inkl. 1.000 t bereits aus dem Bauwerk ausgebauter kupferhaltige Güter, die recycelt werden.

Somit ergibt sich für den Kupferfluss im Abfall aus Privaten Haushalten ein Betrag von 15.000 t. Eine Auflistung der in den privaten Haushalten anfallenden, kupferhaltigen Abfälle inklusive prozentueller Aufteilung auf die einzelnen Güter wird in Tabelle 4-28 dargestellt.

Tabelle 4-29: Kupferhaltige Abfälle aus dem Prozess „Private Haushalte“

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Altkabel	4.900	31
Alt-PKW	4.700	29
Elektroaltgeräte	2.800	18
Baurestmassen ¹	2.600	16
Rest	3.000	6
Summe (Werte gerundet)	16.000	100

¹ inkl. 2.000 t bereits aus dem Bauwerk ausgebauter kupferhaltige Güter, die recycelt werden.

Datenunsicherheit: Level 2 bis 4, das ergibt eine Bandbreite von 8.700 – 33.000 t.

Güterfluss: Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (PHH)

Untersuchungen in Deutschland haben gezeigt, dass vor allem die diffusen Emissionen in den letzten Jahrzehnten kaum abgenommen haben. Im Gegensatz zu den diffusen Emissionen verursachen die aus und der Produktion stammenden punktförmigen Emissionen aufgrund der bereits realisierten Reduktionsmaßnahmen eine vergleichsweise geringe Umweltbelastung. Da die diffusen Emissionen keine abnehmende Tendenz aufweisen, besteht grundsätzlich ein Handlungsbedarf zur Verringerung der Umweltbelastung durch diffuse Einträge [Hillenbrand et al., 2005].

Kupfer gelangt über folgende diffuse Emissionswege in die Umwelt:

- Abwaschung von/aus Gebäuden
- Straßenverkehr
- Eisenbahn – Korrosion der Oberleitungen
- Landwirtschaftliche Nutzung

Für den Prozess „Private Haushalte“ sind Abwaschungen von/aus Gebäuden und der Straßenverkehr relevant. Die beiden anderen Emissionen (Korrosion der Oberleitung der Bahn und die landwirtschaftliche Nutzung) werden zur Gänze dem Prozess „Sonstigen Branchen“ zugewiesen. Es wird angenommen, dass der Güterfluss „Diffuse Emissionen (PE)“ sowohl in die Atmosphäre, in die Hydrosphäre als auch in den Boden auftreten, jedoch früher oder später alle Emissionen in der Hydrosphäre landen. Daher wird als Zielprozess für die Kupferemissionen die Hydrosphäre gewählt.

Andere Kupferemissionen wie beispielsweise durch Holzschutz- und Waschmittel werden in Anlehnung an Hillenbrand [Hillenbrand et al., 2005] als gering eingestuft und nicht berücksichtigt.

Abwaschung von/aus Gebäuden

Kupferemissionen von Gebäuden stammen von Dach-/Fassadenflächen und der Innenkorrosion von Wasserrohren, sowie von menschlichen Ausscheidungen und hygienischen Aktivitäten. Die Emissionen gelangen einerseits in die Atmosphäre, andererseits in die Hydrosphäre.

Auf die Bedeutung von kupferhaltigen Dachdeckungen als eine Quelle für flächenhafte diffuse Emissionen wurde auch in Schweden hingewiesen. Die Korrosionsfrachten von Kupferdächern in Stockholm haben beispielsweise zu einer wesentlichen Kupferanreicherung in den Meeressedimenten geführt. Als Konsequenz daraus ergriff die Stadtverwaltung von Stockholm Maßnahmen, um den Einsatz von Kupferblechen als Baumaterial für Fassaden und Dachdeckung bei Neu- und Umbauarbeiten zu minimieren [Mohlander, 2003].

Im Projekt ÖKOPOLIS wurde die Emission von Kupfer von Gebäuden untersucht [Obernosterer et al., 2003]. Die diffuse Emission der bilanzierten Wohnsiedlung betrug 8,9 g/E.a, jene aus der Nahrungszubereitung, Ausscheidung, Waschen, Putzen und Körperpflege ca. 2,0 g/E.a. Diese Werte werden mit der Einwohnerzahl Österreichs von 8.175.000 [Statistik Austria, 2006b] hochgerechnet und ergeben 89 t (siehe Tabelle 4-30).

Tabelle 4-30: Berechnung der Kupferemissionen aus dem Bereich „Gebäude“

Emissionsquelle	Kupferfluss [g/E.a]	Einwohner [E]	Kupferfluss [t Cu.a]
Bauwerk	8,9	8.175.000	73
Ernährung & Reinigung	2,0	8.175.000	16
Gesamtsumme			89

Trinkwasserleitungen verursachen in Deutschland jährlich Emissionen von 330 t [Hillenbrand et al., 2005]. Auf Österreich (mit einem Zehntel der Einwohner) umgelegt, werden die Emissionen mit 33 t abgeschätzt.

Die insgesamt ergebenden 120 t Kupfer werden jeweils zur Hälfte den Prozessen „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ zugewiesen. Somit ergeben sich 60 t Kupfer aus dem Prozess „Private Haushalte“.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 15 – 240 t.

Straßenverkehr

Ein PKW emittiert 2,14 mg Kupfer und ein LKW 4,14 mg Kupfer je gefahrenem Kilometer. Der größte Anteil dieser Emissionen stammt vom Abrieb der Bremsbeläge. Somit gelangt diese Emission in die Pedosphäre [Obernosterer et al., 2003].

Jeder ÖsterreicherIn legt im Durchschnitt jährlich 8.200 km im PKW zurück [Lebensministerium, 2003]. Dieser Wert wird mit der Einwohnerzahl Österreichs von 8.175.000 [Statistik Austria, 2006b] hochgerechnet und beträgt 67 Milliarden PKW-Kilometer im Jahr. Der Güterverkehr pro LKW beträgt jährlich 18 Milliarden Kilometer [Statistik Austria, 2006a]. Die daraus resultierenden Kupferflüsse werden in Tabelle 4-31 dargestellt.

Tabelle 4-31: Berechnung der Kupferemissionen aus dem Bereich „Verkehr“

Emissionsquelle	Kupferfluss [mg Cu/km]	Leistung [km]	Kupferfluss [t Cu.a]
PKW	2,14	8.200 * 8.175.000	143
LKW	4,14	18.000 * 10 ⁶	80
Gesamtsumme (Wert gerundet)			220

Die sich im PKW befindenden 143 t Kupfer werden zu 80 % dem Prozessen „Private Haushalte“ und zu 20 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugewiesen. Somit ergeben sich 114 t Kupfer aus dem Prozess „Private Haushalte“.

Die sich in den LKW befindlichen 80 t Kupfer werden zu 100 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugewiesen.

Zusammenfassung

Es ergibt sich für die Kupferemissionen aus Privaten Haushalten ein Fracht von 170 t (siehe Tabelle 4-32).

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 40 – 680 t.

Tabelle 4-32: Diffuse Kupferemissionen aus dem Prozess „Private Haushalte“

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Gebäude (Dächer, Fassaden, Trinkwasserleitungen)	60	34
KfZ (PKW)	114	66
Summe (Werte gerundet)	170	100

LAGER GEBRAUCHSGÜTER

PKW

Die Statistik Austria gibt für das Bezugsjahr 2003 einen PKW-Bestand von 4.054.000 Stück an [Statistik Austria, 2004d] (siehe auch Tabelle 4-29). Mit einer Kupferkonzentration von 25 kg Cu/PKW sich ein Lager von 101.000 t Kupfer [Deutsches Kupferinstitut, 2005] (siehe auch Anhang, Kapitel 9.5).

Dieses Lager wird, wie auch die Alt-PKW, zu 80 % dem Prozess „Private Haushalte“ zugerechnet. Somit ergibt sich ein Lager von 81.000 t Kupfer im Prozess „Private Haushalte“. Die

verbleibenden 20.000 t Kupfer werden dem Lager des Prozesses „Sonstige Branchen“ zugeordnet.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 61.000 – 110.000 t.

Elektro- und Elektronikgeräte (EEG)

In den Privaten Haushalten wird eine Masse von 1.241.676 t EEG angegeben [Hausmann, 2005]. Das sich darin befindliche Kupfer wird auf Basis der Daten von Hausmann [Hausmann, 2005] bzw. Truttmann [Truttmann et al., 2005] ermittelt und in Tabelle 4-33 angeführt. Die dieser Tabelle zugrunde liegende Berechnung wird im Anhang, Kapitel 9.7 näher erläutert.

Tabelle 4-33: Kombinierte Berechnung des EEG Lagers nach Daten von [Hausmann, 2005] und [Truttmann et al., 2005]

TRUTTMANN			
Bezeichnung	Anzahl [Stk.]	Cu - Gehalt [kg/Stk.]	Cu - Lager [t]
Kühlschrank	3.779.534	2,0	7.559
Waschmaschine	3.120.656	1,8	5.617
Geschirrspüler	1.875.016	1,3	2.438
Mikrowelle	2.097.920	0,9	1.888
Fernsehgerät	4.769.490	1,5	7.154
Monitor	2.399.496	1,1	2.639
Videorecorder	2.668.292	0,3	800
PC exkl. Monitor	2.399.496	0,5	1.200
Summe (Wert gerundet)			29.000
HAUSMANN			
Bezeichnung	Masse [t]	Cu - Gehalt [%]	Cu - Lager [t]
E - Herd	195.540	5,0	9.777
Gefrierschrank/-truhe	120.794	5,0	6.040
Wäschetrockner	72.182	5,0	3.609
Laptop	2.301	5,0	115
Faxgerät	3.442	5,0	172
Mobiltelefon	561	5,0	28
Festnetztelefon	1.185	5,0	59
Anrufbeantworter	466	5,0	23
Hi-Fi-Anlage	27.961	5,0	1.398
Radiorecorder	10.227	5,0	511
Stationärer CD-Player	5.782	5,0	289
DVD - Player	5.179	5,0	259
Fotoapparat, Digitalkamera	1.706	5,0	85
analoger Camcorder	583	5,0	29
digitaler Camcorder	202	5,0	10
Mini-Disc Player	124	5,0	6
Summe (Wert gerundet)			22.000
Gesamtsumme (Wert gerundet)			52.000

Somit ergibt sich ein Lager von 52.000 t Kupfer aus EEG.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 39.000 – 69.000 t.

Kfz – Teile und Zubehör

Unter der Annahme einer Lebensdauer der Kfz-Teile von 15 Jahren beträgt dieses Lager 12.000 t. (siehe auch Tabelle 9-17).

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 6.000 – 24.000 t.

Münzen

Dieses Lager wird durch die als Zahlungsmittel im Verkehr befindlichen kupferhaltigen Euro-Münzen gebildet. Diese werden von der Münze Österreich AG geprägt und bestehen teilweise aus Kupfer.

Es ergibt sich ein Lager von ungefähr 6.700 t Kupfer für das Jahr 2003 [Urban, 2005]. Dieses Lager wird zur Gänze dem Prozess „Private Haushalte“ zugerechnet. Die Menge an aus dem Ausland von Touristen hinzukommenden Münzen, sowie durch österreichische Urlauber ins Ausland verbrachte Münzen, wird nicht ermittelt.

Eine Auflistung der geprägten Münzen und deren Kupfergehalte wird im Anhang 9.7, Tabelle 9-21, dargestellt.

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 6.100 – 7.400 t.

IMMOBILIENLAGER

Gebäude

Zur Bestimmung des Gebäudelagers in den Privaten Haushalten werden die Daten aus der Studie „Bauwerk Österreich“ herangezogen [GUA & Vogel-Lahner, 2003]. Demzufolge beträgt das Gebäudelager in Privaten Haushalten 650 Mio. t. Mangels verfügbarer Daten wird angenommen, dass Gebäudelager die gleiche durchschnittlichen Kupferkonzentration wie unsortierte Baurestmassen aufweist. Somit ergibt sich unter Verwendung der Kupferkonzentration von 670 mg Cu/kg für unsortierte Baurestmassen [Brunner & Stämpfli, 1993], wie sie bereits in der Berechnung der Baurestmassen verwendet werden, ein Kupferlager in den Bauwerken der Privaten Haushalte von 440.000 t.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 110.000 – 1.800.000 t.

Das gesamte Kupferlager in Gebäuden der Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ beträgt 890.000 t. Dieser Wert stimmt gut überein mit den 860.000 t, die sich durch Hochrechnung des für die Schweiz bestimmten Wertes für das Kupferlager in Gebäuden von 105 kg/E [Wittmer, 2006] mit der Einwohnerzahl Österreichs von 8.175.000 [Statistik Austria, 2006b] ergibt.

ZUSAMMENFASSUNG DES LAGERS

Eine zusammenfassende Darstellung des Lagers im Prozess „Private Haushalte“ wird in der Tabelle 4-34 dargestellt.

Tabelle 4-34: Zusammenfassung des Lagers im Prozess „Private Haushalte“

Lager	Cu - Lager [t Cu]	Level	PHH - Anteil [%]	PHH - Lager [t Cu]	Min PHH- Lager [t Cu]	Max PHH- Lager [t Cu]
Mobilien						
PKW	101.000	2	80	81.000	61.000	110.000
Elektrogeräte	52.000	2	100	52.000	39.000	69.000
Kfz – T.&Z.	12.000	3	100	12.000	6.000	24.000
Münzen	6.700	1	100	6.700	6.100	7.400
Immobilien						
Gebäude	440.000	4	100	440.000	110.000	1.800.000
Summe (Werte gerundet)				590.000	220.000	2.000.000

Im Stahl befindet sich Kupfer als Verunreinigung. Der Kupferanteil beträgt 0,04 % [Kleineberg, 2005]. Das Eisenlager in den Privaten Haushalten beträgt 5,3 Mio. t. [Daxbeck et al., 2003]. Das daraus resultierende Kupferlager (ca. 2.000 t) wird für die Berechnung des Kupferlagers jedoch nicht berücksichtigt.

BILANZ

Die Bilanzierung des Prozesses „Private Haushalte“ wird in Tabelle 4-35 dargestellt.

Tabelle 4-35: Bilanzierung des Prozesses „Private Haushalte“

PROZESS PRIVATE HAUSHALTE (PHH)								
Input	Her- kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		HA	Kupferwaren (PHH)	PHH	55.000	t	2	41.000
Output	Her- kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	PHH	Konsumabfälle (PHH)	AW	16.000	t	2 - 4	8.700	33.000
	PHH	Emissionen Atmosphäre (PHH)	AT	n.b.	t	-	-	-
	PHH	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (PHH)	PH	170	t	4	40	680
Lager	Her- kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		LAGERBESTAND		590.000	t	1 - 4	220.000	2.000.000
		LAGERINPUT		55.000	t	2	41.000	73.000
		LAGEROUTPUT		16.000	t	2 - 4	8.700	34.000
		LAGERVERÄNDERUNG		39.000	t			
		LAGERBESTAND NEU		630.000	t	-	250.000	2.100.000

4.2.8 Prozess: „Sonstige Branchen“ (SB)

Tabelle 4-36: Definition des Prozesses „Sonstige Branchen“

PROZESS SONSTIGE BRANCHEN (SB)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	HA	Kupferwaren (SB)	SB	an sonstige Branchen verkaufte kupferhaltige Waren
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	SB	Konsumabfälle (SB)	AW	kupferhaltige Abfälle aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistung
	SB	Emissionen Atmosphäre (SB)	AT	diffuse Kupferemissionen aus sonstigen Branchen in die Atmosphäre
	SB	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (SB)	PH	diffuse Kupferemissionen aus sonstigen Branchen in die Pedosphäre und Hydrosphäre
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Netzwerke, Gebäude, Kfz, Maschinen)
		LAGERINPUT		kupferhaltige Waren
		LAGEROUTPUT		kupferhaltige Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsabfälle, diffuse Emissionen
		LAGERVERÄNDERUNG		Aufbau des anthropogenen Kupferlagers
		LAGERBESTAND NEU		kurzlebige und langlebige kupferhaltige Waren in Mobilien und Immobilien (z.B. Netzwerke, Gebäude, Kfz, Maschinen)

INPUT

Güterfluss: Kupferwaren (SB)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf 53.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 40.000 – 70.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Kupferwaren (SB)“ befindet sich im Prozess „Handel“ (Kapitel 4.2.6).

OUTPUT

Güterfluss: Konsumabfälle (SB)

Der Kupferfluss aus sonstigen Branchen setzt sich wie folgt zusammen:

Alt - PKW

Der Outputfluss an Alt-PKW aus dem Lager ergibt sich aus der Differenz von Input und Lagerveränderung.

Diese Lagerveränderung wird mithilfe der Bestandszahl- und Neuzulassungsstatistik berechnet und mit dem Kupferanteil multipliziert. In Tabelle 4-27 sind die aus dem Bestand ausgeschiedenen PKW gemäß Statistik Austria mit 233.000 Stück angegeben [Statistik Austria, 2004d].

Mit einem Kupferanteil von 25 kg Cu/PKW (siehe Anhang, Kapitel 9.5) ergibt sich ein Wert von 5.800 t Kupfer in 233.000 Alt-PKW. Es wird angenommen, dass von den 233.000 Alt-PKW 20 % den sonstigen Branchen zuzurechnen sind.

Somit ergeben sich 1.200 t Kupfer in Alt-PKW aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 600 – 2.300 t.

Alt – LKW

Der Outputfluss an Alt-LKW aus dem Lager ergibt sich, ebenso wie bei der Berechnung der Alt-PKW, aus der Differenz von Input und Lagerveränderung.

Diese Lagerveränderung wird mithilfe der Bestandszahl- und Neuzulassungsstatistik berechnet und mit dem Kupferanteil multipliziert. In Tabelle 4-37 sind die aus dem Bestand ausgeschiedenen LKW nach Statistik Austria mit 20.000 Stück berechnet [Statistik Austria, 2004d].

Tabelle 4-37: Berechnung der Anzahl von Alt - LKW

LKW Bestand Ende 2002	320.000
LKW Neuzulassungen 2003	26.000
LKW Bestand Ende 2003	326.000
Alt - LKW	20.000

Mit einem Kupferanteil von 30 kg Cu/PKW (siehe Anhang, Kapitel 9.5) ergibt sich ein Wert von 600 t Kupfer in 20.000 Alt-LKW.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 300 – 1.200 t.

Arbeitsmaschinen

Laut Perz [Perz, 2001] fallen 150.000 t Abfall an „Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen“ an. Bei einem durchschnittlichen Gewicht von 20 t/Maschine und einem gemittelten Kupfergehalt von 29 kg Cu/Maschine (Landwirtschaftliche Maschinen: 28 kg Cu/Maschine, Hoch- und Tiefbaumaschinen: 30 kg Cu/Maschine; siehe Tabelle 9-10 und [International Copper Association, 2005]) ergibt sich ein Kupferfluss von 220 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 160 – 290 t.

Eisenbahn

Die als Abfall anfallenden ausrangierten Eisenbahnen werden, ebenso wie die Gebäude über Annahme einer durchschnittlichen Lebensdauer und Hochrechnung mit den Daten aus dem Eisenbahnlager (16.000 t) ermittelt. Für die Eisenbahnen wird eine durchschnittliche Lebensdauer von 20 Jahren angenommen. Somit ergibt sich ein Kupferfluss von 800 t.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 200 – 3.200 t.

Alt - Kabel

Die Salzburger Metall- und Kabelverwertungs GesmbH (SMK) schätzt, dass 20.000 t/a an Alt-Kabel aus Kupfer anfallen [Nagl, 2006]. Mit dem zugehörigen Kupfergehalt von 50.000 mg/kg [Skutan & Brunner, 2005] ergibt das 10.000 t Kupfer in Alt-Kabeln.

Diese 10.000 t Kupfer werden, entsprechend der Gebäudemasseverteilung (siehe Prozess Handel, Kapitel 4.2.6) mit 51 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugewiesen.

Somit ergeben sich 5.100 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 3.800 – 6.800 t.

Elektroaltgeräte (WEEE)

Das Aufkommen an WEEE im Jahr 2005 beträgt 120.000 t. Die durchschnittliche, jährliche Wachstumsrate wird zwischen 3 und 5 Prozent angegeben [Bauer, 2005].

Mit dem Mittelwert der Wachstumsrate von 4 % ergibt sich, bezogen auf das Jahr 2003, eine Fracht von 111.000 t WEEE. Da eine genaue, gerätebezogene Zusammensetzung dieses Abfallflusses unbekannt ist, wird für 111.000 t WEEE ein Kupfergehalt von 5 % [Hausmann, 2005] angenommen (siehe auch Anhang, Kapitel 9.5). Das ergibt einen Kupferfluss von 5.600 t. Die WEEE werden, geschätzt nach der großen Anzahl von Haushaltsgeräten in Privaten Haushalten und einer großen Anzahl an Büromaschinen in Sonstigen Branchen, beiden Prozessen je zur Hälfte zugerechnet.

Somit ergeben sich für WEEE 2.800 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 1.400 – 5.600 t.

Baurestmassen

Der Anfall an Baurestmassen beträgt 5 Mio. t [Perz, 2001]. Diese Menge umfasst die Abfallschlüsselnummern 31409 (Bauschutt), 31410 (Straßenaufbruch), 31412 (Asbestzement) und 31427 Betonabbruch.

Gemäß Baurestmassentrennverordnung müssen Baurestmassen entweder in situ am Anfallsort oder in dafür vorgesehenen Baurestmassensortieranlagen stofflich sortiert werden, wenn der Anteil einer Stoffgruppe der Baurestmassen einen gewissen Grenzwert überschreitet [BGBl 259, 1991b].

Kupferdächer, -fassaden, -rohre und -kabel werden, abgesehen von den gesetzlichen Bestimmungen, oft vor dem Abriss eines Gebäudes beziehungsweise während der Abbrucharbeiten direkt von der Baustelle entfernt werden. Der Anteil der vor dem Abbruch aus den Bauwerken entfernten kupferhaltigen Güter wird mit 2.000 t abgeschätzt [Nagl, 2006].

Die Baurestmassen, die an Baurestmassensortieranlagen geliefert werden, sind deshalb zumeist vorsortiert und enthalten nur einen Bruchteil des tatsächlichen Kupferabfalls in Baurestmassen. Da der Anteil vorsortierter bzw. unsortierter Baurestmassen nicht bekannt ist, wird für die Berechnung angenommen, dass es sich um unsortierte Baurestmassen handelt. [Brunner & Stämpfli, 1993] geben für unsortierte Baurestmassen eine Kupferkonzentration von 670 mg/kg an. Somit ergibt sich ein Kupferfluss in unsortierten Baurestmassen von 3.400 t.

Diese insgesamt 5.400 t werden aufgrund der Gebäudemassenverteilung zu 49 % dem Prozess „Private Haushalte“ und zu 51 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugeteilt.

Somit ergeben sich 2.800 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 700 – 11.000 t.

Restmüll

Der jährliche Anfall an Restmüll beträgt 1,3 Mio. t [Perz, 2001]. Für Restmüll wird ein Kupfergehalt von 800 mg/kg FS angegeben [Obernosterer et al., 2003]. Das ergibt einen Kupferfluss von 1.100 t im Restmüll. Es wird die Annahme getroffen, den Restmüll zu 30 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zuzurechnen.

Somit ergeben sich 330 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 250 – 440 t.

Sperrmüll

Der jährliche Anfall an Sperrmüll beträgt 219.000 t [Perz, 2001]. Hausmann schätzt für den Sperrmüll eine Kupferkonzentration von 2.000 mg/kg [Hausmann, 2005]. Das ergibt einen Kupferfluss von 440 t im Sperrmüll. Es wird die Annahme getroffen, den Sperrmüll zu 60 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zuzurechnen. Die 60 % gründen auf der Annahme, dass Büros ihre Einrichtung früher als private Wohnungen tauschen. Somit ergeben sich von 260 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 200 – 350 t.

Baustellenabfälle

Der jährliche Anfall an Baustellenabfälle beträgt 1,1 Mio. t [Perz, 2001]. Schachermayer gibt einen Kupfergehalt von Baustellenabfällen von 1.300 mg/kg an. Das ergibt 1.400 t Kupfer in Baustellenabfällen [Schachermayer et al., 1998].

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 1.100 – 1.900 t.

Zusammenfassung

Tabelle 4-38: Zusammenfassung der Kupferflüsse im Güterfluss „Konsumabfälle (SB)“

Sonstige Branchen	Menge [Stk.] bzw. [t]	Cu - Konzentration [kg/Stk.] bzw. [mg/kg]	Cu [t]	Anteil von SB [%]	Cu - Abfall aus SB [t]	Level	MinCuAbfall aus SB [t]	MaxCuAbfall aus SB [t]
20% der Alt-PKW	233.000	25	5.800	20	1.200	3	600	2.300
Alt-LKW	20.000	30	600	100	600	3	300	1.200
Arbeitsmaschinen	7.500	29	220	100	220	2	160	290
Eisenbahnen			800	100	800	4	200	3.200
51% der Altkabel	20.000	500.000	10.000	51	5.100	2	3.800	6.800
50% der WEEE	111.000	50.000	5.600	50	2.800	3	1.400	5.600
51% der Bau-restmassen	5.000.000	670	5.400 ¹	51	2.800	4	700	11.000
30% des Rest-mülls	1.315.000	800	1.100	30	330	2	250	440
60% des Sperr-mülls	219.000	2.000	440	60	260	2	200	350
Baustellenabfälle	1.100.000	1.300	1.400	100	1.400	2	1.100	1.900
SUMME (Werte gerundet)					16.000	-	8.700	33.000

¹ Inkl. 2.000 t vorneweg aus dem Bauwerk ausgebaute kupferhältige Güter, die recyliert werden.

Somit ergibt sich für den Kupferfluss im Abfall aus dem Prozess „Sonstigen Branchen“ eine Fracht von 16.000 t. Eine Auflistung der aus den sonstigen Branchen anfallenden, kupferhältigen Abfälle wird in Tabelle 4-39 dargestellt.

Tabelle 4-39: Kupferhaltige Abfälle aus dem Prozess „Sonstige Branchen“

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Altkabel	5.100	33
Elektroaltgeräte	2.800	18
Baurestmassen ¹	2.800	18
Rest	4.800	31
Summe (Werte gerundet)	16.000	100

¹ Inkl. 2.000 t vorneweg aus dem Bauwerk ausgebauter kupferhaltige Güter, die recycelt werden.

Datenunsicherheit: Level 2 und 4, das ergibt eine Bandbreite von 8.700 – 33.000 t.

Güterfluss: Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (SB)

Untersuchungen in Deutschland haben gezeigt, dass vor allem die diffusen Emissionen in den letzten Jahrzehnten kaum abgenommen haben. Im Gegensatz zu den diffusen Emissionen verursachen die aus und der Produktion stammenden punktförmigen Emissionen aufgrund der bereits realisierten Reduktionsmaßnahmen eine vergleichsweise geringe Umweltbelastung. Da die diffusen Emissionen keine abnehmende Tendenz aufweisen, besteht grundsätzlich ein Handlungsbedarf zur Verringerung der Umweltbelastung durch diffuse Einträge [Hillenbrand et al., 2005].

Kupfer gelangt über die folgenden diffusen Emissionspfade in die Umwelt:

- Abwaschung von/aus Gebäuden
- Straßenverkehr
- Eisenbahn – Korrosion der Oberleitungen
- Landwirtschaftliche Nutzung

Für den Prozess „Sonstige Branchen“ sind alle vier Emissionspfade relevant. Es wird angenommen, dass der Güterfluss „Diffuse Emissionen (SE)“ sowohl in die Atmosphäre, in die Hydrosphäre als auch in den Boden auftreten, jedoch zeitverzögert der Großteil der Emissionen in der Hydrosphäre landet. Daher wird als Zielprozess für die Kupferemissionen die Hydrosphäre gewählt.

Andere Kupferemissionen wie beispielsweise durch Holzschutz- und Waschmittel werden in Anlehnung an Hillenbrand [Hillenbrand et al., 2005] als gering eingestuft und nicht berücksichtigt.

Abwaschung von/aus Gebäuden

Kupferemissionen von oder aus Gebäuden stammen von Dach-/Fassadenfläche und der Innenkorrosion von Wasserrohren, sowie von menschlichen Ausscheidungen und hygienischen Aktivitäten. Die Emissionen gelangen sowohl in die Atmosphäre, als auch in die Hydrosphäre.

