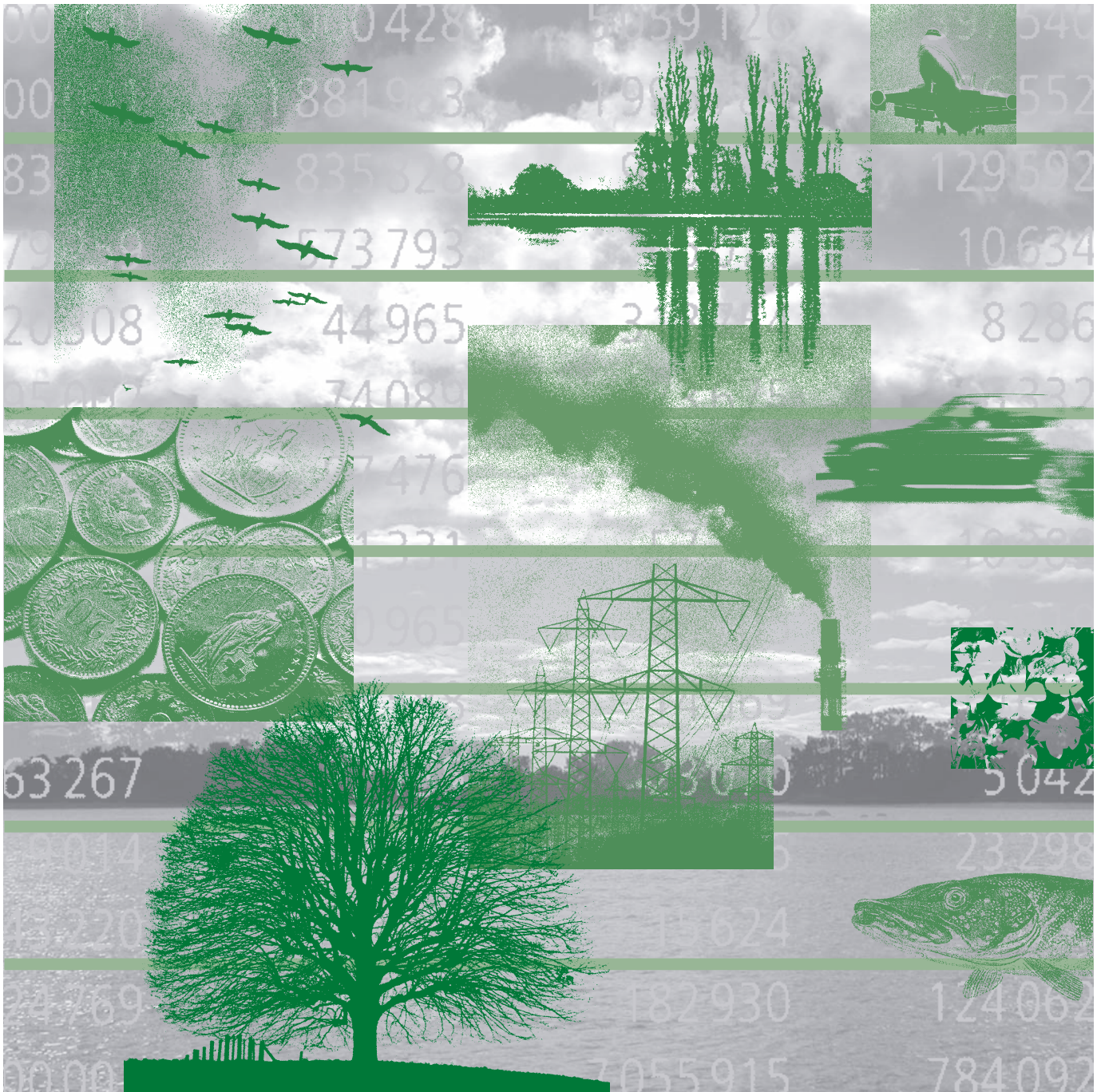


Materialflussrechnung für die Schweiz

Machbarkeitsstudie



Office fédéral de la statistique
Bundesamt für Statistik
Ufficio federale di statistica
Uffizi federal da statistica
Swiss Federal Statistical Office

Neuchâtel, 2005

Die vom Bundesamt für Statistik (BFS)
herausgegebene Reihe «Statistik der Schweiz»
gliedert sich in folgende Fachbereiche:

- 0 Statistische Grundlagen und Übersichten
- 1 Bevölkerung
- 2 Raum und Umwelt
- 3 Arbeit und Erwerb
- 4 Volkswirtschaft
- 5 Preise
- 6 Industrie und Dienstleistungen
- 7 Land- und Forstwirtschaft
- 8 Energie
- 9 Bau- und Wohnungswesen
- 10 Tourismus
- 11 Verkehr und Nachrichtenwesen
- 12 Geld, Banken, Versicherungen
- 13 Soziale Sicherheit
- 14 Gesundheit
- 15 Bildung und Wissenschaft
- 16 Kultur, Informationsgesellschaft, Sport
- 17 Politik
- 18 Öffentliche Verwaltung und Finanzen
- 19 Kriminalität und Strafrecht
- 20 Wirtschaftliche und soziale Situation der Bevölkerung
- 21 Nachhaltige Entwicklung und Disparitäten auf regionaler und internationaler Ebene

Materialflussrechnung für die Schweiz

Machbarkeitsstudie

Bearbeitung Stefan Rubli
Werkstoff-Börse GmbH
Niels Jungbluth
ESU-services

Unter Mitarbeit von Anne-Marie Mayerat Demarne
Bundesamt für Statistik

Herausgeber Bundesamt für Statistik (BFS)



Bundesamt für Statistik (BFS)
Neuchâtel, 2005

Herausgeber: Bundesamt für Statistik (BFS)
Auskunft: Anne-Marie Mayerat Demarne (BFS), 032 713 67 40, Email: anne-marie.mayerat@bfs.admin.ch
Autor: Stefan Rubli, Wertstoff-Börse GmbH, Zürich - Niels Jungbluth, ESU-services, Uster
Vertrieb: Bundesamt für Statistik, CH-2010 Neuchâtel
Tel. 032 713 60 60 / Fax 032 713 60 61 / E-Mail: order@