Auf die Bedeutung von kupferhaltigen Dachdeckungen als eine Quelle für flächenhafte diffuse Emissionen wurde auch in Schweden hingewiesen. Die Korrosionsfrachten von Kupferdächern in Stockholm haben beispielsweise zu einer wesentlichen Kupferanreicherung in den Meeressedimenten geführt. Als Konsequenz daraus ergriff die Stadtverwaltung von Stockholm Maßnahmen, um den Einsatz von Kupferblechen als Baumaterial für Fassaden und Dachdeckung bei Neu- und Umbauarbeiten zu minimieren [Mohlander, 2003].

Im Projekt ÖKOPOLIS wurde die Emission von Kupfer von und aus Gebäuden untersucht [Obernosterer et al., 2003]. Die diffuse Emission der bilanzierten Wohnsiedlung betrug 8,9 g/E.a, jene aus der Nahrungszubereitung, Ausscheidung, Waschen, Putzen und Körperpflege betrug 2,0 g/E.a. Diese Werte werden mit der Einwohnerzahl Österreichs von 8.175.000 [Statistik Austria, 2006b] hochgerechnet und ergeben 89 t (siehe Tabelle 4-30).

Trinkwasserleitungen verursachen in Deutschland jährlich Emissionen von 330 t [Hillenbrand et al., 2005]. Auf Österreich (mit rund einem Zehntel der Einwohner) umgelegt, werden Emissionen von 33 t abgeschätzt.

Die insgesamt resultierenden 120 t Kupfer werden jeweils zur Hälfte den Prozessen „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ zugerechnet. Somit ergeben sich 60 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 15 – 240 t.

Straßenverkehr

Ein PKW emittiert 2,14 mg Kupfer und ein LKW 4,14 mg Kupfer je gefahrenem Kilometer. Der größte Anteil der Emissionen stammt vom Abrieb der Bremsbeläge. Es wird angenommen, dass diese Emission in die Pedosphäre gelangen [Obernosterer et al., 2003].

Jeder ÖsterreicherIn legt jährlich 8.200 km im PKW zurück [Lebensministerium, 2003]. Dieser Wert wird mit der Einwohnerzahl Österreichs von 8.175.000 [Statistik Austria, 2006b] hochgerechnet und ergibt rd. 67 Milliarden PKW-Kilometer im Jahr. Der Güterverkehr per LKW beträgt jährlich 18 Milliarden Kilometer [Statistik Austria, 2006a]. Die daraus resultierenden Kupferflüsse werden in Tabelle 4-31 dargestellt.

Die vom PKW verursachten 143 t Kupfer werden zu 80 % dem Prozessen „Private Haushalte“ und zu 20 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugerechnet. Somit ergeben sich 29 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“. Die vom LKW verursachten 80 t Kupfer werden zu 100 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugewiesen. Somit ergeben sich in Summe 110 t Kupfer aus dem Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 27 – 440 t.

Eisenbahn Oberleitungen

Die aus einem profilierten Kupferdraht bestehenden Fahrdrähte (Oberleitungen) elektrisch betriebener Schienenfahrzeuge sind sowohl einem mechanischen als auch einem elektrischen Verschleiß unterworfen.

Das elektrifizierte Streckennetz der Deutschen Bahn AG hatte im Jahr 2002 eine Länge von 19.300 km. Hinzu kommen die elektrifizierten Strecken anderer privater Eisenbahnen von insgesamt 400 km. In Deutschland lag die Länge des Streckennetzes der oberirdisch geführten Straßenbahnen im Jahr 2002 bei 2.200 km. Die Kupferemissionen aus Oberleitungen betragen für das Eisenbahnnetz (DB und Privatbahnen) 112 t und für das Straßenbahnnetz 38 t [Hillenbrand et al., 2005].

Das „Statistische Jahrbuch Österreichs 2005“ [Statistik Austria, 2004d] gibt die als elektrisch betriebene Netzlänge für das ÖBB-Netz mit 3.526 km, das Privatbahnnetz mit 297 km und das Straßenbahnnetz 347 km an. Unter Berücksichtigung der Werte aus Deutschland erge-

ben sich für das österreichische Eisenbahnnetz umgerechnet 22 t für das Eisenbahnnetz (ÖBB und Privatbahnen) und 6 t für das Straßenbahnnetz.

Die sich daraus ergebenden Emissionen von zusammen 28 t Kupfer aus den Oberleitungen der Bahnen werden zu 100 % den Sonstigen Branchen zugewiesen.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 7 – 110 t.

Landwirtschaftliche Nutzung

Im Rahmen der landwirtschaftlichen Nutzung wird Kupfer über Dünger (Wirtschaftsdünger, Mineraldünger), Kompost, Klärschlamm und Pflanzenschutzmittel in den Boden und in weiterer Folge in das Wasser eingetragen.

Wirtschaftsdünger (2.300 t), Mineraldünger (61 t) und Kompost (73 t) verursachen in Deutschland jährlich Kupferemissionen von 2.430 t [Hillenbrand et al., 2005]. Auf Österreich (mit rund einem Zehntel der Einwohner) umgelegt, werden die Kupferemissionen mit 243 t abgeschätzt.

In Österreich wurden im Jahr 2002 in der Landwirtschaft 39.000 t Klärschlamm verwertet [Schwaiger et al., 2003]. Mit einer Kupferkonzentration im Klärschlamm von 300 mg/kg [Hillenbrand et al., 2005] ergibt sich eine Kupferemission von 12 t.

Kupferhaltige Pflanzenschutzmittel werden in der Landwirtschaft beispielsweise für Obst, Gemüse, Wein, Erdäpfeln eingesetzt. In der Schweiz wurde ein jährlicher Verbrauch von 80 t [von Arx, 1998] bei einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von 10.671 km² [Statistisches Bundesamt Schweiz, 2006] ermittelt. In Deutschland wurde ein jährlicher Verbrauch von 320 t [Hillenbrand et al., 2005] bei einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von 170.350 km² [Statistisches Bundesamt Deutschland, 2006] angegeben.

Es wird angenommen, dass der flächenabhängige Verbrauch an kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln in Österreich ähnlich jener in Deutschland oder der Schweiz ist. Daher wird der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf der auf jene von Österreich 34.109 km² [Land Salzburg, 2003] umgelegt. Aus den resultierenden Werten (60 bzw. 256 t) wird der Mittelwert von 158 t angenommen.

Die sich insgesamt aus der Landwirtschaft ergebenden Kupferemissionen von 410 t Kupfer werden zu 100 % den Sonstigen Branchen zugewiesen.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 100 – 1.600 t.

Zusammenfassung

Somit ergibt sich für die Kupferemissionen aus Sonstigen Branchen ein Betrag von 600 t (siehe Tabelle 4-40).

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 150 – 2.400 t.

Tabelle 4-40: Diffuse Kupferemissionen aus dem Prozess „Sonstige Branchen“

Gut	Kupfer im Gut [t/a]	Anteil [%]
Gebäude (Dächer, Fassaden, Trinkwasserleitungen)	60	10
KfZ (PKW, LKW)	110	18
Oberleitungen (Eisenbahn, Straßenbahn)	28	5
Landwirtschaft (Dünger, Kompost, Klärschlamm, Pflanzenschutzmittel)	410	67
Summe (Werte gerundet)	600	100

LAGER GEBRAUCHSGÜTER

PKW

Die Statistik Austria gibt für das Bezugsjahr 2003 einen PKW-Bestand von 4.054.000 Stück an [Statistik Austria, 2004d] (siehe auch Tabelle 4-27). Bei einer Kupferkonzentration von 25 kg Cu/PKW [Deutsches Kupferinstitut, 2005] ergibt das ein Lager von 101.000 t Kupfer (siehe auch Anhang, Kapitel 9.5).

Dieses Lager wird, wie die Alt-PKW, zu 20 % dem Prozess „Sonstige Branchen“ zugewiesen. Somit ergibt sich ein Lager von 20.000 t Kupfer im Prozess „Sonstige Branchen“.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 15.000 – 27.000 t.

LKW

Für LKW gibt die Statistik Austria [Statistik Austria, 2004d] einen Bestand von 326.000 Stück an. Bei einer Kupferkonzentration von 30 kg Cu/LKW (siehe Anhang, Kapitel 9.5) ergibt sich ein Lager von 9.800 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 7.400 – 13.000 t.

Elektro- und Elektronikgeräte (EEG)

Für das Elektro- und Elektronikgeräte-Lager wird die Annahme, dass der EEG-Abfallstrom ungefähr 50:50 auf die beiden Konsumprozesse aufgeteilt ist, für das EEG-Lager übernommen. Somit entspricht das EEG-Lager im Prozess „Sonstige Branchen“ jenem des EEG-Lagers im Prozess „Private Haushalte“.

Es ergibt sich ein Lager von 52.000 t Kupfer aus EEG.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 39.000 – 69.000 t.

Eisenbahnen

Diesel-elektrische Triebwagen enthalten laut [International Copper Association, 2005] 5 t Kupfer pro Fahrzeug. Die in Tabelle 4-41 angeführte Anzahl der Triebwagen wurde der Statistik Austria [Statistik Austria, 2004d] entnommen.

Tabelle 4-41: Berechnung des Kupferlagers in Eisenbahntriebwagen

Bezeichnung	Anzahl [Stk.]	t Cu/Stk	t Cu
Triebfahrzeuge (ÖBB)	1.524	5	7.620
Elektrische Lokomotiven	755	5	3.775
Diesellokomotiven	479	5	2.395

Bezeichnung	Anzahl [Stk.]	t Cu/Stk	t Cu
Elektrische Triebwagen	161	5	805
Dieseltriebwagen	129	5	645
Privatbahnen	285	5	1.425
Elektrische Lokomotiven	42	5	210
Diesellokomotiven	93	5	465
Triebwagen	150	5	750
Straßenbahntriebwagen	1.340	5	6.700
Wien	1.184	5	5.920
Graz	70	5	350
Linz	60	5	300
Innsbruck	21	5	105
Gmunden	5	5	25
Gesamtsumme (Wert gerundet)			16.000

Somit ergibt sich ein Lager von 16.000 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 12.000 – 21.000 t.

Kfz – Teile und Zubehör

Unter der Annahme einer Lebensdauer der KfZ-Teile von 15 Jahren beträgt dieses Lager 3.000 t. (siehe auch Tabelle 9-17).

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 1.500 – 6.000 t.

IMMOBILIENLAGER

Elektrizitätsnetz

Dieses Lager setzt sich aus allen elektrischen Leitern zusammen, die sich noch vor der Übergabestelle in einem Gebäude an den Verbraucher befinden. Im österreichischen Energieversorgungsnetz werden Kabel mit Kupferleitern, als auch Kabel mit Aluminiumleitern, verwendet. Die Freileitungen bestehen aus Aluminium oder Stahl, da Kupfer durch seine hohe Dichte einen zu großen Durchhang erzeugen würde [WienStrom, 2005], [Wagenleithner, 2005].

Die System- bzw. Aderlängen kupferhaltiger Leitungen werden in der Tabelle 4-42 und der Tabelle 4-43 dargestellt. Die Berechnung der Systemlängen erfolgt im Anhang, Kapitel 9.8.

Tabelle 4-42: Systemlängen der in der Erde verlegten Kupferkabelleitungen im österreichischen Elektrizitätsnetz

Spannung	Systemlänge [km]	Standardtyp
380 kV	44	Niederdruckölkabel mit Kupferleitern
220 kV	5	n.b.
110 kV	552	Öl-, PE-, und VPE-Kabeln mit Kupferleitern
>1 kV und <110 kV	7.256	Papier-Blei-Kabel mit Kupferleiter
<1 kV	10.117	Kupferleiter

Die Systemlänge ist nicht gleich der Kabel- oder Aderlänge. Die Aderlänge ist die Länge der an der Energieübertragung beteiligten Leitern. Adern werden oft in Kabel zusammenge-

fasst. Die Kabellänge ist die Länge eines Kabels, das zum Beispiel drei oder vier Adern enthalten kann. Mehrere Kabel können von einem Freileitungsmast zum nächsten reichen. Der Abstand der Freileitungsmasten entspricht dann der Systemlänge.

Im 380 kV, 220 kV und 110 kV Netz werden jeweils drei Kabel benutzt (3 Phasen für Wechselstrom), die gleichzeitig als Adern dienen [Schort, 2005]. Deshalb muss die Systemlänge im 380 kV, 220 kV und 110 kV Netz mit drei multipliziert werden. Im 20 kV Netz wird ein Kabel verwendet, das drei Adern enthält. Deshalb muss die Systemlänge des 20 kV Netzes ebenfalls mit drei multipliziert werden. Das <1 kV Netz (400 V) verwendet Kabel mit vier Adern. Der Faktor zur Erhöhung der Länge ist demnach auch vier. Die Tabelle 4-43 zeigt die Adernlängen.

Tabelle 4-43: Adernlängen der in der Erde verlegten Kupferkabelleitungen im österreichischen Elektrizitätsnetz

Spannung	Adernlänge [km]	Standardtyp
380 kV	132	Niederdruckölkabel mit Kupferleitern
220 kV	15	n.b.
110 kV	1.656	Öl-, PE-, und VPE-Kabeln mit Kupferleitern
>1 kV und <110 kV	21.768	Papier-Blei-Kabel mit Kupferleiter
<1 kV	40.468	Kupferleiter

Das daraus resultierende Kupferlager im österreichischen Elektrizitätsnetz wird in Tabelle 4-44 dargestellt.

Tabelle 4-44: Berechnung des Kupferlagers im österreichischen Elektrizitätsnetz

Adernlänge [km]	Standardtyp	Aderquerschnitt [mm ²]	Volumen [m ³]	Cu - Dichte [kg/m ³]	Cu [t]
132	Niederdruckölkabel mit Kupferleitern	1.200	158	8.920	1.413
15	n.b.	n.b.	n.b.	8.920	n.b.
1.656	Öl-, PE-, und VPE-Kabeln mit Kupferleitern	500	828	8.920	7.386
21.768	Papier-Blei-Kabel mit Kupferleiter	150	3.265	8.920	29.126
40.468	Kupferleiter	150	6.070	8.920	54.146
Summe (Wert gerundet)					92.000

Das Lager in Transformatorstationen und Umspannwerken, die den Wechsel von einer Spannungsebene auf die andere ermöglichen, wurde nicht bestimmt.

Es ergibt sich ein Kupferlager im österreichischen Elektrizitätsnetz von 92.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 69.000 – 120.000 t.

Telekommunikationsnetz

Das Leitungsnetz ist trotz neuer Anbieter am Markt im Wesentlichen unverändert. Zwar werden von alternativen Telekommunikationsanbietern eigene Kabel verlegt, diese bestehen jedoch nicht aus Kupfer, sondern meist aus Glasfasern. Die „Letzte Meile“, der Anschluss von der letzten Ortsverteilerstation bis zum Hausanschluss, besteht aus Kupferleitungen, die im Besitz der Telekom Austria AG liegen. Diese muss alternativen Anbietern ein Mitbenutzungsrecht einräumen. Alternative Telekommunikationsanbieter könnten ein eigenes „Letzte

Meile“-Netz aufbauen, jedoch werden aus ökonomischen Gründen zumeist die bereits vorhandenen Leitungen mitbenützt.

Die Netzlänge inklusive Inhousekabel beträgt 266.388 km. Die Gesamtlänge der Kupferadern beträgt 46.917.000 km. Als durchschnittlicher Aderdurchmesser wird 0,6 mm angegeben [Grabuschnig, 2005]. Da in einem Kabel mehrere Leiter enthalten sein können, wird die die Kupferadernetzlänge für die Berechnung gewählt. Das daraus resultierende Kupferlager im österreichischen Telekommunikationsnetz wird in Tabelle 4-45 dargestellt.

Da in diesem Wert auch die Inhousekabeln berücksichtigt sind, kommt es wahrscheinlich zu einer Überschätzung des Kupferlagers aus dem Telekommunikationsbereich, da die Inhousekabeln auch beim Gebäudelager berücksichtigt werden und es so zu Doppelzählungen kommen kann.

Tabelle 4-45: Berechnung des Kupferlagers im Telekommunikationsnetz

Bezeichnung	Adernlänge [km]	Querschnitt [mm ²]	Volumen [m ³]	Dichte Cu [kg/m ³]	Cu - Lager [t]
Kupferleitungen	46.917.000	0,28	13.259	8.920	118.268
Summe (Wert gerundet)					120.000

Es ergibt sich ein Kupferlager im österreichischen Telekommunikationsnetz von 120.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 89.000 – 160.000 t.

Eisenbahnnetz

Die Gleislänge des elektrisch betriebenen Schienennetzes beträgt 7.900 km [ÖBB Infrastruktur Betrieb, 2005].

Über einem Gleis befindet sich ein Fahrdraht aus einer Kupfersilberlegierung, der an einem weiteren Kupferdraht aufgehängt ist. Da der Fahrdraht wie eine Kettenlinie durchhängen würde, sind so genannte „Hänger“ aus Bronze zwischen Fahrdraht und Aufhängedraht angebracht, um den Fahrdraht annähernd horizontal zu halten. Alle 6 bis 7 Meter befindet sich ein ca. 2 m langer Hänger. Die Durchmesser betragen: Fahrdraht 120 mm², Aufhängung: 70 mm² und Hänger 10 mm² [Kurzweil, 2005].

Das „Statistische Jahrbuch Österreichs 2005“ [Statistik Austria, 2004d] gibt die als elektrisch betriebene Netzlänge für das ÖBB-Netz mit 3.526 km an. Das entspricht ungefähr der Hälfte der elektrisch-betriebenen Gleislänge des ÖBB – Netzes, weshalb angenommen wird, dass die ebenfalls im „Statistischen Jahrbuch Österreichs 2005“ enthaltenen Angaben (Straßenbahnnetz 347 km, Privatbahnnetz 297 km) verdoppelt werden müssen, um die Gleislänge zu erhalten. Es wird angenommen, dass Straßenbahnen und Privatbahnen dasselbe Oberleitungssystem verwenden wie die ÖBB.

Somit ergibt sich ein Kupferlager in den Oberleitungen der ÖBB, der städtischen Straßenbahnen sowie der Privatbahnen von 16.000 t (siehe Tabelle 4-46).

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 12.000 – 21.000 t.

Tabelle 4-46: Berechnung des Kupferlagers im Eisenbahnnetz

Bezeichnung	Material	Kupferanteil [%]	Länge [km]	Querschnitt [mm ²]	Volumen [m ³]	Dichte [kg/m ³]	Kupferlager [t]
Fahrdraht	CuAg	99,90	7.900	120	948	8.920	8.448
Aufhängung	Cu	99,90	7.900	70	553	8.920	4.928
Hänger	CuSn	80,00	2.431	10	24	8.920	173
ÖBB						Summe	13.549
Fahrdraht	CuAg	99,90	694	120	83	8.920	742
Aufhängung	Cu	99,90	694	70	49	8.920	433
Hänger	CuSn	80,00	214	10	2	8.920	15
Straßenbahnen						Summe	1.190
Fahrdraht	CuAg	99,90	594	120	71	8.920	635
Aufhängung	Cu	99,90	594	70	42	8.920	371
Hänger	CuSn	80,00	183	10	2	8.920	13
Privatbahnen						Summe	1.019
Gesamtsumme (Wert gerundet)							16.000

Gebäude

Zur Bestimmung des Gebäudelagers in den Sonstigen Branchen werden ebenso wie für die Privaten Haushalte die Daten aus der Studie „Bauwerk Österreich“ herangezogen [GUA & Vogel-Lahner, 2003]. Demzufolge beträgt das Gebäudelager in „Industrie, Gewerbe & Dienstleistung“, das als Grundlage für die Sonstigen Branchen verwendet wurde, 670 Mio. t.

Es wird angenommen, dass das Gebäudelager die gleiche durchschnittliche Kupferkonzentration wie unsortierte Baurestmassen aufweist. Somit ergibt sich unter Verwendung der Kupferkonzentration von 670 mg Cu/kg für unsortierte Baurestmassen [Brunner & Stämpfli, 1993], wie sie bereits in der Berechnung der Baurestmassen verwendet wird, ein Kupferlager in den Bauwerken der Sonstigen Branchen von 450.000 t.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 110.000 – 1.800.000 t.

Das gesamte Kupferlager in Gebäuden der Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ beträgt 890.000 t. Dieser Wert stimmt gut überein mit den 860.000 t, die sich durch Hochrechnung des für die Schweiz bestimmten Wertes für das Kupferlager in Gebäuden von 105 kg/E [Wittmer, 2006] mit der Einwohnerzahl Österreichs von 8.175.000 [Statistik Austria, 2006b] ergibt.

ZUSAMMENFASSUNG LAGER

Eine zusammenfassende Darstellung des Lagers im Prozess „Sonstige Branchen“ wird in Tabelle 4-47 angeführt.

Tabelle 4-47: Zusammenfassung des Lagers im Prozess „Sonstige Branchen“

Lager	Cu - Lager [t Cu]	Level	SB - Anteil [%]	SB - Lager [t Cu]	Min SB-Lager [t Cu]	Max SB-Lager [t Cu]
Mobilien						
PKW	101.000	2	20	20.000	15.000	27.000
LKW	9.800	2	100	9.800	7.400	13.000
Elektrogeräte	52.000	2	100	52.000	39.000	69.000

Lager	Cu - Lager [t Cu]	Level	SB - Anteil [%]	SB - Lager [t Cu]	Min SB-Lager [t Cu]	Max SB-Lager [t Cu]
Mobilien						
Eisenbahn	16.000	2	100	16.000	12.000	21.000
Kfz – T.&Z.	3.000	3	100	3.000	1.500	6.000
Immobilien						
Gebäude	450.000	4	100	450.000	110.000	1.800.000
Netze						
Elektrizität	92.000	2	100	92.000	69.000	120.000
Telekom.	120.000	2	100	120.000	89.000	160.000
Eisenbahn	16.000	2	100	16.000	12.000	21.000
Summe (Werte gerundet)				780.000	350.000	2.200.000

Im Stahl befindet sich Kupfer als Verunreinigung. Der Kupferanteil beträgt 0,04 % [Kleineberg, 2005]. Das Eisenlager in den Sonstigen Branchen beträgt 39 Mio. t. [Daxbeck et al., 2003]. Das daraus resultierende Kupferlager (ca. 16.000 t) wird für die Berechnung des Kupferlagers jedoch nicht berücksichtigt.

BILANZIERUNG DES PROZESSES „SONSTIGE BRANCHEN“

Die Bilanzierung des Prozesses „Sonstige Branchen“ wird in Tabelle 4-48 dargestellt.

Tabelle 4-48: Bilanzierung des Prozesses „Sonstige Branchen“

PROZESS SONSTIGE BRANCHEN (SB)								
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		HA	Kupferwaren (SB)	SB	53.000	t	2	40.000
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	SB	Konsumabfälle (SB)	AW	16.000	t	2 - 4	8.700	33.000
	SB	Emissionen Atmosphäre (SB)	AT	n.b.	t	-	-	-
	SB	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (SB)	PH	600	t	4	150	2.400
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		LAGERBESTAND		780.000	t	2 - 4	350.000	2.200.000
		LAGERINPUT		53.000	t	2	40.000	70.000
		LAGEROUTPUT		17.000	t	2 - 4	8.900	35.000
		LAGERVERÄNDERUNG		36.000	t			
		LAGERBESTAND NEU		816.000	t	-	380.000	2.300.000

4.2.9 Prozess: „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ (AW)

Tabelle 4-49: Definition des Prozesses „Abfall- und Abwasserwirtschaft“

PROZESS ABFALL- UND ABWASSERWIRTSCHAFT (AW)				
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	RF	Raffinationsabfälle (RF)	AW	kupferhältige Abfälle aus der Raffination (Aschen, Schlacken, Stäube, Krätzen etc.)
	GH	Produktionsabfälle (GH)	AW	kupferhältige Abfälle aus der Gießerei & Halbzeugfertigung
	GP	Produktionsabfälle (GP1)	AW	kupferhältige Abfälle aus der Güterproduktion, die in die Abfallwirtschaft gelangen
	PHH	Konsumabfälle (PHH)	AW	kupferhältige Abfälle aus privaten Haushalten
	SB	Konsumabfälle (SB)	AW	kupferhältige Abfälle aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistung
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Beschreibung der Güter
	AW	Kupferschrotte (RF)	RF	rezyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Kupferraffination
	AW	Kupferschrotte (GH)	GH	rezyklierte Kupferschrotte und Kupferrohstoffe (inkl. Legierungen) für die Gießerei & Halbzeugfertigung
	AW	Kupferschrotte (EX)	EX	exportierte Kupferschrotte
	AW	Kupferabfälle (EX)	EX	exportierte, kupferhältige Abfälle
	AW	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (AW)	PH	Kupferemissionen im Sickerwasser
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Beschreibung der Güter
		LAGERBESTAND		deponierte, kupferhältige Abfälle
		LAGERINPUT		Raffinations-, Produktions- und Konsumabfälle aus Kupfer
		LAGEROUTPUT		rezyklierte und exportierte Kupferschrotte, exportierte kupferhältige Abfälle
		LAGERVERÄNDERUNG		Zuwachs an deponierten, kupferhaltigen Abfällen
	LAGERBESTAND NEU		deponierte, kupferhältige Abfälle	

INPUT

Güterfluss: Raffinationsabfälle (RF)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf <40 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Raffinationsabfälle (RF)“ befindet sich im Prozess „Raffination“ (siehe Kapitel 4.2.3).

Güterfluss: Produktionsabfälle (GH)

Dieser Güterfluss beträgt 4.000 t.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 2.000 – 8.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Produktionsabfälle (HF)“ befindet sich im Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (siehe Kapitel 4.2.4).

Güterfluss: Produktionsabfälle (GP1)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf 27.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 20.000 – 36.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Produktionsabfälle (GP)“ befindet sich im Prozess „Güterproduktion“ (siehe Kapitel 4.2.5).

Güterfluss: Konsumabfälle (PHH)

Dieser Güterfluss beträgt 16.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2 und 3, das ergibt eine Bandbreite von 8.700 – 33.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Konsumabfälle (PHH)“ befindet sich im Prozess „Private Haushalte“ (siehe Kapitel 4.2.7).

Güterfluss: Konsumabfälle (SB)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf 16.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2 und 3, das ergibt eine Bandbreite von 8.700 – 33.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Konsumabfälle (SB)“ befindet sich im Prozess „Sonstige Branchen“ (siehe Kapitel 4.2.8).

OUTPUT

Kupfer aus Elektroaltgeräten und Alt-Fahrzeugen kann dank entsprechender Technologie heute stofflich gut verwertet werden. WEEE und Alt-Kfz werden in Shredderanlagen zerkleinert, wo mithilfe von Siebanlagen, Sink-Schwimm Anlagen, NE-Scheidern mit Magnetfeldern und Micro-Sort Anlagen die Eisenfraktion von der Nicht-Eisenfraktion getrennt wird. Somit ist eine gute Kupferrecyclingrate dieser Güter möglich [Hausmann, 2005].

Güterfluss: Kupferschrotte (RF)

Dieser Güterfluss beträgt 13.000 t.

Datenunsicherheit: Level 1, das ergibt eine Bandbreite von 12.000 – 14.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Kupferschrotte (KV)“ befindet sich im Prozess „Raffination“ (siehe Kapitel 4.2.3).

Güterfluss: Kupferschrotte (GH)

Dieser Güterfluss beläuft sich auf 20.000 t.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 15.000 – 27.000 t.

Eine detaillierte Beschreibung des Güterflusses „Kupferschrotte (HF)“ befindet sich im Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“ (Kapitel 4.2.4).

Güterfluss: Kupferschrotte (EX)

Dieser Güterfluss beruht auf Daten der Außenhandelsstatistik und beträgt 18.000 t [Statistik Austria, 2004b].

Eine Auflistung der exportierten Kupferschrotte wird im Anhang, Tabelle 9-28 angeführt.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 14.000 – 24.000 t.

Güterfluss: Kupferabfälle (EX)

Dieser Güterfluss besteht ausschließlich aus Kabel. Gemäß Informationen der Salzburger Kabel- und Metallverwertungs- Ges.m.b.H. werden 6.000 t (60 %) der anfallenden Altkabel exportiert [Nagl, 2006].

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 3.000 – 12.000 t.

Güterfluss: Emissionen (AW)

Die European Environment Agency (EEA) hat in ihrem Technischen Bericht Nr. 38 gefährliche Emissionsbestandteile definiert und bewertet, welche in Deponien vorliegen und im Rahmen von Emissionen an die Umgebung abgegeben werden können. Demzufolge sind für Schwermetalle wie Kupfer „Ökologische Toxizität“ sowie „Humantoxizität“ als Gefährdungspotentiale angeführt. Allerdings besteht durch Schwermetalle häufig eine geringere Bedeutung, da sie häufig im Deponiekörper stabil festgelegt sind und einen geringen Beitrag zum Gesamtemissionsverhalten leisten [Schmid et al., 2000].

Im EU Life-Projekt EVAPASSOLD wurden die Grundlagen zur verbesserten Erstabschätzung des Gefährdungspotenzials von Abtablagerungen anhand ausgewählter Verdachtsflächen erarbeitet. Dabei wurde festgestellt, dass die organischen und anorganischen Schadstoffgehalte der durch Schürfe gewonnenen Abfallfeststoffproben und deren ökotoxikologischen Auswirken überwiegend gering waren. So wurden geringe Schwermetallgehalte an Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Zink festgestellt. Sie sind aufgrund ihrer Immobilität jedoch stark an das Abfallfeststoffgefüge fixiert, so dass sie nur in sehr geringen Konzentrationen über den Sickerwasserpfad freigesetzt werden [Niederösterreichische Landesakademie, 2005].

Der Emissionspfad von Kupfer aus der Abfallwirtschaft ist gering und wird im Weiteren nicht dargestellt.

LAGER

Die Ablagerungen von 1995 bis 2004 auf den vier Deponietypen sind bekannt und betragen in Summe 61 Mio. t [Perz, 2005].

Mithilfe einer Kategorisierung der abgelagerten Menge und den zugehörigen Konzentrationen lässt sich grob das in den Deponien abgelagerte Kupfer ermitteln, dass sich zwischen 1995 und 2004 aufgebaut hat (siehe Tabelle 4-50).

Tabelle 4-50: Berechnung der deponierten Kupfermenge von 1995 - 2004

Deponie	Abgelagerte Mengen 1995-2004 [t]	Cu - Konzentration [mg/kg]	Quelle für Cu - Konzentration	Deponiertes Kupfer 1995-2004 [t Cu]
Bodenaushub	20.485.034	53	[Obernosterer et al., 2003]	1.086
Baurestmassen	13.673.672	670	[Brunner & Stämpfli, 1993]	9.161
Reststoff	3.538.249	2.228	[Morf et al., 1997]	7.883
Massenabfall	23.972.018	460	[Baccini et al., 1993]	11.027
Gesamt	61.668.973			29.157

Von 1995 bis 2004 wurden 29.000 t Kupfer abgelagert. Dieses Lager entspricht der in Österreich auf den vier Deponietypen (Baurestmassen-, Bodenaushub-, Reststoff- und Massenabfalldeponie) abgelagerten Menge an Kupfer. Es wird angenommen, dass die insgesamt de-

ponierte Menge an Kupfer 10 mal so groß ist und 300.000 t beträgt. Dies basiert auf der Annahme, dass zwar die Abfallmengen in früheren Jahren geringer waren, allerdings der Kupferanteil im Abfall höher war.

Datenunsicherheit: Level 4, das ergibt eine Bandbreite von 75.000 – 1.200.000 t.

Der Zuwachs an Kupfer in Deponien kann aufgrund der ungenügenden Datenlage nicht abgeschätzt werden.

BILANZIERUNG DES PROZESSES „ABFALL- UND ABWASSERWIRTSCHAFT“

Die Bilanzierung des Prozesses „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ wird in Tabelle 4-51 dargestellt.

Tabelle 4-51: Bilanzierung des Prozesses „Abfall- und Abwasserwirtschaft“

PROZESS ABFALL- UND ABWASSERWIRTSCHAFT (AW)								
Input	Her-kunft	INPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		RF	Raffinationsabfälle (RF)	AW	40	t	1	
	GH	Produktionsabfälle (GH)	AW	4.000	t	3	2.000	8.000
	GP	Produktionsabfälle (GP1)	AW	27.000	t	2	20.000	36.000
	PHH	Konsumabfälle (PHH)	AW	16.000	t	2 - 4	8.700	33.000
	SB	Konsumabfälle (SB)	AW	16.000	t	2 - 4	8.700	33.000
Output	Her-kunft	OUTPUT GÜTER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
	AW	Kupferschrotte (RF)	RF	13.000	t	1	12.000	14.000
	AW	Kupferschrotte (GH)	GH	20.000	t	2	15.000	27.000
	AW	Kupferschrotte (EX)	EX	18.000	t	2	14.000	24.000
	AW	Kupferabfälle (EX)	EX	6.000	t	3	3.000	12.000
	AW	Emissionen Pedo-/Hydrosphäre (AW)	PH	n.b.	t	-	-	-
Lager	Her-kunft	LAGER	Ziel	Menge	Einheit	Level	Min	Max
		LAGERBESTAND		300.000	t	4	75.000	1.200.000
		LAGERINPUT		63.000	t	2	39.000	110.000
		LAGEROUTPUT		57.000	t	2	44.000	77.000
		LAGERVERÄNDERUNG		6.000	t			
		LAGERBESTAND NEU		310.000	t	-	70.000	1.300.000

5 Resultate

5.1 Kupferhaushalt Österreich

Der Kupferhaushalt Österreich umfasst den Weg des importierten und recycelten Kupfers von der Raffination (reine Sekundärproduktion) über die Gießerei & Halbzeugfertigung und Güterproduktion, über den Konsum kupferhaltiger Güter bis zu deren Entsorgung am Ende der Lebensdauer inklusive der Rückführung von Kupferschrotten in die Sekundärproduktion. Das Bilanzjahr ist, soweit Daten verfügbar sind, das Jahr 2003.

Der Kupferhaushalt Österreich ist geprägt von einem großen Fluss importierten aber auch exportierten Kupfers. Insgesamt werden nach Österreich jährlich 305.000 t Kupfer importiert. Im gleichen Zeitraum gelangen 223.000 t in den Export. Somit verbleiben 80.000 t Kupfer pro Jahr in Österreich. Unter Berücksichtigung des in Österreich anfallenden Sekundärkupfers werden jährlich 110.000 t an Kupfer umgesetzt.

Die für den Kupferhaushalt Österreich wichtigsten Güter sind: „Kupferdraht“, „Elektrische Kabel und Leiter“, „Rohre“, importierte „Kupferschrotte“ und „Raffiniertes Kupfer“.

Urproduktion

Seit mehreren Jahrzehnten findet in Österreich kein Kupferbergbau mehr statt. Ebenso wird keine Kupferverhüttung mehr durchgeführt. Das bekannte geogene Lager an Kupfer beträgt 330.000 t Cu.

Produktion (Raffination, Gießerei & Halbzeugfertigung, Güterproduktion)

Im Produktionssektor sind für den Kupferhaushalt Österreich drei Prozesse, die „Raffination“, die „Gießerei & Halbzeugfertigung“ und die „Güterproduktion“ von Bedeutung.

Das in der „Raffination“ eingesetzte Kupfer, 65.000 t, wird zum Großteil importiert (ca. 52.000 t Cu). Dabei handelt es sich ausschließlich um Kupferschrotte für den Schacht- und Flammofen. Kupfererze werden keine verhüttet. 13.000 t Kupfer ($\approx 20\%$) stammen aus der Rückführung von Kupferschrotten über die inländischen Abfallwirtschaft (Sekundärrohstoffhandel).

Aus der „Raffination“ gelangen ca. 19.000 t Kupfer in Form von Kathoden in die „Gießerei & Halbzeugfertigung“. Der Großteil, 46.000 t Kupfer ($\approx 70\%$) wird, ebenfalls in Kathoden, exportiert. Diese Fracht entspricht 20 % der gesamten Kupferexporte. Aus der „Raffination“ gelangen 200 t Verhüttungsabfälle in die Abfallwirtschaft. Diese Abfälle werden in weiterer Folge ins Ausland exportiert bzw. als Produkt (Sandstrahlmittel) verkauft.

Der gesamte Umsatz der „Gießerei & Halbzeugfertigung“ beträgt jährlich 98.000 t Cu, wobei 30.000 t Reinkupfer ($\approx 31\%$) importiert werden und 19.000 t Reinkupfer ($\approx 19\%$) aus der „Raffination“ bezogen werden. 10.000 t Cu ($\approx 10\%$) Kupferhalbzeuge werden von der „Gießerei & Halbzeugfertigung“ zur Weiterverarbeitung an die „Güterproduktion“ geliefert, 1.000 t Cu ($\approx 1\%$) kommen als Produktionsabfälle direkt aus der „Güterproduktion“ zurück. Der Großteil, 84.000 t ($\approx 86\%$) wird exportiert. In die „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ gelangen 4.000 t Kupferabfälle ($\approx 4\%$).

Der Umsatz der „Güterproduktion“ beläuft sich auf jährlich 205.000 t Cu, davon werden 195.000 t Cu importiert. Dies entspricht ungefähr 64 % der gesamten Kupferimporte. Den größten Import stellen Drähte sowie elektrische Leiter und Kabel mit zusammen 110.000 t Cu dar. 10.000 t Cu ($\approx 5\%$) stammen aus der inländischen Gießerei & Halbzeugfertigung. 69.000 t Cu in Kupferwaren ($\approx 34\%$) werden exportiert, davon sind 44.000 t Cu in elektrischen Leitern und Kabeln. Etwa 108.000 t Kupferwaren ($\approx 53\%$) verbleiben im Inland. Davon sind 33.000 t Kupfer in „Elektrischen Leitern und Kabeln“, weitere 25.000 t Kupfer befinden sich in „Rohren“ und 14.000 t Kupfer stecken in „Blechen und Bändern“. In die „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ gelangen 27.000 t Kupferabfälle ($\approx 13\%$).

Insgesamt gelangen in den Produktionssektor 340.000 t Cu, wovon knapp 200.000 t ($\approx 59\%$) exportiert werden. In der Produktion entstehen etwa 9 % kupferhaltige Abfälle, die restlichen 108.000 t Cu ($\approx 32\%$) gelangen in den Konsum.

Im Produktionssektor kommt es zu keiner Lagerbildung.

Konsum (Handel, Private Haushalte und Sonstige Branchen)

Im Dienstleistungssektor werden der Prozess „Handel“ als reiner Verteilungsprozess und die beiden Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ betrachtet.

Der gesamte Kupferumsatz im Dienstleistungssektor beträgt jährlich 108.000 t und stammt aus der „Güterproduktion“. Der Fluss wird zu 51 % zwischen die „Privaten Haushalte“ (55.000 t Cu) und 49 % den „Sonstigen Branchen“ (53.000 t Cu) aufgeteilt.

Der Input in den Prozess „Private Haushalte“ beträgt somit 55.000 t. Dieser Kupferfluss besteht im Wesentlichen aus 16.000 t Cu in „Elektrischen Leitern und Kabeln“, 12.000 t Cu in „Rohren“ und jeweils ca. 7.100 t Cu in „Blechen und Bändern“ und 6.900 t Cu im „PKW“. Aus den Haushalten gelangen rd. 16.000 t Cu ($\approx 29\%$) in Form von Konsumabfällen in die Abfallwirtschaft. Der Großteil ($\approx 71\%$), das sind die restlichen 39.000 t Cu werden in den Privaten Haushalten gespeichert und vergrößern das bereits vorhandene Lager.

Das anthropogene Lager hat eine Größe von 590.000 t Cu, davon beträgt der Anteil der Gebäude 440.000 t Cu. Das Gebäudelager besteht hauptsächlich aus „elektrischen Leitern und Kabeln“, „Rohren“ sowie „Blechen und Bändern“ als Fassaden- und Dachabdeckelementen. Das restliche Lager (150.000 t Cu) umfasst die langlebigen Konsumgüter und besteht im Wesentlichen aus den PKWs und den Elektro- & Elektronikgeräten. Der Lagerzuwachs beläuft sich auf jährlich 39.000 t Cu, sodass es unter Annahme eines konstanten Konsums in 15 Jahren zu einer Verdoppelung des Kupferlagers in den „Privaten Haushalten“ kommen wird.

Der Input in den Prozess „Sonstige Branchen“ beläuft sich auf 53.000 t. Der Kupferinput besteht vor allem aus 17.000 t Cu in „Elektrischen Leitern und Kabeln“, 13.000 t Cu in „Rohren“, 7.400 t Cu in „Blechen und Bändern“ und 6.000 t Cu in „Litzen, Kabeln und Seilen“. Den Prozess verlassen rd. 16.000 t Cu ($\approx 30\%$) in Form von Konsumabfällen in die Abfallwirtschaft. Die restlichen 37.000 t Cu ($\approx 70\%$) gehen in das anthropogene Lager der „Sonstigen Branchen“ und vergrößern das Lager.

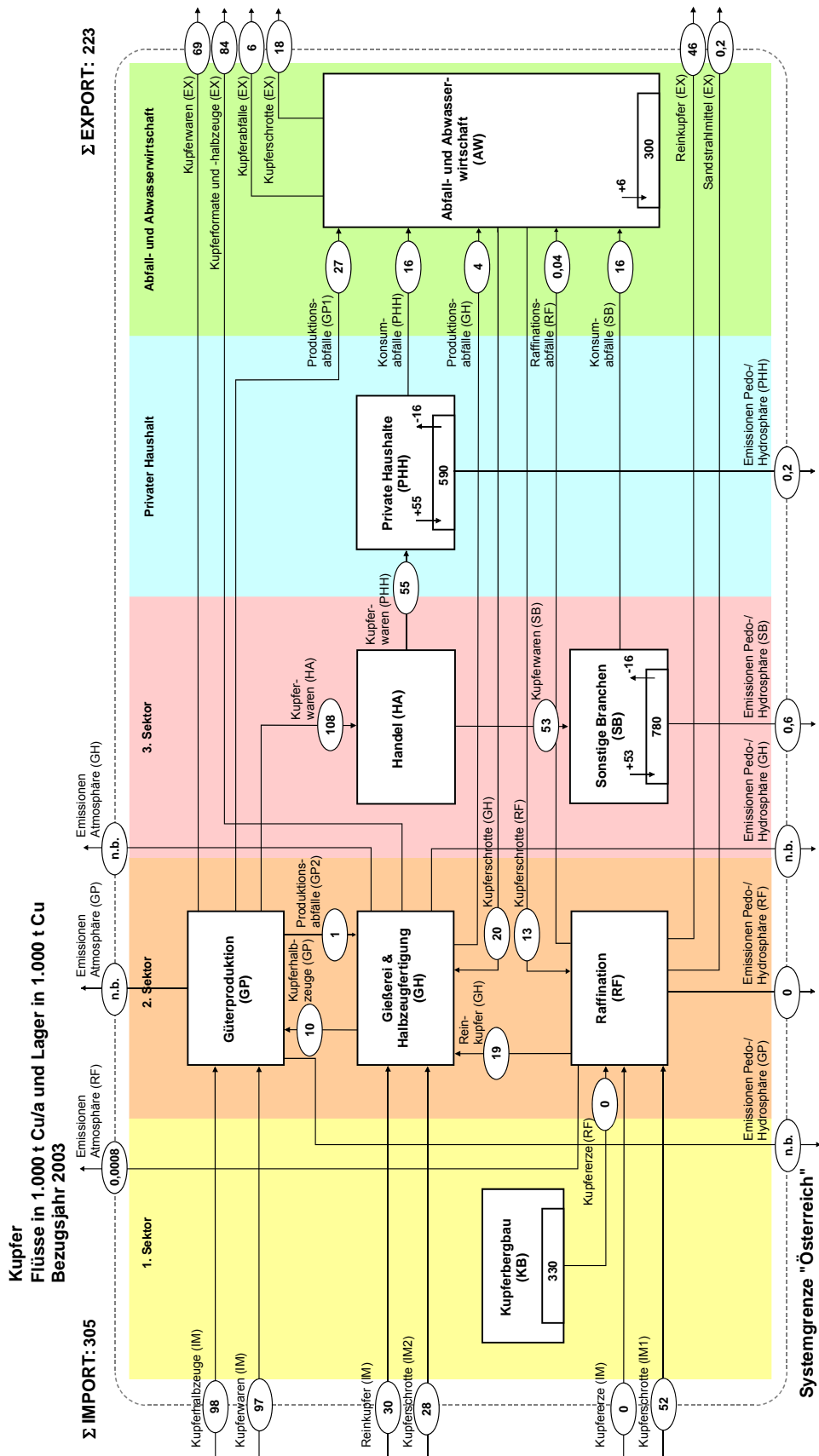


Abbildung 5-1: Kupferhaushalt Österreich; Bilanzjahr 2003

Das anthropogen aufgebaute Lager hat eine Größe von 780.000 t Cu, davon befinden sich 450.000 t Cu in den Gebäuden (hauptsächlich in „elektrischen Leitern und Kabel“ und in „Rohren“). Das restliche Lager besteht aus den Netzwerken (Elektrizität, Telekommunikation, Eisenbahn) und den langlebigen Konsumgütern (Elektrogeräte, Kfz, Eisenbahn). Der Lagerzuwachs beträgt jährlich ca. 37.000 t Cu, sodass es unter Annahme eines konstanten Konsums in rund 20 Jahren zu einer Verdoppelung des Kupferlagers kommen wird.

Abfall- und Abwasserwirtschaft

In den Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ gelangen jährlich 63.000 t Cu. Die größten Kupferabfälle fallen mit 31.000 t Cu ($\approx 49\%$) im Produktionssektor an. 27.000 t Cu stammen aus dem Prozess „Güterproduktion“ und 4.000 t Cu aus dem Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“. Die Konsumabfälle beinhalten 32.000 t Cu ($\approx 51\%$), wovon jeweils 16.000 t Cu aus den Prozessen „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ stammen.

Von den jährlich in Österreich anfallenden 63.000 t Cu in den Abfällen, werden etwa 33.000 t ($\approx 52\%$) im Inland recycelt und 24.000 t ($\approx 38\%$) exportiert. Die Cu-Fracht in den deponierten Abfällen beträgt 6.000 t Cu ($\approx 10\%$) und vergrößert das Deponielager.

Das Lager in Deponien hat eine Größe von 300.000 t Kupfer. Der Lagerzuwachs beträgt jährlich ca. 6.000 t Cu, sodass es unter Annahme eines konstanten Konsums in rund 50 Jahren zu einer Verdoppelung des Kupferlagers kommen wird.

5.2 Datenlage

Allgemeines

Die Quantifizierung der Flüsse der massenmäßig relevanten kupferhaltigen Güter erfolgt primär mithilfe von Produktionsangaben von Firmen, Angaben in der Literatur, der Außenhandels- und Konjunkturstatistik, dem Bundesabfallwirtschaftsplan sowie eigenen Berechnungen und Abschätzungen.

Die Kupfer-Konzentrationen der untersuchten Güter stammen aus der Literatur oder werden aus der chemischen Zusammensetzung des jeweiligen Gutes ermittelt oder sie werden abgeschätzt. Durch Multiplikation der kupferhaltigen Güterflüsse mit den jeweiligen Kupfer-Konzentrationen werden die Kupferstoffflüsse berechnet.

Die Bestimmung der Lager basiert grundsätzlich auf Literaturangaben, ExpertInnenwissen und eigenen Abschätzungen. Der Kupferbestand in Gebäuden wird über den durchschnittlichen Kupfergehalt in unsortierten Baurestmassen ermittelt. Die historische Entwicklung bzw. Veränderung des Einsatzes kupferhaltiger Güter im Bauwesen wird nicht berücksichtigt. Die Kupferlager in den Netzwerken der Infrastruktur (Elektrizitäts-, Telekommunikations-, Eisenbahnnetz) werden mittels Daten und Informationen der betroffenen Unternehmen bestimmt. Das Deponielager wird unter Berücksichtigung von vier Deponietypen für die letzten 10 Jahre ermittelt und extrapoliert.

Nachfolgend werden die Datenlage sowie offene Fragen der Kupferflüsse und –lager für die einzelnen Prozesse beschrieben.

Prozess „Kupferbergbau“

In Österreich wird kein Kupfererz abgebaut. Die Größe der derzeit bekannten abbauwürdigen Lagerstätten basiert auf einer Schätzung der Geologischen Bundesanstalt.

Der Output ist bekannt (Bandbreite: \pm Faktor 1). Das Lager des Prozesses kann gut abgeschätzt werden (Bandbreite: \pm Faktor 1,33).

Prozess „Raffination“

Die Daten stammen großteils direkt von den Montanwerken Brixlegg. Die Montanwerke sind der einzige Betrieb in diesem Prozess. Ergänzende Daten werden der Außenhandelsstatistik sowie weiteren Firmenangaben entnommen. Sämtliche Daten können als sehr zuverlässig eingestuft werden.

Die Input- und Outputflüsse des Prozesses können sehr gut abgeschätzt werden (Bandbreite: \pm Faktor 1,1).

Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“

Die Datengrundlage für die Inputflüsse in diesen Prozess stammen aus der Außenhandelsstatistik sowie von den Montanwerken Brixlegg und sind als zuverlässig einzustufen. Die Outputdaten beruhen großteils auf Auskünften der vier wichtigsten in diesem Bereich tätigen Betriebe Österreichs. Die Unternehmen gaben jedoch die Daten nur teilweise bekannt, so dass die Produktionsdaten zum Teil unvollständig und nur vage sind. Sie sind daher mit einer größeren Unsicherheit behaftet. Beispielsweise konnten keine Angaben darüber gemacht werden, zu welchem Anteil es sich bei den produzierten Halbzeugen um Kupferlegierungen handelt oder wie viele Abfälle bei der Produktion anfallen.

Die Inputflüsse des Prozesses können sehr gut abgeschätzt werden (Bandbreite: \pm Faktor 1,1). Die Outputflüsse des Prozesses können im Falle der produzierten Halbzeuge gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) und im Falle der Produktionsabfälle grob (Bandbreite: \pm Faktor 2) abgeschätzt werden.

Prozess „Güterproduktion“

Die Inputflüsse werden der Außenhandelsstatistik und dem Statistischen Jahrbuch für Österreich entnommen. Weitere Inputflüsse stammen von den österreichischen Halbzeugherstellern. Auf die Unsicherheit der Daten der Halbzeughersteller wurde bereits hingewiesen. Die Outputflüsse werden der Außenhandels- bzw. Konjunkturstatistik, dem statistischen Jahrbuch für Österreich und der Fachliteratur entnommen. Weiters beruhen sie auf Firmenangaben oder stammen, wie im Falle der Produktionsabfälle aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan. Der Outputfluss in den Handel ergibt sich aus der Bilanzierung des Prozesses.

Die Inputflüsse aus der Gießerei & Halbzeugfertigung können gut abgeschätzt werden (Bandbreite: \pm Faktor 1,33). Die importierten und exportierten Kupferwaren können je nach Gut gut bis grob abgeschätzt werden (Bandbreite: \pm Faktor 1,33 bis \pm Faktor 2). Die Outputflüsse der produzierten Kupferwaren sowie der Produktionsabfälle können gut abgeschätzt werden (Bandbreite: \pm Faktor 1,33).

Prozess „Handel“

Die Inputflüsse beruhen auf den abgeglichenen Daten der Außenhandels- bzw. Konjunkturstatistik, der Fachliteratur sowie auf Firmenangaben. Der Handel ist ein reiner Transport- und Verteilungsprozess, wodurch die Inputdaten übernommen werden. Den Outputflüssen wird die Bandbreite aus dem Input zugewiesen.

Die Inputflüsse aus der Güterproduktion in den Handel sowie die Outputflüsse aus dem Handel in den Konsum können gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) abgeschätzt werden.

Prozess „Private Haushalte“

Die Bandbreite der Inputflüsse entspricht jener der Outputflüsse des Prozesses „Handel“. Der Output aus dem Prozess „Private Haushalte“ wird durch die Abfallflüsse gebildet. Diese ergeben sich aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan, ergänzt durch Literaturdaten. Das Lager der langlebigen Konsumgüter basiert auf Daten aus dem Statistischen Jahrbuch für Österreich sowie auf verschiedenen Literaturangaben. Weitere Daten stammen von ExpertInnen. Je nach Gut können die Daten zuverlässig bis grob abgeschätzt werden. Das Immobilienlager besteht aus dem Gebäudelager und wird über eine durchschnittliche Kupferkonzentration in Baurestmassen hochgerechnet und weist dementsprechend einen sehr hohen Unsicherheitsfaktor auf.

Die Inputflüsse aus dem Handel können gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) abgeschätzt werden. Die Outputflüsse (resp. Abfallflüsse) sowie das Lager der langlebigen Konsumgüter können gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) bis grob (Bandbreite: \pm Faktor 2) abgeschätzt werden, während das Immobilienlager nur sehr grob abgeschätzt werden kann (Bandbreite: \pm Faktor 4).

Prozess „Sonstige Branchen“

Die Bandbreite der Inputflüsse entspricht jener der Outputflüsse des Prozesses „Handel“. Die Abfallflüsse ergeben sich aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan, ergänzt durch Literaturdaten. Das Lager der langlebigen Konsumgüter basiert auf Daten aus dem Statistischen Jahrbuch für Österreich sowie auf verschiedenen Literaturangaben. Weitere Daten stammen von ExpertInnen. Je nach Gut können die Daten zuverlässig bis grob abgeschätzt werden. Das Immobilienlager besteht aus dem Gebäudelager und wird über eine durchschnittliche Kupferkonzentration in Baurestmassen hochgerechnet und weist dementsprechend einen sehr hohen Unsicherheitsfaktor auf. Zusätzlich wird das Immobilienlager um die Lager der Netze (Elektrizität, Telekommunikation, Eisenbahn) ergänzt. Die Datenlage ist gut. Die Daten zur Berechnung der Lager der Netze stammen aus dem Statistischen Jahrbuch für Österreich, aus der Literatur sowie von ExpertInnen.

Die Inputflüsse aus dem Handel können gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) abgeschätzt werden. Die Outputflüsse (resp. Abfallflüsse) sowie das Mobilienlager können gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) bis grob (Bandbreite: \pm Faktor 2) abgeschätzt werden. Die Netzwerklager innerhalb des Immobilienlagers können gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33), die Gebäudelager jedoch nur sehr grob (Bandbreite: \pm Faktor 4) abgeschätzt werden.

Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“

Die Inputflüsse in den Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ bestehen aus verschiedenen Abfallflüssen. Die Daten über die Produktionsabfälle aus der Raffination stammen von den Montanwerken Brixlegg. Jene aus der Gießerei & Halbzeugfertigung werden auf Basis quali-

tativer ExpertInnenaussagen grob abgeschätzt. Die Abfalldaten aus der Güterproduktion stammen aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan. Die größten Unsicherheiten bei den Inputflüssen weisen die Konsumabfälle auf. Die Quellen für die Abschätzung stammen aus dem Statistischen Jahrbuch für Österreich, dem Bundesabfallwirtschaftsplan sowie Angaben aus der Literatur sowie von ExpertInnen. Hier liegen zum Teil nur unzureichend genaue Daten vor, die grob abgeschätzt werden. Beispielsweise kann bei den Baurestmassen keine Aussage darüber gemacht werden, inwieweit es sich bei dem im Bundesabfallwirtschaftsplan genannten Wert um vor- bzw. unsortierte Baurestmassen handelt bzw. ob und wie viel Kupfer bereits vor dem Abriss von den Abbruchgebäuden entfernt wurde.

Die Outputflüsse, die sich auf Daten der Montanwerke Brixlegg stützen, das sind die recycelten Kupferschrotte sowie die exportierten Abfälle sind als sehr zuverlässig, jene aus der Außenhandelsstatistik (exportierte Kupferschrotte) als zuverlässig einzustufen.

Das Deponielager wird, basierend auf Daten von vier Deponietypen über den Zeitraum 1995 bis 2004 und mittels Literaturangaben über die Kupfer-Konzentrationen des jeweiligen Deponieinputs ermittelt und extrapoliert. Es weist daher eine sehr große Unsicherheit auf.

Die Inputflüsse in den Prozess können im Falle der Verhüttungsabfälle sehr gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,1), im Falle der Produktionsabfälle aus der Güterproduktion gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) und im Falle der Produktionsabfälle aus der Gießerei & Halbzeugfertigung grob (Bandbreite: \pm Faktor 2) abgeschätzt werden. Die Konsumabfälle können je nach Abfall gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) bis grob (Bandbreite: \pm Faktor 2) und im Falle der Baurestmassen sehr grob (Bandbreite: \pm Faktor 4) abgeschätzt werden. Die Outputflüsse können sehr gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,1) bis gut (Bandbreite: \pm Faktor 1,33) abgeschätzt werden. Das Lager wurde sehr grob (Bandbreite: \pm Faktor 4) abgeschätzt.

5.3 Feststellung des Ressourcenpotentials, Defizitanalyse

Die Ergebnisse des Kupferhaushalt Österreichs werden bezüglich der Ziele des AWG evaluiert. Es wird nachfolgend untersucht, welche Ressourcen effizient und welche schlecht genutzt werden und wo wesentliche Umweltbelastungen ent- bzw. bestehen.

Die Ziele der Abfallwirtschaft sind im AWG 2002 folgendermaßen definiert [BGBl 102, 2002]:

- § 1. (1) Die Abfallwirtschaft ist im Sinne des Vorsorgeprinzips und der Nachhaltigkeit danach auszurichten, dass
1. schädliche oder nachteilige Einwirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze, deren Lebensgrundlagen und deren natürliche Umwelt vermieden oder sonst das allgemeine menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen so gering wie möglich gehalten werden,
 2. die Emissionen von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen so gering wie möglich gehalten werden,
 3. Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen, Deponievolumen) geschont werden,
 4. bei der stofflichen Verwertung die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe kein höheres Gefährdungspotential aufweisen als vergleichbare Primärrohstoffe oder Produkte aus Primärrohstoffen und

5. nur solche Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung keine Gefährdung für nachfolgende Generationen darstellt.

ad Ziel 1: Schutz von Mensch und Umwelt

Kupfer ist in der Anthroposphäre weit verbreitet. Der Einsatz dieser großen Mengen Kupfer in der Anthroposphäre führt zu Emissionen in die Umwelt, vor allem in Gewässer und Böden.

Untersuchungen in Deutschland haben gezeigt, dass vor allem die diffusen Emissionen in den letzten Jahrzehnten kaum abgenommen haben. Hauptverursacher dieser Emissionen sind die Landwirtschaft (vor allem Wirtschaftsdünger), der Verkehr durch den Abrieb von Bremsbelägen und die Korrosion kupferhaltiger Oberflächen. Im Gegensatz zu den diffusen Emissionen verursachen die aus der Produktion stammenden punktförmigen Emissionen aufgrund der bereits realisierten Reduktionsmaßnahmen eine vergleichsweise geringe Umweltbelastung.

Auf die Bedeutung von kupferhaltigen Dachdeckungen als eine Quelle für flächenhafte diffuse Emissionen wurde auch in Schweden hingewiesen. Die Korrosionsfrachten von Kupferdächern in Stockholm haben beispielsweise zu einer wesentlichen Kupferanreicherung in den Meeressedimenten geführt. Als Konsequenz daraus ergriff die Stadtverwaltung von Stockholm Maßnahmen, um den Einsatz von Kupferblechen als Baumaterial für Fassaden und Dachdeckung bei Neu- und Umbauarbeiten zu minimieren.

Da die diffusen Emissionen keine abnehmende Tendenz aufweisen, besteht grundsätzlich ein Handlungsbedarf zur Verringerung der Umweltbelastung durch diffuse Einträge.

Bedingt durch die diffusen Emissionen vor allem in Form von Dünger, Abrieb von Bremsbelägen, Pflanzenschutzmittel und Korrosion kupferhaltiger Oberflächen wird das erste Ziel des AWG nicht erreicht. Da gegenwärtig das Kupferlager in der Anthroposphäre aufgebaut wird, ist zukünftig auch mit einem Anstieg der diffusen Emissionen zu rechnen, daher erscheinen Maßnahmen zur Reduktion dieser Emissionen notwendig.

ad Ziel 2: Minimierung von gasförmigen Emissionen

Der Einsatz von Kupfer in der Anthroposphäre verursacht keine relevanten gasförmigen Emissionen, jedoch die Produktionsprozesse sind an Verbrennungsvorgängen gekoppelt. Als wesentliche Schadstoffe treten bei der Sekundärkupfererzeugung staubförmige Schwermetalle, SO₂, NO_x, Kohlenmonoxid und organische Schadstoffe inkl. Dioxine auf. Die Konzentration von Schwermetallen im Staub beträgt bis zu 80 %.

Für die Raffination des Kupfers sind wesentliche Emissionsquellen der Schachtofen, der Konverter, der Anodenofen und der Asarco-Ofen. Die Emissionsgrenzwerte für diese Öfen sind in Bescheiden geregelt, die sich an den Emissionsgrenzwerten der Nichteisenmetallverordnung orientieren. Die Messwerte liegen unter den Emissionsgrenzwerten.

Das zweite Ziel des AWG kann für die in Bescheiden geregelten Emissionen der Raffination als erreicht betrachtet werden. Für alle anderen produzierenden und verarbeitenden Betriebe liegen keine Daten über den Ausstoß gasförmiger Emissionen vor, weshalb für diese in Bezug auf die Erreichung des zweiten Zieles des AWG keine Aussagen getroffen werden können. Bei Einsatz des Standes der Technik kann jedoch das zweite Ziel des AWG als erreicht betrachtet werden.

ad Ziel 3: Ressourcenschonung

Unter Ressourcen werden im AWG Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen und Deponievolumen genannt. Eine Beantwortung der Frage nach der Ressourcenschonung wird im Einzelnen diskutiert.

- Rohstoffe: Die Recyclingrate der in die Abfallwirtschaft gelangenden Menge an Kupfer beträgt rund 90 % und kann als sehr hoch bezeichnet werden (bei Eisen vergleichsweise beträgt die Recyclingrate 33 % [Daxbeck et al., 2003]). Weiters werden die im Produktionssektor anfallenden Kupferabfälle praktisch vollständig intern recycelt. Es wird angenommen, dass dieser interne Recyclingfluss rund 10 % der produzierten Güter ausmacht. Viele Ressourcen befinden sich gegenwärtig jedoch im anthropogenen Lager selbst. Da dieses Lager wächst, ist in Zukunft mit steigenden Kupferflüssen in die Abfallwirtschaft zu rechnen. Zu berücksichtigen ist, dass speziell im Bereich der Infrastrukturnetze kupferhaltige Güter am Ende der Nutzungsdauer im Lager verbleiben und nicht der Abfallwirtschaft zugeführt werden. Beispielsweise wäre eine Abschätzung der im Boden befindlichen, aber nicht mehr in Verwendung stehenden Kupferkabel (z. B. Telekommunikations- oder Stromleitungen) wünschenswert, um dieses nicht genützte Sekundärrohstoffpotential beurteilen zu können. Die in den Baurestmassen befindliche Kupferfracht ist ungenügend bekannt. Die Kenntnis dieser Fracht ist jedoch für die Beurteilung der Recyclingrate von großer Bedeutung, denn erst dadurch wird es möglich zu überprüfen, ob die Recyclingrate verbessert werden kann.
- Wasser: Das Wasser als eigener Güterfluss bleibt in der Bilanz unberücksichtigt, daher können bezüglich der Ressourcennutzung keine Aussagen getroffen werden.
- Energie: Überlegungen zur Energie sind nicht Teil der Studie. Trotzdem kann jedoch grundsätzlich gesagt werden, dass in Österreich aufgrund der ausschließlichen Verwendung von Sekundärkupfer als Rohstoff, energetische Vorteile entstehen. Der Energieeinsatz, der für das Einschmelzen des Sekundärmaterials benötigt wird, entspricht nur einem Bruchteil dessen, der für die Metallgewinnung aus Erzen erforderlich ist. Weiters entfällt der Energieaufwand, der mit dem Erzabbau, der Aufbereitung und dem Transport zu den Verarbeitungsstätten verbunden ist. Man kann davon ausgehen, dass das Recycling von kupferhaltigen Abfällen (z. B. Kupferschrotten) drei bis zwanzig Mal energiesparender als die Primärproduktion ist.[Norrthon, 1996]
- Landschaft: Da der Kupferbergbau in Österreich seit 1977 eingestellt ist, gibt es seit nunmehr bald 30 Jahren keine Veränderungen des Landschaftsbildes durch explizite Kupferbewirtschaftung mehr.
- Flächen: Die verbrauchten Flächen durch den Erzbergbau sind lokal von Bedeutung. Es wurde nicht überprüft, inwieweit die verbrauchten Flächen beispielsweise durch Rekultivierungsmaßnahmen wiederhergestellt worden sind.
- Deponievolumen: Ein hoher Verwertungsanteil kupferhaltiger Abfälle hat neben der Schonung der natürlichen Ressourcen auch eine Schonung des Deponievolumens zur Folge. Grundsätzlich ist der Anteil des Kupfers, der auf eine Deponie gelangt, zu minimieren, da dieses Kupfer einer Wiederverwertung entzogen ist. In Bezug auf Schonung von Deponievolumen kann jedoch auch bei einer Erhöhung der Recyclingrate von Kupfer im Vergleich zu den deponierten kupferhaltigen Abfällen v.a. im Restmüll und in den Baurestmassen nur ein kleiner Beitrag geleistet werden.

Das dritte Ziel des AWG wird in Bezug auf die Schonung der Ressourcen Energie, Landschaft und Fläche erreicht. In Bezug auf die Ressourcen Rohstoffe und Deponievolumen wird das Ziel bedingt erreicht. Über die Ressource Wasser kann im Rahmen dieser Studie keine Aussage getroffen werden.

ad Ziel 4: Gefährdungspotential von Sekundärrohstoffen

Kupferschrotte können wiederverwertet werden, indem sie als Sekundärrohstoffe in den Produktionsprozess rückgeführt und ohne Qualitätsverlust raffiniert werden. Folglich weisen in der Raffination, aber auch in der Produktion eingesetzte Recyclingmaterialien bei einem hohen Reinheitsgrad generell kein höheres Gefährdungspotential als vergleichbare Primärrohstoffe oder Produkte aus Primärrohstoffen auf. Bei Recyclingmaterialien mit einem niedrigeren Reinheitsgrad trifft dies bei einer Wiederverwertung nach dem Stand der Technik ebenfalls zu.

Das vierte Ziel des AWG wird bei einer nach dem Stand der Technik durchgeführten Wiederverwertung des Kupfers erreicht.

ad Ziel 5: Gefährdungspotential von Ablagerungen

Kupfer wird aus Deponien über das Sickerwasser emittiert. Untersuchungen zeigen, dass bei Ablagerungen das Gefährdungspotential durch kupferhaltige Abfälle aufgrund der Immobilität des Kupfers vernachlässigbar und der Anteil am Gesamtemissionsaufkommen gering ist. Lediglich in den ersten Jahren nach der Ablagerung kommt es durch Auswaschung des in Lösung gehenden Kupferanteils zu erhöhten Konzentrationen im Sickerwasser.

Bei Deponien (z.B. Massenabfalldeponie, Reststoffdeponie), die dem Stand der Technik entsprechen, ist somit (vor allem langfristig) mit keinem Gefährdungspotential durch Kupferemissionen aus Ablagerungen zu rechnen. Dies trifft im Wesentlichen auch auf Altlasten zu. Trotzdem ist hier im Einzelfall zu überprüfen, ob mit einem Auftreten von Kupferemissionen aus Altdeponierungen zu rechnen ist, da Kupfereinträge via Sickerwasser ins Grundwasser gelangen können und so ein Gefährdungspotential darstellen.

Das fünfte Ziel des AWG wird bei einer nach dem Stand der Technik durchgeführten Abfalldeponierung erreicht.

5.4 Bewertung der Flüsse innerhalb der Abfallwirtschaft

Abfälle Produktion (Raffination, Gießerei & Halbzeugfertigung und Güterproduktion)

Die Raffinationsabfälle der „Raffination“ (Montanwerke Brixlegg) werden massenmäßig zu nahezu 100 % intern wiederverwertet. Etwa 0,3 % der anfallenden Abfälle werden als Produkt (Sandstrahlmittel) oder als Abfall (Filterstäube) exportiert. Die Filterstäube werden im Ausland einer Verwertung zugeführt. Mit einem Recyclinggrad von praktisch 100 % ist die Ressourcennutzung in der Raffination sehr hoch und auch sehr effizient.

Die Produktionsabfälle in der „Gießerei & Halbzeugfertigung“ werden teilweise intern im Kreislauf geführt, jene aus der „Güterproduktion“ gehen teilweise direkt in die Halbzeugfertigung zurück. Diese Menge an im kurzen Kreislauf recycelten Produktionsabfällen wird mit etwa 10 % der aus der Halbzeugfertigung in die Güterproduktion gelangenden Menge abgeschätzt.

Jene Abfälle aus den Prozessen „Gießerei & Halbzeugfertigung“ und „Güterproduktion“, die nicht intern verwertet werden, gelangen in die Abfallwirtschaft und werden entweder einer Verwertung oder einer Entsorgung zugeführt. Der genaue Verwertungs- bzw. Entsorgungsweg der Produktionsabfälle wird im Rahmen dieser Untersuchung nicht nachvollzogen. Es

kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Abfälle zum Großteil entweder im Inland oder im Ausland einem Recycling zugeführt werden.

Eine Gegenüberstellung der Abfallflüsse mit dem Rohstoffeinsatz zeigt, dass in der „Gießerei & Halbzeugfertigung“ etwa 4 % der eingesetzten Rohstoffe zu Abfall werden. In der Güterproduktion beträgt der Anteil der anfallenden Abfälle etwa 13 %. In der „Gießerei & Halbzeugfertigung“ kann die Ressourcennutzung als sehr hoch, in der Güterproduktion als hoch bezeichnet werden, die Optimierungspotentiale erscheinen gering.

Abfälle Konsum (Private Haushalte, Sonstige Branchen)

Die Konsumabfälle stammen von den „Sonstigen Branchen“ und den „Privaten Haushalten“.

Die Konsumabfälle (PHH) setzen sich aus Alt-Kabel, Alt-PKW, Elektroaltgeräten (WEEE), kupferhaltigen Schrotten, Restmüll, Sperrmüll und Baurestmassen zusammen. Die Tabelle 5-1 zeigt die Bedeutung der kupferhaltigen Abfallflüsse aus den Privaten Haushalten. Etwa 30 % des jährlich in die Privaten Haushalte eingebrachten Kupfers verlässt gleichzeitig das Lager der Privaten Haushalte. Von den etwa 16.000 t Cu, die pro Jahr aus den Privaten Haushalten in die Abfallwirtschaft gelangen, geht ein Großteil (83 %) in Recyclingprozesse. Das Kupfer in den Altkabel, Alt-PKW, kupferhaltigen Schrotten und in den Elektroaltgeräten (WEEE) wird im Wesentlichen über diverse Recyclingprozesse wieder der Produktion zugeführt. Wieviel Kupfer aus diesen Abfallflüssen schlussendlich nicht recycelt werden kann, wurde im Detail nicht untersucht. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass dieser Anteil <10 % ist.

Tabelle 5-1: Kupferflüsse in den „Konsumabfällen (PHH)“

Geschätzter Anteil der Privaten Haushalte an den Abfallflüssen	Cu in [t]
49 % der Altkabel	4.900
80 % der Alt-PKW	4.700
50 % der WEEE	2.800
49 % der Baurestmassen	1.700
49 % der kupferhaltigen Schrotte	1.000
70 % des Restmülls	770
40 % des Sperrmülls	180
SUMME (Werte gerundet)	16.000

Nur ein kleiner Teil (17 %) des über die drei Abfallflüsse Baurestmassen, Rest- und Sperrmüll aus den Privaten Haushalten in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfers wird in Depo-nien abgelagert und ist somit dem Recycling entzogen.

Die Menge des über die Baurestmassen deponierten Kupfers kann nur grob abgeschätzt werden und es ist davon auszugehen, dass diese Fracht eher unterschätzt wird. Weiters ist zu berücksichtigen, dass kupferhaltige Güter wie Dach- oder Fassadenelemente sowie Wasserleitungen oftmals vor dem Abriss eines Gebäudes beziehungsweise während der Umbau- oder Abbrucharbeiten von der Baustelle entfernt werden und einem Recyclingprozess bzw. dem Sekundärrohstoffhandel zugeführt werden. Diese Fracht kann statistisch nur schwer erfasst werden. Auch ist zu erwarten, dass gegenwärtig, trotz entsprechender gesetzlicher Regelung [BGBl 259, 1991a], nur ein Teil der Baurestmassen in Baurestmassensortieran-lagen geleitet wird und somit auch nur ein Teil des Kupfers über diese Anlagen ausgeschleust werden kann. Es ist daher zu untersuchen, welche Mengen Kupfer während bzw. vor den Umbau- bzw. Abrissarbeiten ausgesondert werden und welche Mengen Kupfer über die Bau-restmassensortieranlagen ausgeschleust werden können. Damit lassen sich Aussagen dar-

über treffen, wie viel Kupfer über die Baurestmassen schlussendlich auf die Deponien gelangen.

Das Kupfer im Restmüll stammt primär aus den Elektroaltgeräten, daher ist die Umsetzung der Elektroaltgeräteverordnung [BGBl II 121, 2005] eine mögliche Maßnahme, um das Kupfer vor der Verbrennung bzw. Deponierung auszuschleusen. Vor in Kraft treten der Verordnung im Jahr 2005 wurde daher ein beträchtlicher Anteil der Elektroaltgeräte (WEEE) nicht separat gesammelt, sondern über den Restmüll entsorgt. Bedingt durch eine zunehmend effizientere Umsetzung der Elektroaltgeräteverordnung kann davon ausgegangen werden, dass über eine verstärkte separate Sammlung und damit auch einer zunehmenden Verwertungsquote die Kupferfracht im Restmüll abnimmt. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der Beitrag des Kupfers im Restmüll an der gesamten Kupferfracht in den gesamten Abfallflüssen aus den Privaten Haushalten mit weniger als 5 % nur gering ist.

Die Konsumabfälle (SB) setzen sich aus Alt-Kabel, Elektroaltgeräten (WEEE), kupferhaltigen Schrotten, Baurestmassen, Alt-LKW, Baustellenabfällen, Rest- und Sperrmüll zusammen. Die Tabelle 5-2 zeigt die Bedeutung der kupferhaltigen Abfallflüsse aus den Sonstigen Branchen. Etwa 30 % des jährlich in die Sonstigen Branchen eingebrachten Kupfers verlässt gleichzeitig das Lager der Sonstigen Branchen. Von den etwa 16.000 t Cu, die pro Jahr in die Abfallwirtschaft fließen, gelangt ein Großteil (80 %) in Recyclingprozesse. Das Kupfer in den Altkabel, Elektroaltgeräten (WEEE), kupferhaltigen Schrotten, Alt-Maschinen (LKW, PKW u.a.) wird zum Großteil über diverse Recyclingprozesse wieder der Produktion zugeführt. Wieviel Kupfer aus diesen Abfallflüssen schlussendlich nicht recycelt werden kann, wurde im Detail nicht untersucht. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass dieser Anteil <10 % ist.

Tabelle 5-2: Kupferflüsse in den „Sonstigen Branchen (SB)“

Geschätzter Anteil der „Sonstigen Branchen“ an den Abfallflüssen	Cu in [t]
51 % der Altkabel	5.100
50 % der WEEE	2.800
51 % der Baurestmassen	1.800
100 % der Alt-LKW, Alt-Eisenbahnen und Alt-Arbeitsmaschinen	1.600
100 % der Baustellenabfälle	1.400
20 % der Alt-PKW	1.200
51 % der kupferhaltigen Schrotte	1.000
30 % des Restmülls	330
60 % des Sperrmülls	260
SUMME (Werte gerundet)	16.000

Etwa 20 % des über die vier Abfallflüsse Baurestmassen, Baustellenabfälle, Rest- und Sperrmüll aus den Sonstigen Branchen in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfers wird in Deponien abgelagert und ist somit dem Recycling entzogen.

Für die Kupferfracht in den Baurestmassen und im Restmüll aus den Sonstigen Branchen gelten dieselben Aussagen wie sie in den Privaten Haushalten getroffen wurden. Die Menge des über die Baurestmassen deponierten Kupfers kann nur grob abgeschätzt werden und es ist davon auszugehen, dass diese Fracht eher unterschätzt wird. Durch eine zunehmend effizientere Umsetzung der Elektroaltgeräteverordnung kann davon ausgegangen werden, dass über eine verstärkte separate Sammlung und damit auch einer zunehmenden Verwertungsquote die Kupferfracht im Restmüll abnimmt.

Ungenutzte Ressourcenpotentiale und letzte Senken

Der Kupferhaushalt Österreich zeigt, dass die im Produktionssektor anfallenden kupferhaltigen Abfälle entweder unmittelbar recycelt werden oder über die Abfallwirtschaft einem Recyclingprozess zugeführt werden. Praktisch die gesamte Menge an kupferhaltigen Produktionsabfällen wird in Form von Kupferschrotten recycelt und in der Produktion wieder eingesetzt oder exportiert, um im Ausland in der Produktion verwendet zu werden. Im Produktionssektor ist daher die Ressourcennutzung extrem hoch, es gehen keine wesentlichen Kupferfrachten verloren.

Knapp 10 % des in die Abfallwirtschaft fließenden Kupfers wird auf Deponien abgelagert. Dieser Kupferfluss beträgt etwa 5 % des jährlich in Österreich eingesetzten Kupfers (ohne Berücksichtigung der exportierten Kupfermengen). Damit geht extrem wenig Kupfer verloren und die Recyclingrate liegt bei über 90 %. Ein möglicherweise wesentliches ungenutztes Ressourcenpotential in der Abfallwirtschaft befindet sich in den Baurestmassen. Um beurteilen zu können, wie groß dieses Potential tatsächlich ist, ist die Kupferfracht in den Baurestmassen zu bestimmen. Die Ermittlung dieses Potentials hilft auch, die Umsetzung der Baurestmassentrennverordnung zu überprüfen.

Etwa 15 % des in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfers (jährlich etwa 10.000 t Cu) sind Alt-Kabel. Davon werden ca. 40 % in Österreich recycelt und dem Produktionsprozess zugeführt, die restlichen 60 % gelangen in den Export, um im Ausland recycelt zu werden. Neben den Alt-Kabel wird etwa die dreifache Menge Kupferschrott exportiert, d.h. insgesamt gelangen etwa 40 % des in die Abfallwirtschaft fließenden Kupfers in das Ausland und gehen somit dem österreichischen Produktionssektor verloren. Es ist nicht bekannt, wohin diese Abfälle exportiert werden und unter welchen Umweltstandards sie recycelt werden. Bei den Alt-Kabeln ist bekannt, dass der Anteil an exportierten und im Ausland recycelten Alt-Kabeln kontinuierlich zunimmt. Dies führt dazu, dass in Österreich vorhandene Kapazitäten aber auch Know-how sukzessive verloren gehen. Dass Produktions- aber auch Recyclingprozesse ausgelagert werden, ist keine neue Entwicklung. Zu bedenken ist jedoch, dass unter Umständen im Ausland weniger strenge Umweltgesetze gelten als in Österreich, dadurch eventuell auch höhere Preise für die angekauften Altstoffe bezahlt werden können und dass das Recycling der Abfälle schlussendlich zu höheren Emissionen bzw. Umweltbelastungen führt, als dies bei einem Recycling in Österreich der Fall wäre. Werden diese Sekundärrohstoffe schlussendlich wieder nach Österreich importiert, dann ist das importierte Sekundärkupfer mit einem größeren ökologischen Rucksack versehen, als das in Österreich aufbereitete. Bei einem weiteren Voranschreiten dieser Tendenz kann dies dazu führen, dass dem österreichischen Sekundärrohstoffhandel sukzessive die Rohstoffe abhanden kommen, damit Arbeitsplätze in Österreich verloren gehen und die kupferhaltigen Abfälle unter unkontrollierten Umweltbedingungen recycelt und mit einem großen ökologischen Rucksack behaftet dem Produktionsprozess wieder zugeführt werden.

Von den in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupferflüssen werden knapp 10 % auf Deponien abgelagert, die restlichen 90 % fließen in diverse Recyclingprozesse. Unter der Voraussetzung, dass die Baurestmassen und die Baustellenabfälle auf Baurestmassendeponien abgelagert werden, sind sie eine geeignete Senke für diese Abfallfraktionen. Reststoffdeponien, auf denen Reststoffe der Restmüllbehandlung abgelagert werden, sind für diese ebenfalls geeignete Senken.

5.5 Bewertung der Flüsse außerhalb der Abfallwirtschaft

Die Rohstoffe zur Kupferherstellung sind Metallerze oder Konzentrate aus Minen sowie Recyclingmaterialien. Viele europäische Länder müssen in Ermangelung natürlicher Kupfervorkommen ihren Bedarf durch Importe bzw. durch Rückführung und Wiederverwertung von Kupferabfällen decken. Aus Ländern wie China oder Indien ist in den letzten Jahren eine verstärkte Nachfrage nach Rohstoffen zu verzeichnen. Um diese Nachfrage zu befriedigen, werden auch protektionistische Handelsinstrumente (wie beispielsweise Steuerrückvergütungen, Importzölle, Exportverbote) eingesetzt, Wettbewerbsverzerrungen sind die Folge. Erze, Konzentrate und vor allem Schrotte fließen aus Europa ab, da der europäische Sekundärrohstoffhandel mit den „asiatischen“ Preisen nicht mithalten kann. Dies hat schlussendlich einen Einfluss auf die gesamte Wertschöpfungskette von der Kupfererzeugung bis zur Produktion.

Da Österreich nur Recyclingmaterial für die Kupferherstellung verwendet, bedeutet diese Entwicklung zunehmend ein Abfließen der in Österreich vorhandenen Kupferabfälle (Schrotte und Alt-Kabel) in Richtung Fernost, gepaart mit einer Erschwernis beim Einkauf von Kupferschrotten auf dem Weltmarkt. Auf längere Sicht bedeutet dies eine Gefährdung des Standortes Österreich in der Sekundärrohstoffaufbereitung, da bei einem kontinuierlichen Rückgang der in Österreich verfügbaren kupferhaltigen Abfälle ein effizientes Recycling zunehmend ökonomisch unrentabel wird.

Einen weiteren Aspekt stellt die Einhaltung von Umwelt- und ArbeitnehmerInnenschutzstandards dar. Die Verwertung von Kupferschrotten wird in Österreich unter Beachtung von strengen Umweltgesetzen und unter Einsatz von fortschrittlicher Umwelttechnologie durchgeführt, wodurch sowohl die ArbeitnehmerInnen aber auch die Umwelt geschützt werden. Die Technologie ist hoch entwickelt und gewährleistet ein effizientes Recycling. Im krassen Gegensatz dazu stehen die Arbeitsbedingungen in Fernost, wo ArbeitnehmerInnen manuell und vielfach ohne Beachtung der Erfordernisse der Arbeitssicherheit ihre Tätigkeiten durchführen. Hier sind die Verantwortlichen gefordert, gesetzliche Bedingungen und internationale Regelwerke zu schaffen, welche entweder Exporte in Zielstaaten in denen die Einhaltung von Umwelt- und ArbeitnehmerInnenschutzstandards nicht gewährleistet ist erschwert oder Importe aufbereiteter Sekundärrohstoffe aus solchen Staaten in Abhängigkeit des jeweiligen ökologischen Rucksacks erschwert oder sogar verhindert.

Eine grundsätzliche Schwierigkeit im Rahmen der Wiederverwertung verursacht die Tatsache, dass das Kupfer in den kupferhaltigen Abfällen mit einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand wieder aus den Abfällen zurück gewonnen werden kann. Je schwieriger und aufwendiger die Bestandteile zu trennen sind, desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass dies aus wirtschaftlichen Gründen nicht getan wird. Hier sind neue eco-design Ansätze gefordert, sowohl in der Forschung als auch in der Anwendung bzw. Umsetzung.

Wichtig ist diese Forderung vor dem Hintergrund, dass gegenwärtig ein gewaltiges Kupferlager in der Anthroposphäre aufgebaut wird, welches jährlich wächst. Dieses Lager gilt es auf der einen Seite in Zukunft zu bewirtschaften (dafür sind entsprechende Technologien und Konzepte zu entwickeln) und andererseits ist beim jährlichen Neuaufbau dieses Lagers bereits an die Zeit, wo diese Güter zu Abfall werden, zu denken.

Kurz zusammengefasst besteht das anthropogene Lager aus dem Gebäudelager (elektrische Leiter, Litzen, Kabel, Rohre, Bleche und Bänder), dem Netzwerklager (Elektrizität, Telekommunikation und Eisenbahn) und dem Lager der Gebrauchsgüter (KFZ, Elektrogeräte).

Die Bewirtschaftung kann dahingehend erfolgen, dass Abschätzungen zu treffen sind, in welchen Zeiträumen zukünftig welche Quantitäten und Qualitäten von kupferhaltigen Abfällen in die Abfallwirtschaft gelangen. Es ist zu überprüfen, dass für die Rückgewinnung des Kupfers der kupferhaltigen Abfälle entsprechende Aufbereitungstechnologien zeitgerecht entwickelt werden. Dies ist auch aus Gründen der Vorsorge aber auch der Ressourcenschonung erforderlich. Weiters ist Vorsorge zu tragen, dass das in die Lager eingebaute Kupfer am Ende der Nutzungsdauer des Gutes nicht im Lager verbleibt (z.B. Erdkabel im Elektrizitätsnetz), sondern ausgebaut wird.

Daraus ergibt sich die Forderung nach Unterstützung neuer Technologien im Zusammenhang mit dem Einbau von Kupfer (aber auch anderer potentieller Rohstoffe) in Gebrauchsgütern, vor allem aber in die Güter der Infrastruktur. Ziel dieser neuen Technologien muss es sein, bereits bei der Produktion eines Gutes Vorkehrungen zu treffen, welche die Rückgewinnung des Kupfers begünstigt, sobald das Produkt zu Abfall geworden ist. Dies können beispielsweise definierte Ausbaustellen (z.B. Sollriss- bzw. Sollbruchstellen) sein, um Rohr- oder Kabelleitungen überhaupt bzw. leichter aus Gebäuden demontieren zu können. Dies könnte beispielsweise in zukünftigen Normen berücksichtigt oder eventuell sogar verpflichtend vorgeschrieben werden.

6 Schlussfolgerungen

Aus den Resultaten können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- **In Österreich findet kein Kupfererzbergbau mehr statt, es werden auch praktisch keine Kupfererze importiert, der gesamte Kupferbedarf Österreichs (ca. 340.000 t Cu) wird durch Sekundärkupfer gedeckt. Ein Großteil des Kupfers wird nach Österreich importiert (ca. 305.000 t Cu), hier veredelt und auch wieder exportiert.**

Die einzige Kupferraffinerie Österreichs bezieht ihre Rohstoffe zur Gänze aus Sekundärkupfer. Insgesamt werden jährlich 305.000 t Cu in Form von Reinkupfer, Kupferschrotten, Halbzeugen und Kupferwaren zur Weiterverarbeitung nach Österreich importiert. Weitere 33.000 t Cu gelangen über den österreichischen Sekundärrohstoffhandel in die Produktion. Dem gegenüber stehen 220.000 t Cu an exportiertem Kupfer und 110.000 t Cu die in den österreichischen Konsum gelangen. Österreich veredelt Kupfer hauptsächlich für den ausländischen Markt, lediglich 35 % der produzierten Kupferwaren verbleiben im Inland.

- **Das anthropogene Kupferlager ist das größte Rohstofflager in Österreich. Es beträgt etwa 1.400.000 t Cu und setzt sich zu rund 80 % aus dem Gebäude- und dem Netzwerklager und zu rund 20 % aus dem Lager der langlebigen Gebrauchsgüter zusammen. Im Vergleich dazu ist das Kupferlager in Deponien und jenes in den natürlichen Kupferlagerstätten Österreichs mit jeweils ca. 300.000 t Cu rund viermal kleiner.**

Das Kupferlager in der Anthroposphäre besteht zu 65 % aus den langlebigen Gütern im Gebäudelager (890.000 t Cu) und setzt sich hauptsächlich aus „elektrischen Leitern und Kabeln“, „Rohren“ sowie „Blechen und Bändern“ als Fassaden- und Dachabdeckelementen zusammen. Weitere 17 % (230.000 t Cu) trägt das Lager der Netzwerke (Elektrizität, Telekommunikation, Eisenbahn) bei. Die restlichen 18 % (250.000 t Cu) des anthropogenen Lagers werden durch das Lager an langlebigen Gebrauchsgütern (Kraftfahrzeuge, Elektrogeräte), die eine wesentlich geringere Aufenthaltszeit im Lager aufweisen, gebildet.

- **Das anthropogene Kupferlager ist nicht im Fließgleichgewicht, es wächst jährlich um 6 - 8 %. Der Einsatz langlebiger Güter hat einen Lageraufbau in der Anthroposphäre zur Folge. Damit werden große Mengen des Kupfers für Jahre bis Jahrzehnte in den langlebigen Konsumgütern und in den Gebäude- und Netzwerklagern gebunden. Eine Bewirtschaftung dieser Lager ist notwendig, um auch langfristig das Ziel der Ressourcenschonung zu erreichen.**

Das Kupferlager in der Anthroposphäre stellt die Abfälle der Zukunft dar. Gleichzeitig birgt es das wichtigste Rohstoffpotential der Zukunft. Der Lagerzuwachs ist nicht auf die langlebigen Konsumgüter zurückzuführen, denn im Vergleich zum Gebäude- und Netzwerklager ist dieses in der Nähe eines Fließgleichgewichtes, d.h. die unterschiedlichen Konsumgüter werden durch neu gekaufte Konsumgüter ersetzt. Im Gegensatz dazu fließen in die Gebäude- und Netzwerklager wesentlich mehr Güter als im selben Zeitraum zu Abfall werden. Da die Aufenthaltszeit dieser Güter jedoch Jahrzehnte beträgt, bedeutet dies, dass nur ein geringer Teil des gegenwärtig ins Lager fließenden Kupfers in den

nächsten Jahren zu Abfall wird und das Lager verlässt und über eine sehr lange Zeit von mehreren Jahrzehnten dort gebunden ist. Es gilt, dieses Lager in seiner zeitlichen Dynamik zu kennen um zeitgerecht die zukünftig anfallenden Abfallflüsse bewirtschaften zu können und das vorhandene Ressourcenpotential Kupfer als Sekundärrohstoff weiterhin, möglichst effizient nutzen zu können.

- **Der Kupferhaushalt Österreichs zeigt, dass die Ressource Kupfer äußerst effizient genutzt wird. Von dem in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfer gelangen 90 % in diverse Recyclingprozesse im Inland als auch im Ausland. Knapp 10 % des Kupfers wird auf Deponien abgelagert und wird somit auch einem zukünftigen Recycling entzogen.**

Der Produktionssektor geht sehr sorgfältig mit der Ressource Kupfer um. Der Kupfereinsatz ist gekennzeichnet durch eine hohe interne Recyclingrate. Knapp weniger als 10 % der in der Produktion eingesetzten Rohstoffe verlassen diese über kupferhaltige Abfälle. Der Großteil dieses Kupfers ist jedoch nicht verloren, sondern wird in diversen Recyclingprozessen der Produktion wieder zugeführt. Die noch ungenutzten Ressourcenpotentiale liegen in den Baurestmassen und im Restmüll, aber auch im anthropogenen Lager.

- **Etwa 15 % des in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfers sind Alt-Kabel. Davon werden ca. 40 % in Österreich recycelt, die restlichen 60 % gelangen in den Export, und werden im Ausland recycelt. Neben den Alt-Kabel wird etwa die dreifache Menge Kupferschrott exportiert, d.h. insgesamt gelangen etwa 40 % des gegenwärtig in die Abfallwirtschaft fließenden Kupfers in das Ausland und gehen somit dem österreichischen Produktionssektor als Rohstoff verloren.**

Da im Produktionssektor ausschließlich Sekundärkupfer als Rohstoff eingesetzt wird, sollten die kupferhaltigen Abfälle nach Möglichkeit in Österreich gehalten werden. Da in Österreich ein entsprechendes Know How und entsprechende Recyclingtechnologien verfügbar sind, sollten diese genutzt werden, damit kann die Wertschöpfung die bei der Kupferaufbereitung erzielt wird, in Österreich erbracht werden. Die zum Einsatz kommende Technologie entscheidet aber auch über die Größe des ökologischen Rucksacks den die Kupferschrotte mit sich tragen. Im Ausland (v.a. in Asien) erfolgt die Aufbereitung der kupferhaltigen Abfälle häufig unter Missachtung von ArbeitnehmerInnen- und Umweltschutzbestimmungen. Dadurch, aber auch aus Gründen niedriger Lohnkosten, können für die angekauften kupferhaltigen Abfälle höhere Preise bezahlt werden, dem der österreichische Sekundärrohstoffhandel wenig entgegensetzen kann. Die jeweiligen ökologischen Rucksäcke werden gegenwärtig nicht erfasst. Es sollte nach Möglichkeiten gesucht werden, diese Rucksäcke zukünftig in die Preisgestaltung für Rohstoffe einzubeziehen.

- **Es ist gegenwärtig nur ungenügend bekannt, wie viel Kupfer über die Baurestmassen auf die Deponien gelangt. Die Kenntnis dieser Fracht ist jedoch entscheidend, da sie eine Aussage darüber zulässt, inwieweit die Baurestmassentrennverordnung zu einem verstärkten Abscheiden des Kupfers führt oder ob noch ungenutzte Potentiale für eine Optimierung des Recyclings von Kupfer vorhanden sind.**

Kupferhältige Abfälle wie Bänder, Bleche oder Rohre werden oft vor dem Abriss eines Gebäudes beziehungsweise während der Abbrucharbeiten von der Baustelle entfernt und entziehen sich damit häufig einer statistischen Erfassung. Die Baurestmassen, die an Baurestmassensortieranlagen geliefert werden, sind deshalb zumeist vorsortiert und enthalten nur mehr einen Teil des tatsächlichen Kupferabfalls in Baurestmassen. Auch ist zu erwarten, dass gegenwärtig, trotz entsprechender gesetzlicher Regelung nur ein Teil der Baurestmassen in Baurestmassensortieranlagen geleitet wird und somit auch nur ein Teil des Kupfers über diese Anlagen ausgeschleust werden kann. Es ist daher zu untersuchen, welche Mengen Kupfer während bzw. vor den Umbau- bzw. Abrissarbeiten ausgesondert werden und welche Mengen Kupfer über die Baurestmassensortieranlagen ausgeschleust werden können.

- **Der Einsatz von Kupfer in der Anthroposphäre ist weit verbreitet, dies führt zu Emissionen, vor allem in die Gewässer und Böden. Während die punktförmigen Emissionen in den letzten Jahrzehnten wesentlich abgenommen haben, blieben die diffusen Emissionen nahezu konstant. Da die diffusen Emissionen keine abnehmende Tendenz aufweisen, besteht grundsätzlich ein Handlungsbedarf zur Verringerung der Umweltbelastung durch diffuse Einträge.**

Hauptverursacher der diffusen Emissionen sind die Landwirtschaft (vor allem Wirtschaftsdünger), der Verkehr durch den Abrieb von Bremsbelägen und die Infrastruktur durch Korrosion kupferhältiger Oberflächen. Im Gegensatz zu den diffusen Emissionen verursachen die aus der Produktion stammenden punktförmigen Emissionen aufgrund der bereits realisierten Reduktionsmaßnahmen eine vergleichsweise geringe Umweltbelastung.

7 Zusammenfassung

7.1 Einleitung

Im Projekt „Beitrag der Abfallwirtschaft zum Kupferhaushalt Österreichs“ (ABASG III – Cu) werden das in Österreich gebrauchte Kupfer, sein Lager und die Abfälle untersucht. Dabei werden die massenmäßig wichtigsten kupferhaltigen Güter Österreichs identifiziert. Es werden die Flüsse durch die Volkswirtschaft von der Urproduktion bis zur Entsorgung dargestellt. Eine Auswertung der Ergebnisse erfolgt auf Basis des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG). Es wird verglichen, ob durch die derzeitige Bewirtschaftung von Kupfer die nachfolgend angeführten Ziele des AWG erfüllt werden. Ist dies nicht der Fall, werden Maßnahmen vorgeschlagen, um gegebenenfalls die Ressource Kupfer besser zu nutzen, den Verbrauch an Energie zu reduzieren und Abfälle und Emissionen insgesamt zu vermindern.

Um abzuschätzen, ob die Ziele und Grundsätze des AWG erfüllt werden, sieht das AWG ein Kontrollinstrument vor. Dieses ist der Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP), in dem der Ist-Zustand der österreichischen Abfallwirtschaft dargestellt wird, sowie Vorgaben und Maßnahmen dokumentiert sind. Die Kenntnis über Stoffflüsse und –lager in der Volkswirtschaft hilft beim setzen von effektiven Maßnahmen zur Erreichung der Ziele des AWG. Der BAWP umfasst eine Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft. Es werden beispielsweise die regionale Verteilung von Abfallbeseitigungsanlagen dargestellt, Vorgaben festgeschrieben und Maßnahmen geplant, um die Ziele und Grundsätze des AWG zu verwirklichen. Bereits getroffene Maßnahmen werden dargestellt und dem Nationalrat vorgelegt.

Im Bundesabfallwirtschaftsplan werden die anfallenden Abfälle und deren Verwertung bzw. Entsorgung erhoben, jedoch ohne deren Herkunft oder Entstehung zu dokumentieren. Die Stoffflussanalyse Kupfer des Projektes ABASG III - Cu ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung des Kupferhaushalts in Österreich und kann den abfallwirtschaftlichen Blickwinkel des BAWP um den volkswirtschaftlichen Blickwinkel erweitern. Es wird ersichtlich, ob Maßnahmen im Bereich der Abfallwirtschaft oder im Bereich der Volkswirtschaft zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Ressource Kupfer sowie den Kupferabfällen führen.

Das Projekt erfolgt in Fortsetzung der in den Jahren 2002 bis 2003 durchgeführten Studien „Güterhaushalt Österreich“ [Daxbeck et al., 2003], „Bauwerk Österreich“ [GUA & Vogel-Lahner, 2003], „Stickstoffbilanz Österreich“ [Obnosterer & Reiner, 2003] und „Aluminiumhaushalt Österreich“ [Pilz et al., 2003].

7.2 Zielsetzung und Fragestellungen

Ziel dieses Projektes ist es, die massenmäßig wichtigsten kupferhaltigen Güter (ohne Wasser und Luft), die durch die Volkswirtschaft Österreichs fließen, zu identifizieren und ihre Massenflüsse und Bestände in Produktion, Versorgung und Konsum zu bestimmen. Zusätzlich werden die Abfälle, die bei der Rohstoffgewinnung, der Produktion und dem Konsum anfallen, grob abgeschätzt.

Mit Hilfe der so erstellten Kupferbilanz wird der Stellenwert der Abfallwirtschaft für den Kupferhaushalt Österreichs beurteilt. Weiters wird geprüft, ob die derzeitige Bewirtschaftung kupferhaltiger Abfälle den Zielen des AWG entspricht oder nicht. Sollten die Ziele des AWG nicht

erfüllt werden, werden Vorschläge für eine zukünftige, optimale Nutzung der kupferhaltigen Abfälle erarbeitet.

7.3 Methodisches Vorgehen und Datenerfassung

Methoden der Stoffflussanalyse

Die Methode der Stoffflussanalyse ist ein Werkzeug zur Beschreibung und Analyse beliebig komplizierter Systeme und dient gemäß ÖNORM S 2096-1 zur Identifizierung und Quantifizierung aller relevanten Flüsse von Stoffen in einem zeitlich und räumlich exakt abgegrenzten System, sowie der Bilanzierung der Stoffe innerhalb dieses Systems [ÖN S 2096-1, 2005]. Sie erlaubt die Darstellung und Modellierung von Betrieben, privaten Haushalten, von Städten und Regionen. Der Vorteil der Stoffflussanalyse ist, dass ein komplexes System auf die für eine Fragestellung relevanten Güter und Prozesse reduziert wird. Damit werden die Grundlagen geschaffen, um beispielsweise zielgerichtete Maßnahmen abzuleiten oder um Szenarien zur Optimierung zu vergleichen.

Die Vorgehensweise bei der Durchführung einer Stoffflussanalyse resp. Güterflussanalyse ist im Regelblatt 514 des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes detailliert beschrieben [ÖWAV, 2003] sowie in der ÖNORM S 2096, Teil 1 [ÖN S 2096-1, 2005] und Teil 2 [ÖN S 2096-2, 2005] normativ geregelt.

Definition des Systems „Kupferhaushalt Österreich“

Das System „Kupferhaushalt Österreich“ ist räumlich begrenzt durch die politische Grenze Österreichs. Als zeitliche Systemgrenze wird, soweit Daten verfügbar sind, das Jahr 2003 gewählt. Die Definition des Systems erfolgt über die drei Wirtschaftssektoren: 1. „Urproduktion“ mit dem Prozess „Kupferbergbau“, 2. „Raffination“, „Produktion“ mit den Prozessen „Gießerei & Halbzeugfertigung“ und „Güterproduktion“ und 3. „Dienstleistung“ mit den Prozessen „Handel“, „Private Haushalte“, „Sonstige Branchen“ und „Abfall- und Abwasserwirtschaft“.

Das System „Kupferhaushalt Österreich“ verfügt über acht Prozesse und 34 Güterflüsse. Die Prozesse „Raffination“, „Gießerei & Halbzeugfertigung“ und „Güterproduktion“ transformieren kupferhaltige Rohstoffe und Halbzeuge in Produkte, die vom „Handel“ als Transportprozess zwischen den „Privaten Haushalten“ und den „Sonstigen Branchen“ aufgeteilt werden. In allen genannten Prozessen mit Ausnahme des Handels fallen kupferhaltige Abfälle an, die über den Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ einer Verwertung bzw. Entsorgung zugeführt werden.

Im Kupferhaushalt Österreich wurden ausschließlich kupferhaltige Güter betrachtet, alle Hilfs- und Betriebsstoffe die in der Produktion benötigt werden, werden außer Acht gelassen.

Bestimmung der kupferhaltigen Flüsse und Lager

Die Quantifizierung der Flüsse der massenmäßig relevanten kupferhaltigen Güter erfolgt mithilfe von Produktionsangaben von Firmen, Angaben in der Literatur, der Außenhandels- und Konjunkturstatistik, dem Bundesabfallwirtschaftsplan sowie eigenen Berechnungen und Abschätzungen.

Die Kupfer-Konzentrationen der untersuchten Güter werden der Literatur entnommen, aus der chemischen Zusammensetzung des jeweiligen Gutes ermittelt oder abgeschätzt. Durch

Multiplikation der kupferhaltigen Güterflüsse mit den jeweiligen Kupfer-Konzentrationen werden die Kupferstoffflüsse berechnet.

Die Bestimmung der Lager basiert grundsätzlich auf Literaturangaben, ExpertInnenwissen und eigenen Abschätzungen. Der Kupferbestand in Gebäuden wird über eine durchschnittliche Kupferkonzentration in Baurestmassen hochgerechnet. Die Kupferlager in den infrastrukturellen Netzwerken (Elektrizitäts-, Telekommunikations-, Eisenbahnnetz) werden mittels Daten und Informationen der betroffenen Unternehmen bestimmt. Das Deponielager wird unter Berücksichtigung der vier Deponietypen für die letzten 10 Jahre ermittelt und extrapoliert.

7.4 Resultate

Der Kupferhaushalt Österreich umfasst den Weg des importierten und recycelten Kupfers von der Raffination (reine Sekundärproduktion) über die Gießerei & Halbzeugfertigung und Güterproduktion, über den Konsum kupferhaltiger Güter bis zu deren Entsorgung am Ende der Lebensdauer inklusive der Rückführung von Kupferschrotten in die Sekundärproduktion. Das Bilanzjahr ist, soweit Daten verfügbar sind, das Jahr 2003.

Der Kupferhaushalt Österreich ist geprägt von einem großen Fluss importierten aber auch exportierten Kupfers. Insgesamt werden nach Österreich jährlich 305.000 t Kupfer importiert. Im gleichen Zeitraum gelangen 223.000 t in den Export. Somit verbleiben 80.000 t Kupfer pro Jahr in Österreich. Unter Berücksichtigung des in Österreich anfallenden Sekundärkupfers werden jährlich 110.000 t an Kupfer umgesetzt.

Die für den Kupferhaushalt Österreich wichtigsten Güter sind: „Kupferdraht“, „Elektrische Kabel und Leiter“, „Rohre“, importierte „Kupferschrotte“ und „Raffiniertes Kupfer“.

Urproduktion (Raffination)

Seit mehreren Jahrzehnten findet in Österreich kein Kupferbergbau mehr statt. Ebenso wird keine Kupferverhüttung mehr durchgeführt. Das bekannte geogene Lager an Kupfer beträgt 330.000 t Cu.

Produktion (Raffination, Gießerei & Halbzeugfertigung, Güterproduktion)

Im Produktionssektor sind für den Kupferhaushalt Österreich drei Prozesse die „Raffination“, die „Gießerei & Halbzeugfertigung“ und die „Güterproduktion“ von Bedeutung.

Das in der „Raffination“ eingesetzte Kupfer, 65.000 t, wird zum Großteil importiert (ca. 52.000 t Cu). Dabei handelt es sich ausschließlich um Kupferschrotte. Kupfererze werden keine verhüttet. 13.000 t Kupfer ($\approx 20\%$) stammen aus der Rückführung von Kupferschrotten über die inländischen Abfallwirtschaft (Sekundärrohstoffhandel).

Der gesamte Umsatz der „Gießerei & Halbzeugfertigung“ beträgt jährlich 98.000 t Cu, wobei 30.000 t Reinkupfer ($\approx 31\%$) importiert werden und 19.000 t Reinkupfer ($\approx 19\%$) aus der „Raffination“ bezogen werden. 10.000 t Cu ($\approx 10\%$) Kupferhalbzeuge werden von der „Gießerei & Halbzeugfertigung“ zur Weiterverarbeitung an die „Güterproduktion“ geliefert, 1.000 t Cu ($\approx 1\%$) kommen als Produktionsabfälle direkt aus der „Güterproduktion“ zurück. Der Großteil, 84.000 t ($\approx 86\%$) wird exportiert. In die „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ gelangen 4.000 t Kupferabfälle ($\approx 4\%$).

Der Umsatz der „Güterproduktion“ beläuft sich auf jährlich 205.000 t Cu, davon werden 195.000 t Cu importiert. Dies entspricht ungefähr 64 % der gesamten Kupferimporte. Den größten Import stellen Drähte sowie elektrische Leiter und Kabel mit zusammen 110.000 t Cu dar. 10.000 t Cu ($\approx 5\%$) stammen aus der inländischen Gießerei & Halbzeugfertigung. 69.000 t Cu in Kupferwaren ($\approx 34\%$) werden exportiert, davon sind 44.000 t Cu in elektrischen Leitern und Kabeln. Etwa 108.000 t Kupferwaren ($\approx 53\%$) verbleiben im Inland. Davon sind 33.000 t Kupfer in „Elektrischen Leitern und Kabeln“, weitere 25.000 t Kupfer befinden sich in „Rohren“ und 14.000 t Kupfer stecken in „Blechen und Bändern“. In die „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ gelangen 27.000 t Kupferabfälle ($\approx 13\%$).

Insgesamt gelangen in den Produktionssektor 340.000 t Cu, wovon knapp 200.000 t ($\approx 59\%$) exportiert werden. In der Produktion entstehen etwa 9 % kupferhaltige Abfälle, die restlichen 108.000 t Cu ($\approx 32\%$) gelangen in den Konsum.

Konsum (Handel, Private Haushalte und Sonstige Branchen)

Im Dienstleistungssektor werden der Prozess „Handel“ als reiner Verteilungsprozess und die beiden Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ betrachtet.

Der gesamte Kupferumsatz im Dienstleistungssektor beträgt jährlich 108.000 t und stammt aus der „Güterproduktion“. Der Fluss wird zu 51 % zwischen die „Privaten Haushalte“ (55.000 t Cu) und 49 % den „Sonstigen Branchen“ (53.000 t Cu) aufgeteilt.

Der Input in den Prozess „Private Haushalte“ beträgt somit 55.000 t. Dieser Kupferfluss besteht im Wesentlichen aus 16.000 t Cu in „Elektrischen Leitern und Kabeln“, 12.000 t Cu in „Rohren“ und jeweils ca. 7.100 t Cu in „Blechen und Bändern“ und 6.900 t Cu im „PKW“. Aus den Haushalten gelangen rd. 16.000 t Cu ($\approx 29\%$) in Form von Konsumabfällen in die Abfallwirtschaft. Der Großteil ($\approx 71\%$), das sind die restlichen 39.000 t Cu werden in den Privaten Haushalten gespeichert und vergrößern das bereits vorhandene Lager.

Das anthropogene Lager hat eine Größe von 590.000 t Cu, davon beträgt der Anteil der Gebäude 440.000 t Cu. Das Gebäudelager besteht hauptsächlich aus „elektrischen Leitern und Kabeln“, „Rohren“ sowie „Blechen und Bändern“ als Fassaden- und Dachabdeckelementen. Das restliche Lager (150.000 t Cu) umfasst die langlebigen Konsumgüter und besteht im Wesentlichen aus den PKWs und den Elektro- & Elektronikgeräten. Der Lagerzuwachs beläuft sich auf jährlich 39.000 t Cu, sodass es unter Annahme eines konstanten Konsums in rund 15 Jahren zu einer Verdoppelung des Kupferlagers in den „Privaten Haushalten“ kommen wird.

Der Input in den Prozess „Sonstige Branchen“ beläuft sich auf 53.000 t. Der Kupferinput besteht vor allem aus 17.000 t Cu in „Elektrischen Leitern und Kabeln“, 13.000 t Cu in „Rohren“, 7.400 t Cu in „Blechen und Bändern“ und 6.000 t Cu in „Litzen, Kabeln und Seilen“. Den Prozess verlassen rd. 16.000 t Cu ($\approx 30\%$) in Form von Konsumabfällen in die Abfallwirtschaft. Die restlichen 37.000 t Cu ($\approx 70\%$) gehen in das anthropogene Lager der „Sonstigen Branchen“ und vergrößern das Lager.

Das anthropogen aufgebaute Lager hat eine Größe von 780.000 t Cu, davon befinden sich 450.000 t Cu in den Gebäuden (hauptsächlich in „elektrischen Leitern und Kabeln“ und in „Rohren“). Das restliche Lager besteht aus den Netzwerken (Elektrizität, Telekommunikation, Eisenbahn) und den langlebigen Konsumgütern (Elektrogeräte, Kfz, Eisenbahn). Der Lagerzuwachs beträgt jährlich ca. 37.000 t Cu, sodass es unter Annahme eines konstanten Konsums in rund 20 Jahren zu einer Verdoppelung des Kupferlagers kommen wird.

Abfall- und Abwasserwirtschaft

In den Prozess „Abfall- und Abwasserwirtschaft“ gelangen jährlich 63.000 t Cu. Die größten Kupferabfälle fallen mit 31.000 t Cu ($\approx 49\%$) im Produktionssektor an. 27.000 t Cu stammen aus dem Prozess „Güterproduktion“ und 4.000 t Cu aus dem Prozess „Gießerei & Halbzeugfertigung“. Die Konsumabfälle beinhalten 32.000 t Cu ($\approx 51\%$), wovon jeweils 16.000 t Cu aus den Prozessen „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ stammen.

Von den jährlich in Österreich anfallenden 63.000 t Cu in den Abfällen, werden etwa 33.000 t ($\approx 52\%$) im Inland recycliert und 24.000 t ($\approx 38\%$) exportiert. Die Cu-Fracht in den deponierten Abfällen beträgt 6.000 t Cu ($\approx 10\%$) und vergrößert das Deponielager.

Das Lager in Deponien hat eine Größe von 300.000 t Kupfer. Der Lagerzuwachs beträgt jährlich ca. 6.000 t Cu, sodass es unter Annahme eines konstanten Konsums in rund 50 Jahren zu einer Verdoppelung des Kupferlagers kommen wird.

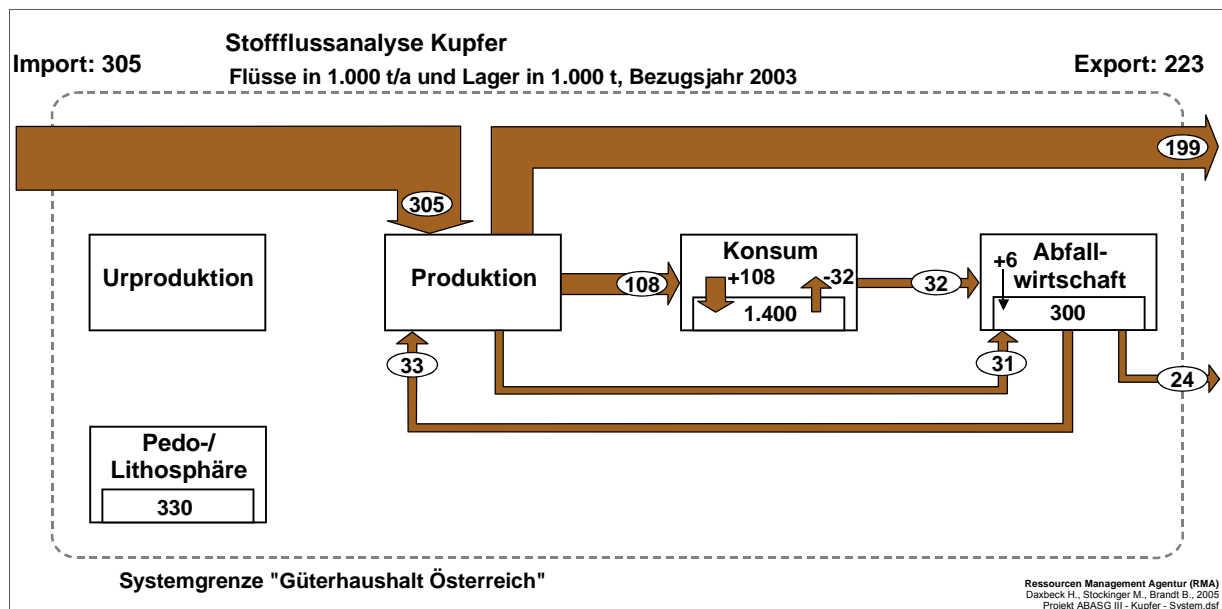


Abbildung 7-1: Kupferhaushalt Österreich; Bilanzjahr 2003

Die Ergebnisse des Kupferhaushalt Österreichs können bezüglich der Erreichung der Ziele des AWG folgendermaßen beurteilt werden:

ad Ziel 1: Schutz von Mensch und Umwelt

Die aus der Produktion stammenden punktförmigen Emissionen verursachen aufgrund der bereits realisierten Reduktionsmaßnahmen eine vergleichsweise geringe Umweltbelastung. Bedingt durch die diffusen Emissionen vor allem in Form von Dünger, Abrieb von Bremsbelägen, Pflanzenschutzmittel und Korrosion kupferhaltiger Oberflächen wird das erste Ziel des AWG nicht erreicht. Da gegenwärtig das Kupferlager in der Anthroposphäre aufgebaut wird, ist zukünftig auch mit einem Anstieg der diffusen Emissionen zu rechnen, daher erscheinen Maßnahmen zur Reduktion dieser Emissionen notwendig.

ad Ziel 2: Minimierung von gasförmigen Emissionen

Das zweite Ziel des AWG kann für die in den Bescheiden geregelten Emissionen der Raffination als erreicht betrachtet werden. Für alle anderen produzierenden und verarbeitenden

Betriebe liegen keine Daten über den Ausstoß gasförmiger Emissionen vor, weshalb für diese in Bezug auf die Erreichung des zweiten Zieles des AWG keine Aussagen getroffen werden können. Bei Einsatz des Standes der Technik kann jedoch das zweite Ziel des AWG als erreicht betrachtet werden.

ad Ziel 3: Ressourcenschonung

Das dritte Ziel des AWG wird in Bezug auf die Schonung der Ressourcen Energie, Landschaft und Fläche erreicht. In Bezug auf die Ressourcen Rohstoffe und Deponievolumen wird das Ziel bedingt erreicht. Über die Ressource Wasser kann im Rahmen dieser Studie keine Aussage getroffen werden.

ad Ziel 4: Gefährdungspotential von Sekundärrohstoffen

Das vierte Ziel des AWG wird bei einer nach dem Stand der Technik durchgeführten Wiederverwertung des Kupfers erreicht.

ad Ziel 5: Gefährdungspotential von Ablagerungen

Das fünfte Ziel des AWG wird bei einer nach dem Stand der Technik durchgeführten Abfalldeponierung erreicht.

7.5 Schlussfolgerungen

Aus den Resultaten können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- In Österreich findet kein Kupfererzbergbau mehr statt, es werden auch praktisch keine Kupfererze importiert, der gesamte Kupferbedarf Österreichs (ca. 340.000 t Cu) wird durch Sekundärkupfer gedeckt. Ein Großteil des Kupfers wird nach Österreich importiert (ca. 305.000 t Cu), hier veredelt und auch wieder exportiert.
- Das anthropogene Kupferlager ist das größte Rohstofflager in Österreich. Es beträgt etwa 1.400.000 t Cu und setzt sich zu rund 80 % aus dem Gebäude- und dem Netzwerklager und zu rund 20 % aus dem Lager der langlebigen Gebrauchsgüter zusammen. Im Vergleich dazu ist das Kupferlager in Deponien und jenes in den natürlichen Kupferlagerstätten Österreichs mit jeweils ca. 300.000 t Cu rund viermal kleiner.
- Das anthropogene Kupferlager ist nicht im Fließgleichgewicht, es wächst jährlich um 6 - 8 %. Der Einsatz langlebiger Güter hat einen Lageraufbau in der Anthroposphäre zur Folge. Damit werden große Mengen des Kupfers für Jahre bis Jahrzehnte in den langlebigen Konsumgütern und in den Gebäude- und Netzwerklagern gebunden. Eine Bewirtschaftung dieser Lager ist notwendig, um auch langfristig das Ziel der Ressourcenschonung zu erreichen.
- Der Kupferhaushalt Österreich zeigt, dass die Ressource Kupfer äußerst effizient genutzt wird. Von dem in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfer gelangen 90 % in diverse Recyclingprozesse im Inland als auch im Ausland. Knapp 10 % des Kupfers wird auf Deponien abgelagert und wird somit auch einem zukünftigen Recycling entzogen.
- Etwa 15 % des in die Abfallwirtschaft gelangenden Kupfers sind Alt-Kabel. Davon werden ca. 40 % in Österreich recycelt, die restlichen 60 % gelangen in den Export, und werden im Ausland recycelt. Neben den Alt-Kabel wird etwa die dreifache Menge Kupferschrott exportiert, d.h. insgesamt gelangen etwa 40 % des gegenwärtig in die Abfallwirtschaft

fließenden Kupfers in das Ausland und gehen somit dem österreichischen Produktionssektor als Rohstoff verloren.

- Es ist gegenwärtig nur ungenügend bekannt, wie viel Kupfer über die Baurestmassen auf die Deponien gelangt. Die Kenntnis dieser Fracht ist jedoch entscheidend, da sie eine Aussage darüber zulässt, inwieweit die Baurestmassentrennverordnung zu einem verstärkten Abscheiden des Kupfers führt oder ob noch ungenutzte Potentiale für eine Optimierung des Recyclings von Kupfer vorhanden sind.

8 Literaturverzeichnis

ACT (2005) ÜFA Service. Wirtschaftskammer. NACE Code. http://www.act.at/DE/act_nace_codes.asp?level=7&prefix=27.44.2#nace.

ARA (2003) Nachhaltigkeits- und Geschäftsbericht der Altstoff Recycling Austria AG. Altstoff Recycling Austria AG. Wien.

Audi (2005) A3. Markenvergleich. www.audi.at.

Baccini, P.; Bader, H.-P. (1996) Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung. Hrsg. von Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford.

Baccini, P.; Brunner, P. H. (1991) Metabolism of the Anthroposphere. Hrsg. von Springer-Verlag. Berlin, New York.

Baccini, P.; Daxbeck, H.; Glenck, E.; Henseler, G. (1993) Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. Projekt METAPOLIS. 34A. Nationales Forschungsprogramm "Stadt und Verkehr". Eidg. Technische Hochschule (ETH) Zürich. Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG). Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt. Zürich.

Bauer, S. (2005) Die Elektroaltgeräteverordnung. Mit optimierten Umsetzungsstrategien zu neuen Beschäftigungs- und Umweltimpulsen in der Steiermark. Graz.

BELSAT (2005) Koaxialkabel. <http://www.belsat.ch/Produkte/Installationsmaterial/Koaxialkabel.htm>.

Bergbäck, B.; Johansson, K.; Mohlander, U. (2001) Urban Metal Flows - A Case Study of Stockholm. In: Water, Air and Soil Pollution: Focus. 1 (3/4). S. 3-24.

Bertram, M.; Graedel, T. E.; Fuse, K.; Gordon, R. B.; Lifset, R.; Rechberger, H.; Spatari, S. (2003) The copper cycles of European countries. In: Regional Environmental Change Journal. (3). S. 119-127.

Bertram, M.; Graedel, T. E.; Rechberger, H.; Spatari, S. (2002) The contemporary European copper cycle: waste management subsystem. In: Ecological Economics. Special Section. (42). S. 43-57.

BGBl 102 (2002) Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002). 2.11.2002.

BGBl 259 (1991a) Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien.

BGBl 259 (1991b) Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien (Baurestmassentrenn-VO). 1.1.1993.

BGBI 889 (1995) Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Aufbereitung, Veredelung und Weiterverarbeitung von Blei-, Wolfram- oder Zinkerzen sowie aus der Aluminium-, Blei-, Kupfer-, Molybdän-, Wolfram- oder Zinkmetallherstellung und -verarbeitung (AEV Nichteisen - Metallindustrie).

BGBI II 1 (1998) Verordnung über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Anlagen zur Erzeugung von Nichteisenmetallen.

BGBI II 121 (2005) Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten (Elektroaltgeräteverordnung - EAG-VO). 29.04.2005.

BMLFUW (2001) Bundes-Abfallwirtschaftsplan. Bundesabfallbericht 2001. BAWP. Wien.

Brandstätter, W. (2005) Persönliche Mitteilung. Enzesfeld-Caro Metallwerke. Metallwirtschaft. Einkauf und Versand. Enzesfeld.

Brunner, P. H.; Stämpfli, D. M. (1993) Material Balance of a Construction Waste Sorting Plant. In: Waste Management & Research. 11 S. 27-48.

buntmetall amstetten (2005) Firmeninfo. Basisdaten. BMA Basisdaten. <http://www.buntmetall.at/internet/index.jsp;jsessionid=DYDNpmYhFY9znnM1DSuEDHmSvALBBN1773m3160SwMEjrY267PBr!1709801507>.

Daxbeck, H.; Brunner, P. H. (1993) Stoffflußanalysen als Grundlagen für effizienten Umweltschutz. In: Oesterreichische Wasserwirtschaft. 45 (3/4). S. 90-96.

Daxbeck, H.; Reisenberger, M.; Kampel, E. (2003) Güterhaushalt Österreich. "Abfallwirtschaft als Teil des Ressourcenmanagements - welches sind die wichtigsten Güter- und Abfallflüsse?". Endbericht (Vers1.2). Projekt ABASG II - Güter. Ressourcen Management Agentur (RMA) Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung Wien.

Deutsches Kupferinstitut (2005) Kupfer & Co. Einsatzbereiche. Automobilindustrie. http://www.kupfer-institut.de/front_frame/frameset.php?client=1&lang=1&idcat=29&parent=14.

Drimmel, S. (2005) Persönliche Mitteilung. ARGEV Verpackungsverwertungs-GmbH. Sortierung/Analytik. Wien.

Enzesfeld-Caro Metallwerke (2005) Firmeninfo. Basisdaten. ECM Basisdaten. <http://www.caro.at/internet/index.jsp;jsessionid=DYDQQoNnrPlvzYYzIKk7qbnQQCzlyxpOo9122H5y8ckbvxiqyFes!1709801507>.

Europäische Union (2005) Europa. Europäische Kommission. Eurostat. RAMON. Klassifikationen. http://europa.eu.int/comm/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=NACE_1_1&StrLanguageCode=EN&IntPcKey=.

Fachverband der Fahrzeugindustrie (2004) Statistik Jahrbuch 2004. Hrsg. von Fachverband der Fahrzeugindustrie. Wien.

Grabuschnig, W. (2005) Persönliche Mitteilung. Telekom Austria. Unternehmenskommunikation. PR und Pressearbeit. Wien.

Graedel, T. E. (2002) The contemporary European copper cycle: introduction. In: Ecological Economics. Special Section. (42). S. 5-7.

Graedel, T. E.; Bertram, M.; Fuse, K.; Gordon, R. B.; Lifset, R. J.; Rechberger, H.; Spatari, S. (2002) The contemporary European copper cycle: The characterization of technological copper cycles. In: Ecological Economics. Special Section. (42). S. 9-26.

GUA; Vogel-Lahner, T. (2003) Ausrichtung der Abfallwirtschaft nach stofflichen Gesichtspunkten - Bauwerk Österreich. GUA - Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH & T. Vogel-Lahner. Wien.

Hausmann, M. (2005) Potential thermischer Verfahren zur stofflichen Abfallverwertung. Diplomarbeit. Technische Universität Wien. Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft. Abteilung Abfallwirtschaft. Wien.

Hillenbrand, T.; Toussaint, D.; Böhm, E.; Fuchs, S.; Scherer, U.; Rudolphi, A.; Hoffmann, M. (2005) Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden - Analysen der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen. 19/05 Texte. Umweltbundesamt Dessau. Dessau.

International Copper Association (2005) Copper Products. Transportation. [http://www. Copperinfo.com/cproducts/transportation.html](http://www.Copperinfo.com/cproducts/transportation.html).

ITWissen (2005) Koaxialkabel. http://www.itwissen.info/index.php?id=31&ano=01-007108&no_cache=1.

Kainz (2005) Persönliche Mitteilung. Gebauer & Griller Metallwerke. Wien.

Kleineberg, U. (2005) Persönliche Mitteilung. Voest Alpine. Qualitätslenkung. Linz.

Kössler, W. (2005) Persönliche Mitteilung. Montanwerke Brixlegg. Brixlegg.

Kurzweil, F. (2005) Persönliche Mitteilung. ÖBB Infrastruktur Betrieb AG. Wien.

Land Salzburg (2003) Salzburg/Europa. Salzburg in Zahlen. Statistik. Statistik nach Themen. Fläche/Topographie. Mehr. Salzburg - Österreich - EU. http://www.salzburg.gv.at/mehr_themeninfos_flaeche.

Lebensministerium (2003) Umweltnet. Verkehr/Lärmschutz. Personenverkehr in Österreich. <http://www.umweltnet.at/article/articleview/27727/1/7207/>.

Liebherr (2005) Erdbewegung. <http://www.liebherr.com/em/58011.asp?redirect=%2Fem%2F18894%2Easp>.

Milota, L. (2005) Persönliche Mitteilung. Statistik Austria. Wien.

Mohlander, U. (2003) Persönliche Mitteilungen bezüglich Maßnahmen zur Reduktion diffuser Emissionen. Environmental & Health Administration. Department of Environment Monitoring. Stockholm.

Montanwerke Brixlegg (2005) Produktion. Sekundärmaterialien. <http://www.montanwerke-brixlegg.com/de/produktion/sekundaermaterialien/>.

Morf, L.; Ritter, E.; Brunner, P. H. (1997) Güter- und Stoffbilanz der MVA Wels. Projekt MAPE 3. Technische Universität Wien. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft. Abteilung Abfallwirtschaft. Wien.

Nagl, H. (2006) Persönliche Mitteilung. SMK - Salzburger Metall- und Kabelverwertungs-Ges.m.b.H. Bürmoos.

Niederösterreichische Landesakademie (2005) Evaluierung und Erstabschätzung von Altablagerungen (Projekt EVAPASSOLD). Zusammenfassender Abschlussbericht der Phasen I – III. Niederösterreichische Landesakademie, Sankt Pölten.

Norrthon, P. (1996) Sustainability and Material Flows - a study of the copper flow in Sweden. Linköping University. Department of Physics and Measurement Technology. Linköping.

ÖBB Infrastruktur Betrieb (2005) Daten und Fakten. http://www.railnet.austria.at/vip8/betrieb/Microsite/Daten_und_Fakten/index.jsp.

Obernosterer, R.; Reiner, I. (2003) Stickstoffbilanz Österreich - "Beitrag der Abfallwirtschaft zum Stickstoffhaushalt Österreichs". Projekt ABASG II - N. Ressourcen Management Agentur (RMA). Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung. Villach.

Obernosterer, R.; Reiner, I.; Smutny, R. (2003) Urbanes Ressourcen Management - Fallstudie Wien. Teilbereich Schadstoffmanagement diffuser Metallemissionen. Projekt Ökopolis. Zusammenfassung. Ressourcen Management Agentur (RMA). Initiative zur Förderung einer umweltverträglichen nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung. Villach, Wien.

ÖN S 2096-1 (2005) Stoffflussanalyse. Teil 1: Anwendung in der Abfallwirtschaft – Begriffe. 01. 01. 2005.

ÖN S 2096-2 (2005) Stoffflussanalyse. Teil 2: Anwendung in der Abfallwirtschaft – Methodik. 01. 01. 2005.

ÖWAV (2003) Die Anwendung der Stoffflussanalyse in der Abfallwirtschaft. ÖWAV-Regelblatt 514. Regelblätter des Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV). Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband. Wien.

Perz, K. (2001) Aufkommen, Verwertung und Behandlung von Abfällen in Österreich. Materialien zum Bundesabfallwirtschaftsplan 2001. Monographien Bd. 138. Klagenfurt.

Perz, K. (2005) Persönliche Mitteilung. Umweltbundesamt. Klagenfurt.

Pilz, H.; Kletzer, E.; Neubacher, F. (2003) Beitrag der Abfallwirtschaft zum Aluminiumhaushalt Österreichs. Teilprojekt 4 im Gesamtprojekt "Ausrichtung der Abfallwirtschaft nach stoff-

lichen Gesichtspunkten - 2. Teil". Endbericht. GUA Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH. Wien.

Schachermayer, E.; Lahner, T.; Brunner, P. H. (1998) Stoffflussanalyse und Vergleich zweier Aufbereitungstechniken für Baurestmassen. Monographien Bd. 99. Hrsg. v. Umweltbundesamt. Wien.

Schindler, I.; Wiesenberger, H.; Kutschera, U. (2004) Medienübergreifende Umweltkontrolle in ausgewählten Gebieten. Hrsg. von Umweltbundesamt. Wien.

Schmid, J.; Elser, A.; Ströbel, R.; Crowe, M. (2000) Dangerous substances in waste. Technical Report No 38. European Environmental Agency (EEA). Copenhagen.

Schmidt, T. (2005) Persönliche Mitteilung. Statistik Austria. Wien.

Schort, H. (2005) Persönliche Mitteilung. WienStrom. Wien.

Schwaiger, K.; Marent, H.; Windhofer, G. (2003) Kommunale Abwasserrichtlinie der EU 91/271/EWG - Österreichischer Bericht 2003. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.

Siemens (2005) Business. Transportation. Über uns. <http://www.siemens.at/transportation/>.

Skutan, S.; Brunner, P. H. (2005) Stoffbilanzen mechanisch-biologischer Anlagen zur Behandlung von Restmüll (Projekt SEMBA). Technische Universität Wien. Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft. Abteilung Abfallwirtschaft. Wien.

Spatari, S.; Bertram, M.; Fuse, K.; Graedel, T. E.; Rechberger, H. (2002) The contemporary European copper cycle: 1 year stocks and flows. In: Ecological Economics. (42). S. 27-42.

Statistik Austria (2004a) Der Außenhandel Österreichs. Serie 1 - Spezialhandel nach Waren und Ländern. Teil 1: Kapitel 1 bis 67. 1. bis 4. Vierteljahr 2003. Hrsg. von Verlag Österreich. Wien.

Statistik Austria (2004b) Der Außenhandel Österreichs. Serie 1 - Spezialhandel nach Waren und Ländern. Teil 2: Kapitel 68 bis 99. 1. bis 4. Vierteljahr 2003. Hrsg. von Verlag Österreich. Wien.

Statistik Austria (2004c) Konjunkturstatistik im Produzierenden Bereich 2003. Band 2 - Produktionsergebnisse nach CPA 2002 und ÖPRODCOM. Hrsg. von Verlag Österreich. Wien.

Statistik Austria (2004d) Statistisches Jahrbuch Österreichs 2005. Hrsg. von Statistik Austria. Wien.

Statistik Austria (2006a) Österreichische Verkehrsstatistik 2004. http://www.statistik.at/neuerscheinungen/download/2006/verkehr04_www.pdf.

Statistik Austria (2006b) Statistisches Jahrbuch 2006. http://www.statistik.at/jahrbuch_2006/pdf/K02.pdf.

Statistisches Bundesamt Deutschland (2006) Landwirtschaftlich genutzte Flächen nach Hauptnutzungsarten. <http://www.destatis.de/basis/d/forst/forstab2.php>.

Statistisches Bundesamt Schweiz (2006) Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe 2003. http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/land-_und_forstwirtschaft/uebersicht/blank/wichtigste_kennzahlen.html.

Tatenbank (2005) Galvanikschlamm. <http://www.tatenbank.com/hinter/hintergg/galvanik-schlamm.htm>.

Tauschek, U. (2005) Persönliche Mitteilung. Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ). Competence Center Energiewirtschaft, Internationales und Forschung. Wien.

Truttmann, N.; Cencic, O.; Fellner, J.; Rechberger, H. (2005) Technisch-naturwissenschaftliche Grundlagen zur Auswahl von Bewirtschaftungsszenarien für Elektroaltgeräte (Projekt TABEA). Endbericht. Technische Universität Wien. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft. Abteilung Abfallwirtschaft. Wien.

United Nations (2005) Standard International Trade Classification 3, revised. <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=14&Lg=1>.

Urban, B. (2005) Persönliche Mitteilung. Münze Österreich. Marketing. Wien.

von Arx, U. (1998) Kupfer in der Schweiz. Standortbestimmung. Entwurf. Umwelt-Materialien Umweltgefährdende Stoffe. Hrsg. v. Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL) Sektion umweltgefährdende Stoffe. Bern.

Wagenleithner, F. (2005) Persönliche Mitteilung. Energie AG Oberösterreich. Servicestelle Mitte. Traun.

Wagner, H.; Ebner, F.; Weber, F.; Nötstaller, R.; Köppl, A.; Pfaffermayr, M.; Pichl, C. (1997) Untersuchung der Versorgung Österreichs mit mineralischen Rohstoffen aus heimischen Vorkommen. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten. Wien.

WienStrom (2005) Strom. Stromnetze. Technische Daten. <http://www.wienstrom.at/>.

Winter, B.; Szednyj, I.; Reisinger, H.; Böhmer, S.; Janhsen, T. (2005) Abfallvermeidung und -verwertung: Aschen, Schlacken und Stäube in Österreich. Umweltbundesamt. Wien.

Wittmer, D. (2006) Kupfer im regionalen Ressourcenhaushalt. Ein methodischer Beitrag zur Exploration urbaner Lagerstätten. Dissertation. ETH Zürich. Departement Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG). Zürich.

WKÖ (2004) Sammlung und Verwertung von Altfahrzeugen in Österreich. Bericht 2003. NetMan Network Management and IT Services GmbH. Wien.

Zeltner, C.; Bader, H.-P.; Scheidegger, R.; Baccini, P. (1999) Sustainable metal management exemplified by copper in the USA. In: Regional Environmental Change Journal. (1). S. 31-46.

9 Anhang

9.1 Bezeichnungen gemäß „Kombinierte Nomenklatur“ (KN) und „Standard International Trade Classification“ (SITC)

Die aus den beiden Wirtschaftsklassifikationen „Kombinierte Nomenklatur“ (KN) und „Standard International Trade Classification“ (SITC) entnommenen und verwendeten Güter, inklusive ihren genauen Bezeichnungen, finden sich in Tabelle 9-1 und Tabelle 9-2.

Tabelle 9-1: Verwendete KN - Positionen

KN – Nummer	Bezeichnung
2620 3000	Aschen und Rückstände, überwiegend Kupfer enthaltend
2827 4100	Chloridoxide und Chloridhydroxide des Kupfers
7402 0000	Nicht raffiniertes Kupfer; Kupferanoden zum elektrolytischen Raffinieren
7403 1100	Raffiniertes Kupfer in Rohform, Kathoden und Kathodenabschnitte
7403 1200	Raffiniertes Kupfer in Rohform, Drahtbarren
7403 1300	Raffiniertes Kupfer in Rohform, Knüppel
7403 1900	Raffiniertes Kupfer in Rohform, anderes
7403 2100	Kupferlegierungen in Rohform, Kupfer-Zink-Legierung (Messing)
7403 2200	Kupferlegierungen in Rohform, Kupfer-Zinn-Legierung (Bronze)
7403 2300	Kupferlegierungen in Rohform, Kupfer-Nickel-Legierungen (Kupfernickel) oder Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)
7403 2900	Kupferlegierungen in Rohform, andere Kupferlegierungen
7404 0010	Abfälle und Schrott, aus raffiniertem Kupfer
7404 0091	Abfälle und Schrott, aus Kupfer-Zink-Legierung (Messing)
7404 0099	Abfälle und Schrott, aus anderen Kupferlegierungen
7405 0000	Kupfervorlegierungen
7406 1000	Pulver aus Kupfer, ohne Lamellenstruktur
7406 2000	Pulver aus Kupfer, mit Lamellenstruktur; Flitter
7407 1000	Stangen (Stäbe) und Profile, aus raffiniertem Kupfer
7407 2110	Stangen (Stäbe) aus Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)
7407 2190	Profile aus Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)
7407 2210	Stangen (Stäbe) und Profile, aus Kupfer-Nickel-Legierungen (Kupfernickel)
7407 2290	Stangen (Stäbe) und Profile, aus Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)
7407 2900	Stangen (Stäbe) und Profile, aus anderen Kupferlegierungen
7408 1100	Draht aus raffiniertem Kupfer (Querschnittsabsmessungen: > 6 mm)
7408 1910	Draht aus raffiniertem Kupfer (Querschnittsabsmessungen: > 0,5 mm)
7408 1990	Draht aus raffiniertem Kupfer (Querschnittsabsmessungen: < 0,5 mm)
7408 2100	Draht aus Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)
7408 2200	Draht aus Kupfer-Nickel-Legierungen (Kupfernickel) oder Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)
7408 2900	Draht aus anderen Kupferlegierungen
7409 1100	Bleche und Bänder aus raffiniertem Kupfer, mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm, in Rollen
7409 1900	Bleche und Bänder aus raffiniertem Kupfer, mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm, andere

KN – Nummer	Bezeichnung
7409 2100	Bleche und Bänder aus Kupfer-Zink-Legierungen (Messing), mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm, in Rollen
7409 2900	Bleche und Bänder aus Kupfer-Zink-Legierungen (Messing), mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm, andere
7409 3100	Bleche und Bänder aus Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronze), mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm, in Rollen
7409 3900	Bleche und Bänder aus Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronze), mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm, andere
7409 4010	Bleche und Bänder aus Kupfer-Nickel-Legierungen (Kupfernickel), mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm
7409 4090	Bleche und Bänder aus Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber), mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm
7409 9000	Bleche und Bänder aus anderen Kupferlegierungen, mit einer Dicke von mehr als 0,15 mm
7410 1100	Folien und dünne Bänder, auch bedruckt oder auf Papier, Pappe, Kunststoff oder ähnlichen Unterlagen, mit einer Dicke (ohne Unterlage) von weniger als 0,15 mm, ohne Unterlage, aus raffiniertem Kupfer
7410 1200	Folien und dünne Bänder, auch bedruckt oder auf Papier, Pappe, Kunststoff oder ähnlichen Unterlagen, mit einer Dicke (ohne Unterlage) von weniger als 0,15 mm, ohne Unterlage, aus Kupferlegierungen
7410 2100	Folien und dünne Bänder, auch bedruckt oder auf Papier, Pappe, Kunststoff oder ähnlichen Unterlagen, mit einer Dicke (ohne Unterlage) von weniger als 0,15 mm, mit Unterlage, aus raffiniertem Kupfer
7410 2200	Folien und dünne Bänder, auch bedruckt oder auf Papier, Pappe, Kunststoff oder ähnlichen Unterlagen, mit einer Dicke (ohne Unterlage) von weniger als 0,15 mm, mit Unterlage, aus Kupferlegierungen
7411 1011	Rohre, gerade, Wanddicke > 0,6 mm, aus raffiniertem Kupfer
7411 1019	Rohre, gerade, Wanddicke ≤ 0,6 mm, aus raffiniertem Kupfer
7411 1090	Rohre, andere, aus raffiniertem Kupfer
7411 2110	Rohre, gerade, aus Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)
7411 2190	Rohre, andere, aus Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)
7411 2200	Rohre aus Kupfer-Nickel-Legierungen (Kupfernickel) oder Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)
7411 2900	Rohre aus anderen Kupferlegierungen
7412 1000	Rohrformstücke, Rohrverschlussstücke und Rohrverbindungsstücke (z.B.: Bogen, Muffen), aus raffiniertem Kupfer
7412 2000	Rohrformstücke, Rohrverschlussstücke und Rohrverbindungsstücke (z.B.: Bogen, Muffen), aus Kupferlegierungen
7413 0010	Litzen, Kabel, Seile und ähnliche Waren, ausgenommen isolierte Erzeugnisse für die Elektrotechnik, ausgerüstet für zivile Luftfahrt
7413 0091	Litzen, Kabel, Seile und ähnliche Waren, ausgenommen isolierte Erzeugnisse für die Elektrotechnik, aus raffiniertem Kupfer
7413 0099	Litzen, Kabel, Seile und ähnliche Waren, ausgenommen isolierte Erzeugnisse für die Elektrotechnik, aus Kupferlegierungen
7414 2000	Gewebe (einschließlich endlose Gewebe)
7414 9000	Gitter und Geflechte aus Kupferdraht; Streckbleche und -bänder aus Kupfer
7415 1000	Stifte und Nägel, Reißnägel, Krampen, Klammern und ähnliche Waren
7415 2100	Unterlegscheiben (einschließlich Federringe und -scheiben)
7415 2900	andere
7415 3300	Schrauben; Bolzen und Muttern

KN – Nummer	Bezeichnung
7415 3900	andere
7416 0000	Federn aus Kupfer
7417 0000	Nicht elektrische Koch- und Heizgeräte von der im Haushalt verwendeten Art und Teile davon, aus Kupfer
7418 1100	Schwämme, Putzlappen, Handschuhe und ähnliche Waren, zum Scheuern, Polieren oder dergleichen
7418 1900	andere
7418 2000	Sanitär-, Hygiene-, oder Toilettenartikel und Teile davon
7419 1000	Ketten und Teile davon
7419 9100	gegossen oder geschmiedet, jedoch nicht weiter bearbeitet
7419 9900	andere
8544 1110	Wickeldrähte, lackiert, aus Kupfer
8544 1190	Wickeldrähte, andere, aus Kupfer
8544 2000	Koaxialkabel und andere koaxiale Leiter
8544 4110	andere elektrische Leiter, für eine Spannung von 80 V oder weniger, von in der Telekommunikation verwendeten Art, mit Anschlussstück versehen
8544 4190	andere elektrische Leiter, für eine Spannung von 80 V oder weniger, andere, mit Anschlussstück versehen
8544 4920	andere elektrische Leiter, für eine Spannung von 80 V oder weniger, von in der Telekommunikation verwendeten Art, andere
8544 4980	andere elektrische Leiter, für eine Spannung von 80 V oder weniger, andere
8544 5110	andere elektrische Leiter, für eine Spannung von mehr als 80 V bis 1000 V, von in der Telekommunikation verwendeten Art, mit Anschlussstück versehen
8544 5190	andere elektrische Leiter, für eine Spannung von mehr als 80 V bis 1000 V, andere, mit Anschlussstück versehen
8544 5910	Drähte und Kabel, mit einem Durchmesser der Leitereinzeldrähte von mehr als 0,51 mm
8544 5920	Drähte und Kabel, mit einem Durchmesser der Leitereinzeldrähte von mehr als 0,51 mm, für eine Spannung von 1000 V
8544 5980	Drähte und Kabel, mit einem Durchmesser der Leitereinzeldrähte von mehr als 0,51 mm, für eine Spannung mehr also 80 V, jedoch weniger als 1000 V
8544 6010	andere elektrische Leiter, für eine Spannung von mehr als 1000 V, mit Kupferleitern

Tabelle 9-2: Verwendete SITC - Positionen

SITC - Nummer	Bezeichnung
716	Rotierende elektr. Kraftmaschinen, Teile davon
721	Landwirtschaftliche Maschinen
723	Hoch- und Tiefbaumaschinen
751	Büromaschinen
752	Datenverarbeitungsgeräten
761	Fernsehempfangsgeräte
762	Rundfunkempfangsgeräte
763	Ton-Bildaufnahme- und -wiedergabegeräte
764	Nachrichtengeräte
771	Elektrische Maschinen (ex Gruppe 716)
775	Haushaltsgeräte a.n.g.
781	PKW, einschl. Kombi

SITC - Nummer	Bezeichnung
782	LKW, Spezial-Kfz
783	Straßenfahrzeuge, a.n.g.
784	Kfz-Teile und Zubehör
791	Schienenfahrzeuge
792	Luftfahrzeuge u.dgl.
793	Wasserfahrzeuge u.ä.

9.2 Prozess: Kupferbergbau (KB)

Das derzeit bekannte, geogene Lager an potentiell abbaubarem Kupfer in den größten Lagerstätten Österreichs wird in Tabelle 9-3 dargestellt.

Tabelle 9-3: Kupferlager in den bedeutendsten Lagerstätten Österreichs

Ort	A, B, C – Vorräte [t]	mögliche Vorräte [t]	Gesamt [t]
Mitterberg / Hochkönig	88.000	42.000	130.000
Röhrebühel / Kitzbühel	60.000	60.000	120.000
Schattberg / Kitzbühel	6.000	6.000	12.000
Sinnwell / Kitzbühel	6.000	5.000	11.000
Kelchalm / Kitzbühel	7.000	4.000	11.000
Kupferplatte / Jochberg	1.000	7.000	8.000
Schwarzenbach / Zell am See	4.000	5.000	9.000
Leogang	1.000	1.000	2.000
Walchen / Öblarn	5.000	3.000	8.000
Villgraten, Panzendorf, Tessenberg	3.000	14.000	17.000
Großarlal	1.000	5.000	6.000
Summe	182.000	152.000	334.000

9.3 Prozess: Raffination (KV)

Güterfluss: Kupferschrotte (IM1)

Die für die Raffination importierten Güter und Mengen gemäß Außenhandelsstatistik [Statistik Austria, 2004a], [Statistik Austria, 2004b] sind in Tabelle 9-4 angeführt.

Die genauen Bezeichnungen der KN-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 dargestellt.

Tabelle 9-4: Importierte Kupferschrotte (und in der Raffination verwendete Güter) gemäß Außenhandelsstatistik

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu - Konzentration
KN 2620 3000	8.072	10	81	[Statistik Austria, 2004a]	[Schindler et al., 2004]
KN 2827 4100	1.012	470	476	[Statistik Austria, 2004a]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7402 0000	7.734	990	7.657	[Statistik Austria,	Siehe Kapitel

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu - Konzentration
				2004b]	4.2.1
KN 7404 0010	58.178	990	57.596	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7404 0091	4.221	650	2.744	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7404 0099	10.224	550	5.623	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
	89.441	Gesamt	74.177		

Güterfluss: Reinkupfer (EX)

Eine Auflistung der Güter und Mengen an exportiertem Reinkupfer gemäß Außenhandelsstatistik [Statistik Austria, 2004b] wird in Tabelle 9-5 angeführt.

Die genauen Bezeichnungen der KN-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 angeführt.

Tabelle 9-5: Exportiertes, raffiniertes Kupfer gemäß Außenhandelsstatistik

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7403 1100	22.540	999	22.517	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7403 1200	10	999	10	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7403 1900	59.614	999	59.554	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
	82.190	Gesamt	82.082		

9.4 Prozess: Gießerei & Halbzeugfertigung (HF)

Güterfluss: Reinkupfer (IM)

Eine Auflistung der Güter und Mengen an importiertem Reinkupfer gemäß Außenhandelsstatistik [Statistik Austria, 2004b] ist in Tabelle 9-6 angeführt.

Die genauen Bezeichnungen der KN-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 angeführt.

Tabelle 9-6: Importiertes Reinkupfer gemäß Außenhandelsstatistik

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7403 1100 KN 7403 1200 KN 7403 1300 KN 7403 1900	28.294	999	28.266	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7403 2100	2.207	650	1.435	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7403 2200	260	800	208	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7403 2300	4	550	2	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7403 2900	205	550	113	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7405 0000	545	850	463	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
	31.515	Gesamt	30.487		

Güterfluss: Kupferhalbzeuge (EX)

Eine Auflistung der Güter und Mengen an exportierten Kupferhalbzeugen gemäß Außenhandelsstatistik [Statistik Austria, 2004b] ist in Tabelle 9-7 angeführt.

Die genauen Bezeichnungen der KN-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 angeführt.

Tabelle 9-7: Exportierte Kupferhalbzeuge gemäß Außenhandelsstatistik

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7406 1000 KN 7406 2000	113	999	113	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 1000	3.463	999	3.460	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 2110 KN 7407 2190	470	650	306	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 2210	550	550	303	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 2290 KN 7407 2900	2.408	550	1.324	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 1100 KN 7408 1910 KN 7408 1990	4.301	999	4.297	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 2100	258	650	168	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 2200	40	550	22	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 2900	1.460	550	803	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 1100 KN 7409 1900	2.451	999	2.449	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 2100 KN 7409 2900	80	650	52	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 3100 KN 7409 3900	63	800	50	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7409 4010	0,2	550	0	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 4090 KN 7409 9000	42	550	23	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7410 1100 KN 7410 2100	2.430	999	2.428	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7410 1200 KN 7410 2200	385	550	212	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7411 1011 KN 7411 1019 KN 7411 1090	23.093	999	23.070	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7411 2110 KN 7411 2190	2.349	650	1.527	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7411 2200 KN 7411 2900	1.658	550	912	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7412 1000	30	999	30	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7412 2000	812	550	447	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
	46.456	Gesamt	41.880		

9.5 Prozess: Güterproduktion (GP)

Güterfluss: Kupferwaren (IM)

Eine Auflistung der Güter und Mengen importierten Kupferwaren gemäß Außenhandelsstatistik [Statistik Austria, 2004b] sowie Statistisches Jahrbuch Österreich [Statistik Austria, 2004d] ist in Tabelle 9-8 angeführt.

Die genauen Bezeichnungen der KN- bzw. SITC-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 und Tabelle 9-2 angeführt.

Tabelle 9-8: Importierte Kupferwaren gemäß Außenhandelsstatistik

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu - Konzentration
KN 7413 0010 KN 7413 0091	9.301	999	9.292	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7413 0099	672	550	370	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7414	38	999	38	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7415	717	999	716	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu - Konzentration
KN 7416	20	999	20	[Statistik 2004b] Austria,	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7417	2	999	2	[Statistik 2004b] Austria,	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7418	386	999	386	[Statistik 2004b] Austria,	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7419	3.325	999	3.322	[Statistik 2004b] Austria,	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 8544 1110	7.688	999	7.680	[Statistik 2004b] Austria,	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 8544 1190	3.742	500	1.871	[Statistik 2004b] Austria,	[Hausmann, 2005]
KN 8544 2000	3.025	250	756	[Statistik 2004b] Austria,	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 8544 4110 bis KN 8544 6010	89.605	500	44.803	[Statistik 2004b] Austria,	[Hausmann, 2005]
SITC 716	42.755	10	428	[Statistik 2004d] Austria,	eigene Annahme
SITC 721	50.382	1,4	71	[Statistik 2004d] Austria,	[International Copper Association, 2005], [Liebherr, 2005]
SITC 723	127.655	1,5	191	[Statistik 2004d] Austria,	[International Copper Association, 2005], [Liebherr, 2005]
SITC 751	3.663	50	183	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 752	23.481	36	845	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 761	17.590	36	633	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 762	4.565	50	228	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 763	4.592	36	165	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 764	23.210	50	1.161	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 771	29.594	50	1.480	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 775	103.514	36	3.727	[Statistik 2004d] Austria,	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu - Konzentration
SITC 781	435.242	17	7.399	[Statistik 2004d] Austria,	[Deutsches Kupferinstitut, 2005], [Audi, 2005]
SITC 782	98.632	3	296	[Statistik 2004d] Austria,	eigene Annahme
SITC 783	45.017	10	450	[Statistik 2004d] Austria,	[Graedel et al., 2002]
SITC 784	359.526	10	3.595	[Statistik 2004d] Austria,	eigene Annahme
SITC 791	123.576	50	6.179	[Statistik 2004d] Austria,	[International Copper Association, 2005]
SITC 792	2.989	20	60	[Statistik 2004d] Austria,	[International Copper Association, 2005]
SITC 793	105.497	5	527	[Statistik 2004d] Austria,	[Graedel et al., 2002]
	1.720.001	Gesamt	96.872		

Erläuterungen zu Tabelle 9-8:

„Gewebe, Gitter und Geflechte“ (KN 7414), „Stifte, Nägel, Reißnägel, etc.“ (KN 7415) und „Federn“ (KN 7416).

Es wurde bei „Gewebe, Gitter und Geflechten“ (KN 7414), „Stiften, Nägel, Reißnägel, etc.“ (KN 7415) sowie bei „Federn“ (KN 7416) angenommen, dass diese ausschließlich aus raffiniertem Kupfer bestehen.

Das ergibt 770 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 390 – 1.500 t.

„Nicht elektrisches Koch- und Heizgeräte“ (KN 7417) und „Haushaltsartikel“ (KN 7418)

Es wurde angenommen, dass die Gütergruppe „Nicht elektrische Koch- und Heizgeräte“ (KN 7417) aus Kupfergeschirr besteht und die Gütergruppe „Haushaltsartikel“ (KN 7418) zum Beispiel Putzschwämme aus Kupferdraht (ähnlich Stahlwolle) und dergleichen beinhaltet, wobei Güter aus beiden KN – Gütergruppen aus raffiniertem Kupfer bestehen.

Das ergibt 390 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 190 – 780 t.

„Waren aus Kupfer“ (KN 7419)

Es wird angenommen, dass es sich dabei Waren aus raffiniertem Kupfer handelt.

Das ergibt 3.300 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 1.700 - 6.600 t.

Elektrische Leiter (KN 8544-1110, -1190, -1990, -2000, -4110, -6010)

Die KN – Gütergruppe „Wickeldraht aus lackiertem Kupfer“ (KN 85441110) besteht aus einem Kupferdraht für elektronische Zwecke. Es wird angenommen, dass dieser aus elektrotechnischen Gründen aus raffiniertem Kupfer besteht, welches von einer dünnen Lackschicht umgeben ist.

Koaxialkabel (KN 8544-2000) sind Kabel, die aus einem Innenleiter, einem darüberliegenden Dielektrikum, einer Schirmung und einem Kabelmantel bestehen. Der Innenleiter, „Seele“ genannt, besteht zumeist aus Kupfer. Die Schirmung besteht aus einem verzinnnten Kupfergeflecht und Alufolie [ITWissen, 2005], [BELSAT, 2005]. Deshalb wird ein Kupfer - Anteil von 25 Gew.% geschätzt.

Für alle anderen elektrischen Leiter wird angenommen, dass sie aus 50 Gew.% Kupfer bestehen [Hausmann, 2005].

Das ergibt 55.000 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 41.000 - 73.000 t.

„Rotierende, elektrische Kraftmaschinen“ (SITC 716)

Es wird angenommen, dass elektrische Leitungen innerhalb elektrischer Kraftmaschinen (z.B.: Elektromotor) rund 1 Gew.% des Gesamtgewichtes ausmachen.

Das ergibt 430 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 210 – 860 t.

Kraftfahrzeuge (SITC 721, 723, 781, 782, 791)

Die Position 781 aus der SITC – Außenhandelsliste („PKW und Kombi“) enthält alle noch fahrtüchtigen PKW und Kombis, egal welche Hubraumgröße sie aufweisen. Deshalb werden bei dieser Position Neuwagen als auch Gebrauchtwagen jeglicher Dimension erfasst [Schmidt, 2005]. Dieselbe Annahme gilt auch für LKW.

In Tabelle 9-9 sind Kupfergehalten in Kraftfahrzeugen gemäß [International Copper Association, 2005] und [Deutsches Kupferinstitut, 2005] angeführt.

Tabelle 9-9: Kupfergehalt von Fahrzeugen [in kg/Stück]

Kraftfahrzeug (Angaben in [kg/Stück])	[International Copper Association, 2005]	[Deutsches Kupferinstitut, 2005]
PKW	22,5	25
Schienenfahrzeug	5.000	-
Landwirtschaftliche Maschine	28	-
Hoch-/Tiefbaumaschine	30	-

Für PKWs wird der Wert 25 kg/PKW gewählt. t. Da in [Statistik Austria, 2004b] der Import in Tonnen angegeben wird, wird zur Ermittlung der Kupferkonzentration ein durchschnittliches Gewicht von 1,5 Tonnen/PKW angenommen. Dieses Gewicht basiert auf einem empirischen Mittelwert des Leergewichts von Neuwagen [Audi, 2005]. Der Kupferanteil in allen Fahrzeugen wird als konstant über die Zeit angesehen.

Für die LKW – Kupferkonzentration wurde bei einem angenommenen Durchschnittsgewicht von 10 Tonnen je LKW, in Anbetracht der Kupfergehalte von Hoch-/Tiefbaumaschinen, ein Kupfergehalt von 30 kg/LKW geschätzt.

Hoch- und Tiefbaumaschinen, sowie Landwirtschaftliche Maschinen, wurden jeweils auf 20 Tonnen/Maschine geschätzt. Diese Schätzung basiert auf den in [Liebherr, 2005] gezeigten Maschinen.

Weiters wurde angenommen, dass ein Schienenfahrzeug im Durchschnitt 100 t wiegt.

In Tabelle 9-10 sind Durchschnittsgewicht und Kupfergehalt der ausgewählten Fahrzeuge zusammengefasst.

Tabelle 9-10: Durchschnittsgewicht und Kupfergehalt von Fahrzeugen

Kraftfahrzeug	Durchschnittsgewicht [t]	Kupfergehalt [kg/Kfz]	Kupfergehalt [g/kg]
PKW	1,5	25	17
LKW	10	30	3,0
Schienenfahrzeug	100	5.000	50
Landwirtschaftliche Maschine	20	28	1,4
Hoch-/Tiefbaumaschine	20	30	1,5

Das ergibt 14.000 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 10.000 – 19.000 t.

Elektro- und Elektronikgeräte (SITC 751, 752, 761, 762, 763, 764, 771, 775)

[Hausmann, 2005] schätzt für alle Elektro- und Elektronikgeräte einen Kupfergehalt von 50.000 mg/kg. Dieser Wert korreliert gut mit dem daraus berechenbaren, arithmetischen Mittel, das sich aus Kupfergehaltsangaben aus [Truttmann et al., 2005] ermitteln lässt (siehe Tabelle 9-11).

Tabelle 9-11: Kupfergehalt in einigen Elektrogeräten (arithmetisches Mittel)

Gerät	Massen%
Kühlgerät	4,0
Waschmaschine	2,4
Geschirrspüler	2,5
Mikrowelle	3,9
PC (exkl. Monitor)	4,8
Videorecorder	6,0
Monitor	7,8
Fernseher	5,0
Mittelwert	4,6

Da die einzelnen Geräte jedoch unterschiedliche Durchschnittsgewichte aufweisen, wird das gewichtete Mittel für die Berechnung verwendet (siehe Tabelle 9-12).

Tabelle 9-12: Gewichtetes Mittel des Kupfergehalts einiger EEG

Gerät	Durchschnittsmasse [kg]	Cu - Gehalt [M%]	Gewichteter Wert [M%]
Kühlschrank	50	4,00	200,00
Waschmaschine	75	2,40	180,00
Geschirrspüler	50	2,50	125,00
Mikrowelle	23	3,90	89,70
PC (exkl. Monitor)	10	4,80	48,00
Videorecorder	5	6,00	30,00
Monitor	14	7,80	109,20
Fernseher	30	5,00	150,00
Gesamt	257	4,55	931,90
		Gewichteter Cu - Gehalt	3,63

Für die in Tabelle 9-12 angeführten Güter folgender vier SITC – Gruppen wird ein Kupfergehalt von 36.000 mg/kg gewählt.

- 752: Datenverarbeitungsmaschinen (PC, Monitor)
- 761: Fernsehempfangsgeräte (Fernseher)
- 763: Ton-/Bildaufnahmegeräte (Videorecorder)
- 775: Haushaltsgeräte, a.n.g. (Kühlschrank, Waschmaschine, Geschirrspüler, Mikrowelle)

Den anderen vier SITC – Gruppen, die Elektrogeräte beinhalten, wird der Wert von [Hausmann, 2005], 50.000 mg/kg, zugewiesen.

- 751: Büromaschinen
- 762: Rundfunkempfangsgeräte
- 764: Nachrichtengeräte
- 771: Elektrische Maschinen, a.n.g.

Somit ergeben sich 8.400 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 2, das ergibt eine Bandbreite von 6.300 – 11.000 t.

Kfz – Teile und Zubehör (SITC 784)

Für die „Kfz – Teile und Zubehör“ (SITC 784) wird angenommen, dass sich der Kupferanteil auf 1 Gew.% beläuft.

Das sind 3.595 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 1.798 – 7.190 t.

Straßenfahrzeuge, a.n.g. (SITC 783), Luftfahrzeuge u.dgl. (SITC 792) und Wasserfahrzeuge u.ä. (SITC 793)

Die Kupferkonzentration für Straßenfahrzeuge und Wasserfahrzeuge wird [Graedel et al., 2002] entnommen. Flugzeuge des Typs Boeing 747-200 bestehen zu 2 Gew.% aus Kupfer [International Copper Association, 2005]. Der Wert wird für alle Flugzeuge verwendet.

Das ergibt 1.000 t Kupfer.

Datenunsicherheit: Level 3, das ergibt eine Bandbreite von 520 – 2.100 t.

Güterfluss: Kupferhalbzeuge (IM)

Eine Auflistung der Güter und Mengen an importierten Kupferhalbzeugen gemäß Außenhandelsstatistik [Statistik Austria, 2004b] ist in Tabelle 9-13 angeführt.

Die genauen Bezeichnungen der KN-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 angeführt.

Tabelle 9-13: Importierte Kupferhalbzeuge gemäß Außenhandelsstatistik

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7406 1000 KN 7406 2000	1.190	999	1.189	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 1000	1.703	999	1.701	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 2110 KN 7407 2190	8.390	650	5.454	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 2210	21	550	12	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7407 2290 KN 7407 2900	769	550	423	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 1100 KN 7408 1910 KN 7408 1990	55.054	999	54.999	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 2100	1.655	650	1.076	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 2200	370	550	204	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7408 2900	1.172	550	645	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 1100 KN 7409 1900	13.319	999	13.306	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 2100 KN 7409 2900	2.138	650	1.390	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 3100 KN 7409 3900	235	800	188	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 4010	4	550	2	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7409 4090 KN 7409 9000	416	550	229	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7410 1100 KN 7410 2100	4.125	999	4.121	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7410 1200 KN 7410 2200	952	550	524	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7411 1011 KN 7411 1019 KN 7411 1090	8.300	999	8.292	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7411 2110 KN 7411 2190	3.086	650	2.006	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7411 2200 KN 7411 2900	424	550	233	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7412 1000	958	999	957	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7412 2000	2.598	550	1.429	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
	106.879	Gesamt	98.377		

Für Pulver und Flitter wurde angenommen, dass diese aus raffiniertem Kupfer hergestellt werden.

Güterfluss: Kupferwaren (HA)

Eine Auflistung der in den Handel fließenden Güter ist in der Tabelle 9-14 dargestellt. Diese Tabelle zeigt, dass 82 Prozent (rund 93.000 t) der 114.000 t bestimmten Gütern zuordenbar sind. Die restlichen 18 Prozent (rund 21.000 t Kupfer) können nicht zugeordnet werden, Gründe dafür sind:

1. Fehlende Produktionsdaten der Güter
2. Unbekannte Verwendung der Halbzeuge im Prozess Güterproduktion.

Tabelle 9-14: Berechnung der in den inländischen Handel fließenden Kupferwaren

Güter	IM ¹ [t Cu/a]	EX ² [tCu/a]	PR ³ [Stk./a]	PR [t/a]	Quelle für Produktion	Cu - Gehalt [%] oder [kg/Stk.]	Cu - PR [t/a]	Kupferwaren (HA) [t Cu/a]
Litzen, Kabel & Seile	9.661	363	n.b.	956	[Statistik Austria, 2004c]	99	946	10.244
Gewebe, Gitter und Geflechte	38	58	n.b.	n.b.	-	99	n.b.	n.b.
Stifte, Nägel, Reißnägel etc.	716	883	n.b.	n.b.	-	99	n.b.	n.b.
Federn	20	15	n.b.	n.b.	-	99	n.b.	5
n. elektr. Koch- und Heizgeräte	2	4	n.b.	n.b.	-	99	n.b.	n.b.
Haushaltsartikel	386	60	n.b.	n.b.	-	99	n.b.	326
Waren aus Kupfer, a.n.g.	3.322	913	n.b.	n.b.	-	99	n.b.	2.409
Elektrische Leiter und Kabel	55.110	44.418	n.b.	36.166	[Statistik Austria, 2004c]	50	18.083	28.775
Rotierende, elektr. Kraftmaschinen	428	570	n.b.	n.b.	-	0,1	n.b.	n.b.
Landwirtschaftliche Maschinen	71	66	9.768	n.b.	[Fachverband der Fahrzeugindustrie, 2004]	28kg/Maschine	274	279
Hoch- und Tiefbaumaschinen	191	177	n.b.	n.b.	-	30kg/Maschine	n.b.	14
Büromaschinen	183	81	n.b.	n.b.	-	5,0	n.b.	n.b.
Datenverarbeitungsmaschinen	845	338	n.b.	n.b.	-	3,6	n.b.	n.b.
Fernsehempfangsgeräte	633	459	n.b.	n.b.	-	3,6	n.b.	n.b.
Rundfunkempfangsgeräte	228	35	n.b.	n.b.	-	5,0	n.b.	n.b.

Güter	IM ¹ [t Cu/a]	EX ² [tCu/a]	PR ³ [Stk./a]	PR [t/a]	Quelle für Produktion	Cu - Gehalt [%] oder [kg/Stk.]	Cu - PR [t/a]	Kupferwa- ren (HA) [t Cu/a]
Ton-/Bildaufnahmegeräte	165	39	n.b.	n.b.	-	3,6	n.b.	n.b.
Nachrichtengeräte	1.161	676	n.b.	n.b.	-	5,0	n.b.	n.b.
Elektrische Maschinen, a.n.g.	1.480	3.132	n.b.	n.b.	-	5,0	n.b.	n.b.
Haushaltsgeräte, a.n.g.	3.727	2.418	n.b.	n.b.	-	3,6	n.b.	n.b.
Elektronische Geräte	8.422	7.178	n.b.	100.478	[Hausmann, 2005]	4,3	4.321	5.565
Gesamt								
PKW	5.739	1.205	118.650	n.b.	[Fachverband der Fahrzeug- industrie, 2004]	25kg/PKW	2.966	7.500
LKW	296	482	20.884	n.b.	[Fachverband der Fahrzeug- industrie, 2004]	30kg/LKW	627	780
Kfz - Teile und Zubehör	3.595	2.761	n.b.	n.b.	-	n.b.	n.b.	834
Schienenfahrzeuge	6.179	5.801	450	n.b.	[Siemens, 2005]	5t Cu/Stück	2.250	2.628
Rohre	12.917	25.985	n.b.	35.000	[buntmetall amstetten, 2005]	99	34.650	21.582
Bleche und Bänder	15.114	2.574	n.b.	n.b.	-	99	n.b.	12.540
Gesamt	122.207	93.513	n.b.	n.b.	-	-	63.170	93.481

- 1...Import
2...Export
3...Produktion

Erläuterungen zu Tabelle 9-14:

Bei der Summierung des Kupferwarenflusses aus IMPORT – EXPORT + PRODUKTION wurden negative ermittelte Werte als „n.b. (nicht bestimmt)“ ausgewiesen, da keine Produktionsdaten dieser Güter ermittelt werden konnten.

Elektro- und Elektronikgeräte

Bei den Elektrogeräten wurde für die Kupferkonzentration der Produktion das arithmetische Mittel aus 5,0 Massen% [Hausmann, 2005] und dem berechneten, gewichteten Mittel von 3,6 Massen% gewählt, da keine differenzierten Produktionsergebnisse vorliegen. Dieses ergibt sich zu 4,3 Massen%.

Rohre bzw. Bleche und Bänder

Es wird angenommen, dass die zwei Halbzeuge in der obigen Liste, Rohre sowie Bleche und Bänder, ohne große Bearbeitung/Umarbeitung in den Handel kommen. Dort werden sie vorwiegend in Gebäuden eingesetzt (Wasser-/Heizungsrohre, Bleche als Abdeckbleche, Fassadenelemente, Dachelemente, etc.).

PKW und LKW

Ungenauigkeiten aus offiziellen Statistiken sind bei den Gütern „PKW“ und „LKW“ bereinigt worden: Die mithilfe der Formel „Import – Export + Produktion“ aus Außenhandelsstatistik und Konjunkturstatistik ermittelte Zahl der Neu-PKW, die in den Prozess „Handel“ fließen, beläuft sich auf 220.000 Stück:

5.500 t Cu dividiert durch 0,025 t Cu/PKW = 220.000 PKW

Statistik Austria gibt als Zahl der Zulassungen fabrikneuer PKW 300.121 an [Statistik Austria, 2004d]. Das sind 7.500 t Cu und somit ein Defizit von 2.000 t Cu im Vergleich zu den be-

rechneten 5.500 t Cu (Import + Produktion - Export).

Da die Position 781 („PKW und Kombi“) der SITC Außenhandelsliste sowohl Neu- als auch Gebrauchtwagen enthält, kann man für die Ermittlung der Zahl der Neuwagen nicht die Werte für Import (7.269 t Cu) und Export (4.730 t Cu) der SITC-Liste für die Formel „Import (Neuwagen) + Produktion (Neuwagen) – Export (Neuwagen)“, übernehmen.

Über die bekannte Zahl an Alt – PKW und deren Exportquote, lässt sich der Anteil von Gebrauchtwagen im Export wie folgt finden: 233.000 Alt-PKW fallen jährlich an (siehe Prozess „Private Haushalte“, Kapitel 4.2.7), davon werden 92.000 (39 %) verwertet und 141.000 (61 %) werden exportiert [WKÖ, 2004]. Das bedeutet, dass 3.525 t Kupfer ($141.000 * 25 \text{ kg Cu/PKW}$) der Position 781 („PKW und Kombi“) eigentlich exportierte Gebrauchtwagen und keine Neuwagen sind.

Somit erhöht sich die Zahl der Neuwagen im Güterfluss „Kupferwaren (HA)“ von 5.500 t durch Verminderung des Exports um 3.525 t ($\text{Import} + \text{Produktion} - \text{Export} = \text{Kupferwaren (HA)}$) auf 9.025 t Kupfer ($5.500 \text{ t} + 3.525 \text{ t}$).

Da beim Import auch Gebrauchtwagen erfasst werden, müssen, um auf die 7.500 t der Neuzulassungsstatistik zu kommen, 1.525 t Cu bei den Importen (entspricht 61.000 Fahrzeugen) ebenfalls Gebrauchtwagen sein. Dies verringert die Zahl der Importe und senkt somit das Endergebnis. Damit ergeben sich, übereinstimmend mit der Neuzulassungszahl von 300.121 PKW aus [Statistik Austria, 2004d], 7.500 t Kupfer.

Für PKW wird deshalb der Wert von 7.500 t Kupfer als Teil des Güterflusses „Kupferwaren (HA)“ gewählt und die Import- und Exportwerte entsprechend adaptiert.

Bei den LKW beträgt die Neuzulassungszahl 26.000 [Statistik Austria, 2004d]. Das entspricht, mit einer Kupferkonzentration von 30 kg Cu/LKW, 780 t Cu. Die Zahl der Alt-LKW beläuft sich auf 20.000 (siehe Prozess „Private Haushalte“, Kapitel 4.2.7), wobei die Exportquote unbekannt ist. Es wird angenommen, dass diese ähnlich der PKW-Exportquote ist, die ungefähr bei 60 % ($141.000/233.000$) liegt.

Somit werden 12.000 Gebrauchte-LKW exportiert, die vom Export abgezogen werden müssen. Das erhöht die Zahl von 441 t Kupfer, die in den Prozess „Handel“ fließen, auf 801 t Cu. 63 t Cu des Imports (entspricht 2.100 LKW) wären dann importierte Gebrauchte-LKW, dies würde 780 t Cu aus der Neuzulassungsstatistik ergeben.

Für LKW wird deshalb der Wert von 780 t Cu/a als Teil des Güterflusses „Kupferwaren (HA)“ gewählt.

Güterfluss: Kupferwaren (EX)

Eine Auflistung der Güter und Mengen exportierter Kupferwaren [Statistik Austria, 2004b], [Statistik Austria, 2004d] ist in Tabelle 9-15, angeführt.

Die genauen Bezeichnungen der KN- bzw. SITC-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 und Tabelle 9-2 angeführt.

Tabelle 9-15: Exportierte Kupferwaren

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7413 0010 KN 7413 0091	326	999	326	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7413 0099	68	550	37	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7414	58	999	58	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7415	884	999	883	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7416	15	999	15	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7417	4	999	4	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7418	60	999	60	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7419	914	999	913	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 8544 1110	16.117	999	16.101	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 8544 1190	5.336	500	2.668	[Statistik Austria, 2004b]	[Hausmann, 2005]
KN 8544 2000	646	250	162	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 8544 4110 bis KN 8544 6010	50.907	500	25.454	[Statistik Austria, 2004b]	[Hausmann, 2005]
SITC 716	57.006	10	570	[Statistik Austria, 2004d]	eigene Annahme
SITC 721	47.285	1,4	66	[Statistik Austria, 2004d]	[International Copper Association, 2005], [Liebherr, 2005]
SITC 723	117.961	1,5	177	[Statistik Austria, 2004d]	[International Copper Association, 2005], [Liebherr, 2005]
SITC 751	1.619	50	81	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 752	9.398	36	338	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 761	12.747	36	459	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 762	690	50	35	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 763	1.089	36	39	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Masse	Quelle für Cu – Konzentration
SITC 764	13.523	50	676	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 771	62.635	50	3.132	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 775	67.166	36	2.418	[Statistik Austria, 2004d]	[Hausmann, 2005], [Truttmann et al., 2005]
SITC 781	283.229	16,7	4.815	[Statistik Austria, 2004d]	[Deutsches Kupferinstitut, 2005], [Audi, 2005]
SITC 782	160.804	3	482	[Statistik Austria, 2004d]	eigene Annahme
SITC 783	36.923	10	369	[Statistik Austria, 2004d]	[Graedel et al., 2002]
SITC 784	276.119	10	2.761	[Statistik Austria, 2004d]	eigene Annahme
SITC 791	116.012	50	5.801	[Statistik Austria, 2004d]	[International Copper Association, 2005]
SITC 792	3.511	20	70	[Statistik Austria, 2004d]	[International Copper Association, 2005]
SITC 793	99.083	5	495	[Statistik Austria, 2004d]	[Graedel et al., 2002]
	1.442.204	Gesamt	69.498		

Güterfluss: Produktionsabfälle (GP1)

In Tabelle 9-16 sind die kupferhaltigen Produktionsabfälle gemäß Bundesabfallwirtschaftsplan 2001 [Perz, 2001] angeführt.

Tabelle 9-16: Kupferhaltige Produktionsabfälle

Bezeichnung	Abfallschlüsselnummer	Masse [t/a]	Cu - Konzentration [%]	Kupfermasse [t Cu/a]
Stanz- und Zerspanungsabfälle	35301	8.000	n.b.	1.000
Kupfer aus Industrie und Gewerbe	35310	20.000	99,9	19.800
NE-Metallschrott, NE-Metalleballagen	35315	4.500	55	2.500
Galvanikschlamm (gefährlich)	51104	1.000	15 - 60	380
Kupferchlorid	51530	6.700	47 - 64	3.700
Wasserlösliche Kupfersalze (gefährlich)	51550	500	n.b.	n.b.
Summe (Werte gerundet)		41.000	-	27.000

Erläuterungen zu Tabelle 9-16:

Stanz- und Zerspanungsabfälle (Abfallschlüsselnummer 35301)

Bei dieser Fraktion handelt es sich um Späne aus Bohrungen, um Schnittreste, etc., die zu einem geringen Anteil aus Kupfer bestehen [Perz, 2005]. Es wird angenommen, dass es sich dabei um 1.000 t Kupfer handelt. Die Abfälle werden aufbereitet und das Kupfer wird wiederverwertet.

Kupfer aus Industrie und Gewerbe (Abfallschlüsselnummer 35310)

Es wird angenommen, dass es sich bei den nicht näher bezeichneten 20.000 t Kupfer um Kupferschrotte handelt, die in der Altmetallsammlung getrennt erfasst werden. Es wird weiters angenommen, dass es sich dabei um reine Kupferabfälle handelt, die gering verunreinigt sind. Die Abfälle werden aufbereitet und das Kupfer wird wiederverwertet.

NE-Metallschrott und NE-Metalleballagen (Abfallschlüsselnummer 35315)

4.500 t der insgesamt 20.000 t an NE-Metallschrott und NE-Metalleballagen bestehen aus „Sonstigen Kupferlegierungen“ [Perz, 2005]. Der Kupfergehalt wird 55 % angenommen, woraus sich ein Kupferfluss von 2.500 t ergibt. Die Abfälle werden aufbereitet und das Kupfer wird wiederverwertet.

Galvanikschlamm (Abfallschlüsselnummer 51104)

Galvanikschlamm entstammt Galvanikbädern, die zur Oberflächenveredelung von Werkstücken benutzt werden. Dabei werden die Werkstücke durch Eintauchen in das Galvanikbad mit einer dünnen Metallschicht überzogen. Der dabei anfallende Galvanikschlamm enthält die zur Veredelung benutzten Metalle in ihrer Hydroxid- oder Oxyhydratform [Tatenbank, 2005]. Der Kupfergehalt von Galvanikschlämmen beträgt 15 – 60 % [Montanwerke Brixlegg, 2005]. Das ergibt einen Kupferfluss zwischen 150 t und 600 t. Der Mittelwert ergibt 380 t. Die Schwankungsbreite liegt innerhalb der angenommenen Bandbreiten. Der Galvanikschlamm wird deponiert.

Kupferchlorid (Abfallschlüsselnummer 51530)

Die anfallende Menge von 6.700 t Kupferchlorid besteht je nach Verhältnis von CuCl und CuCl₂ zwischen 47 % und 64 % Kupfer. Das ergibt einen Kupferfluss zwischen 3.100 t und 4.300 t Kupfer. Der Mittelwert beträgt 3.700 t. Die Schwankungsbreite liegt innerhalb der angenommenen Bandbreiten. Das Kupferchlorid wird aufbereitet und das Kupfer wiederverwertet [Perz, 2005], u.a.in den Montanwerken Brixlegg.

Wasserlösliche Kupfersalze (Abfallschlüsselnummer 51550)

Die Kupferkonzentration der wasserlöslichen Kupfersalze ist unbekannt und wird vernachlässigt.

9.6 Prozess: Handel (HA)

Güterfluss: Kupferwaren (PHH) und Güterfluss: Kupferwaren (SB)

In Tabelle 9-17 werden die kupferhaltigen Güter auf die beiden Prozesse „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“ aufgeteilt. In der Tabelle sind nur jene Güter angeführt, für die im Güterfluss „Kupferwaren (HA)“ des Prozesses „Güterproduktion“ (siehe Kapitel 4.2.5) Kupferflüsse bestimmt werden konnten.

Tabelle 9-17: Aufteilung der Kupferwaren auf die Prozesse PHH und SB

Güter	Kupferwaren(HA) [t Cu/a]	In PHH [%]	In PHH [t Cu/a]	In SB [%]	In SB [t Cu/a]	Quelle für Aufteilung
Litzen, Kabel & Seile	10.244	49	5.020 (5.800)	51	5.224 (6.035)	[GUA & Vogel-Lahner, 2003]
Federn	5	0	0	100	5 (6)	eigene Annahme
Haushaltsartikel	326	100	326 (377)	0	0	eigene Annahme
Waren aus Kupfer, a.n.g.	2.409	100	2.409	0	0	eigene Annahme

Güter	Kupferwaren(HA) [t Cu/a]	In PHH [%]	In PHH [t Cu/a]	In SB [%]	In SB [t Cu/a]	Quelle für Aufteilung
			(2.783)			
Elektrische Leiter und Kabel	28.775	49	14.100 (16.290)	51	14.675 (16.954)	[GUA & Vogel-Lahner, 2003]
Landwirtschaftliche Maschinen	279	0	0	100	279 (322)	eigene Annahme
Hoch- und Tiefbaumaschinen	14	0	0	100	14 (16)	eigene Annahme
Elektronische Geräte	5.565	50	2.783 (3.215)	50	2.783 (3.215)	eigene Annahme
PKW	7.500	80	6.000 (6.932)	20	1.500 (1.733)	[Daxbeck et al., 2003]
LKW	780	0	0	100	780 (901)	eigene Annahme
Kfz - Teile und Zubehör	834	80	667 (771)	20	167 (193)	siehe Text
Schienenfahrzeuge	2.628	0	0	100	2.628 (3.036)	eigene Annahme
Rohre	21.582	49	10.575 (12.217)	51	11.007 (12.717)	[GUA & Vogel-Lahner, 2003]
Bleche und Bänder	12.540	49	6.145 (7.099)	51	6.395 (7.388)	[GUA & Vogel-Lahner, 2003]
Gesamt)	93.481	51	48.025	49	45.457	
Güterfluss Kupferwaren(HA)	108.000	51	55.000	49	53.000	

Die Aufteilung der „Bau“-Güter („Litzen, Kabel, Seile“, „Elektrische Leiter und Kabel“, „Rohre“, „Bleche und Bänder“; Tabelle 9-18) ergibt sich nach der prozentuellen Aufteilung der österreichischen Gebäudemasse auf „Private Haushalte“ und „Sonstige Branchen“. Diese Güter werden den in der Tabelle 9-18 angeführten Verwendungszwecken in Gebäuden zugeordnet und sind deshalb als „Bau“-Güter definiert worden. Die Aufteilung der in Gebäuden verwendeten Güter beträgt ungefähr 49 % in Privaten Haushalten und 51 % in Sonstigen Branchen [GUA & Vogel-Lahner, 2003].

Tabelle 9-18: Einsatzzwecke der kupferhaltigen Güter, die in Gebäuden verwendet wurden

Güter	Verwendung
Litzen, K. u. S.	Elektrotechnik des Gebäudes
Rohre	Heizungs-/Wasserrohre innerhalb des Gebäudes
Bleche u. Bänder	Fassaden-/Dachabdeckung des Gebäudes
Elektrische Leiter	Elektrotechnik des Gebäudes

Die daraus resultierende Verteilung der einzelnen Güter wird für den Prozess „Private Haushalte“ als auch für den Prozess „Sonstige Branchen“ aufsummiert, um die aufgeteilte Gesamtmenge für den jeweiligen Prozess zu erhalten (PHH: 48.063 t Cu/a, SB: 45.418 t Cu/a, siehe Tabelle 9-17). Die beiden Prozesse haben somit einen ungefähren Anteil von „Private Haushalten“ zu „Sonstige Branchen“ von 51 % zu 49 % am Gesamtgüterfluss von 93.481 t Cu/a.

Da nur 93.481 t des 108.000 t umfassenden Kupferstroms bekannt sind, werden die Verhältnisse von der „bekannten Aufteilung eines Prozesses“ zu „erklärbarer Gesamtmenge (93.481 t Cu/a)“ auf die rechnerisch-ermittelte Gesamtmenge (Bilanz aus Güterproduktion und Sandstrahlmittel) von 108.000 t übertragen.

Die daraus resultierenden Werte sind in Tabelle 9-17 jeweils in Klammer angeführt.

Beispiel: Private Haushalte

$$55.484 = (48.025/93.481) \cdot 108.000$$

Somit ergibt sich eine Aufteilung von ungefähr 55.000 t Kupfer in den Prozess „Private Haushalte“ und 53.000 t Kupfer in den Prozess „Sonstige Branchen“.

Die Aufteilung der PKW, denen die Kfz – Ersatzteile zugeordnet werden, wird mit 80 % für die privaten Haushalte abgeschätzt.

Für Federn, jegliche schwere Maschinen (Landwirtschaftliche Maschinen, Hoch-/Tiefbaumaschinen), LKW, Schienenfahrzeuge und Sandstrahlmittel wird angenommen, dass diese ausschließlich von Sonstigen Branchen bezogen werden.

„Waren aus Kupfer“ und „Haushaltsartikel“ werden zu 100 % den Privaten Haushalten zugewiesen.

9.7 Prozess: Private Haushalte (PHH)

LAGER

Elektro- und Elektronikgeräte (EEG)

Für Private Haushalte wird eine Masse von 1.241.676 t EEG angegeben [Hausmann, 2005]. In der Tabelle 9-19 werden die dabei betrachteten Geräte angeführt.

Tabelle 9-19: Elektro- und Elektronikgeräte (EEG) in Privaten Haushalten

Waschmaschine	Kühlschrank	E - Herd	Gefrierschrank/-truhe	Geschirrspüler
Mikrowelle	Wäschetrockner	Monitor	PC inkl. Monitor	Laptop
Faxgerät	Mobiltelefon	Festnetztelefon	Anrufbeantworter	Fernsehgerät
Hi - Fi Anlage	Videorecorder	Radiorecorder	CD - Player, stationär	DVD - Player
Fotoapparat	Digitalkamera	analoger Camcorder	digitaler Camcorder	Mini-Disc - Player

Mit einem Kupfergehalt von 5 % [Hausmann, 2005] ergibt das ein Kupferlager von 62.000 t.

Geräte, die von [Truttmann et al., 2005] in Bezug auf ihren Kupfergehalt detaillierter untersucht worden sind, sind in Tabelle 9-19 fett markiert. Dabei werden die Anzahl der Geräte in den Privaten Haushalten aus [Hausmann, 2005] mit deren spezifischen Kupfergehalten gemäß [Truttmann et al., 2005] multipliziert. Das ergibt ein Kupferlager von 29.000 t siehe Tabelle 9-20).

Tabelle 9-20: Von Truttmann untersuchte EEG und deren Kupferlager [Truttmann et al., 2005]

Bezeichnung	Anzahl [Stk.]	Cu - Gehalt [kg/Stk.]	Cu - Lager [t]
Kühlschrank	3.779.534	2,0	7.559
Waschmaschine	3.120.656	1,8	5.617
Geschirrspüler	1.875.016	1,3	2.438
Mikrowelle	2.097.920	0,9	1.888
Fernsehgerät	4.769.490	1,5	7.154
Monitor	2.399.496	1,1	2.639
Videorecorder	2.668.292	0,3	800

Bezeichnung	Anzahl [Stk.]	Cu - Gehalt [kg/Stk.]	Cu - Lager [t]
PC exkl. Monitor	2.399.496	0,5	1.200
Summe			29.296

Da Truttmann [Truttmann et al., 2005] nicht alle von Hausmann [Hausmann, 2005] aufgelisteten Geräte auf ihren Kupfergehalt untersucht hat, werden die beiden Berechnungen miteinander kombiniert. Dort, wo differenzierte Kupfergehalte vorhanden sind, werden diese verwendet. Bei den restlichen Geräten wird ein pauschaler Kupfergehalt von 5 % nach [Hausmann, 2005] angesetzt (siehe Tabelle 4-32).

Der Wert von 4,3% wird nicht verwendet (siehe Güterfluss: Konsumabfälle (SB) und Unterpunkt EAG), da dieser der Mittelwert aus dem gewichteten Mittel der Truttmann-Werte und dem pauschalen Wert von Hausmann ist und die Truttmann - Werte auf die hier betrachteten Güter keinen Einfluss haben [Truttmann et al., 2005], [Hausmann, 2005].

Münzen

In Tabelle 9-21 sind die in Österreich als Zahlungsmittel im Umlauf befindlichen Münzen und deren Kupfergehalte angeführt [Urban, 2005].

Tabelle 9-21: Berechnung des Münzlagers

Art der Münze	Prägeanzahl im Jahr...		Gesamtgewicht [g]	Cu - Anteil [%]	Cu - Anteil [g]	Cu – Anteil im Lager [t]	
	[Mio. Stück]					2002	2003
	2002	2003				2002	2003
2 Euro	196,4	4,7	8,5	75	6,38	1.252,05	29,96
1 Euro	223,5	-	7,5	75	5,63	1.257,19	-
50 Cent	169,1	9,1	7,8	89	6,94	1.173,89	63,17
20 Cent	203,4	50,9	5,7	89	5,07	1.031,85	258,22
10 Cent	441,6	-	4,1	89	3,65	1.611,40	-
					Summe	6.326,38	351,35

9.8 Prozess: Sonstige Branchen (SB)

Tabelle 9-22: Liste der in Österreich zugelassenen, kupferhaltigen Pflanzenschutzmittel

Wirkstoff	Mittel	Anwendung	Anwendungsmenge	Wirkstoffgehalt	Cu - Gehalt
Kupferhydroxid	Kocide 101			765 g/kg	500 g/kg
		Rüben	2 - 3 kg/ha		
		Wein	0,25 %		
Kupfernaphtenat	Caprecol, flüssig			66,5 g/l	n.b.
		Nadelgehölz	n.b.		
	Dendrocol 17			8,2 g/l	n.b.
		Laub, Nadelgehölz	n.b.		
		Wein	n.b.		
		Obst	n.b.		
Kupferoxychlorid	Cuprofor, flüs-			767,5 g/l	500 g/l

Wirkstoff	Mittel	Anwendung	Anwendungsmenge	Wirkstoffgehalt	Cu - Gehalt
	sig				
		Obst, Gartenbau	0,3 - 0,5 %		
		Ackerbau, Gemüse	3 - 4 kg/ha		
		Weinbau	1.000 l/ha		
		Obst	1.000 l/ha		
	Kupfer Fusilan 540 WG			500 g/kg	290 g/kg
		Wein	0,5 %		
		Kartoffel	4 - 5 l/ha		
Kupfersulfat, basisch	Cuproxat, flüssig			345 g/l	190 g/l
		Tomaten	0,5 %		
		Pfirsiche	1 %		
		Weinbau	0,75 %		
		Hopfen	0,75 %		
	Kupferol			345 g/l	190 g/l
		Tomaten	0,5 %		
		Pfirsiche	1 %		
		Weinbau	0,75 %		
		Hopfen	0,75 %		

LAGER

Elektrizitätsnetz

Die Systemlängen im österreichischen Elektrizitätsnetz werden Tauschek [Tauschek, 2005] entnommen (siehe Tabelle 9-24), da es sich bei den Daten von [WienStrom, 2005] nur um Daten des Wiener Elektrizitätsnetzes handelt (siehe Tabelle 9-23).

Tabelle 9-23: Verwendete Standardleitungen in diversen Spannungsebenen im WienStrom-Netz

Spannung	Leitungsart	Länge [km]	Standardtyp	Querschnitt [mm ²]	Strom [A]	Netzform
380 kV	Kabel	44	Niederdruckölkabel	1.200	900	Doppelsystem mit niederohmiger Sternpunktserdung
			mit Kupferleitern			
	Freileitung	12	Leiteseil aus Stahl-Alu	2 x 560	2.100	
110 kV	Kabel	371	Öl-, PE- und VPE-Kabeln mit Kupferleitern	500	580	Galvanisch getrenntes Netz mit Erdschluss - Kompensation
	Freileitung	390	Stahl-Aldrey	2 x 560	2.100	
20 kV	Kabel	1.610	Papier-Blei-Kabeln	150	325	Offen betriebene Ringnetze mit Erdschluss - Kompensation
			typisch mit Kupferleitern			
	Freileitung	905	Stahl-Alu	95	350	
10 kV	Kabel	4.740	Papier-Blei-Kabeln	240	325	Offen betriebene Ringnetze mit Erdschluss - Kompensation
			typisch mit Alu-Leitern			
	Freileitung	31	Stahl-Alu	95	350	

Spannung	Leitungsart	Länge [km]	Standardtyp	Querschnitt [mm ²]	Strom [A]	Netzform
400 V	Kabel	10.333	Aluminiumleiter	150	275	Offen betriebene Ringnetze mit niederohmiger Sternpunktserdung
	Freileitung	2.417	Isolierte Aluminiumleiter	95	200	

Tabelle 9-24: Systemlängen der österreichischen Leitungen in diversen Spannungsebenen

Spannungsebenen	Freileitungen		Kabelleitungen		Summe
	km	Anteil	km	Anteil	km
1 kV und darunter	49.614	32,9%	101.170	67,1%	150.783
>1kV und < 110 kV	34.822	54,5%	29.024	45,5%	63.846
110 kV	10.260	94,9%	552	5,1%	10.812
220 kV	3.759	99,9%	5	0,1%	3.764
380 kV	2.453	98,2%	44	1,8%	2.497
Summe	100.907	43,6%	130.795	56,4%	231.702

Da bei Tauschek [Tauschek, 2005] jedoch andere Spannungsbereiche angegeben werden, werden die beiden Datensätze kombiniert (siehe Tabelle 9-25).

Tabelle 9-25: Kombination der Daten von [WienStrom, 2005] und [Tauschek, 2005]

Tauschek	WienStrom
380 kV	380 kV
220 kV	-
110 kV	110 kV
>1 kV und <110 kV	20 kV und 10 kV
<1 kV	400 V

Durch die Zuordnung der Spannungsebenen 10 kV und 20 kV auf nur eine Netzlängenbandbreite werden die dabei verwendeten Leitmaterialien, Kupfer und Aluminium in Papier-Blei-Kabeln, zusammengefasst.

Deshalb wird aus den bekannten Wiener Daten der Anteil der Kupferleiter beim Kabeltyp „Papier-Blei-Kabel“ ermittelt:

$$1.610 \text{ km} / (1.610 \text{ km} + 4.740 \text{ km}) = 25 \%$$

Mit dem berechneten Anteil an der Leitungslänge von 25 % wird die Kupferleitungslänge nach [Tauschek, 2005] ermittelt:

$$0,25 * 29.024 \text{ km} = 7.256 \text{ km}$$

Nach einer Abschätzung von Schrott [Schort, 2005] wird hauptsächlich Aluminium im 400 V - Spannungsnetz als leitendes Material eingesetzt. Der Kupferanteil beläuft sich maximal auf 10 Prozent. Um auf der sicheren Seite zu bleiben, wird 10 % angenommen.

9.9 Prozess: Abfall- und Abwasserwirtschaft (AW)

Eine Auflistung der Güter und Mengen exportierter Kupferschrotte wird in Tabelle 9-26, angeführt [Statistik Austria, 2004b].

Die genauen Bezeichnungen der KN-Positionsnummern sind in Tabelle 9-1 angeführt.

Tabelle 9-26: Exportierte Kupferschrotte [Statistik Austria, 2004b]

Güter	Masse [t]	Kupferkonzentration [g/kg]	Kupfer [t]	Quelle für Menge	Quelle für Cu – Konzentration
KN 7404 0010	7.106	999	7.099	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7404 0091	6.873	650	4.467	[Statistik Austria, 2004b]	Siehe Kapitel 4.2.1
KN 7404 0099	11.855	550	6.520	[Statistik Austria, 2004b]	eigene Annahme
	25.834	Gesamt	18.087		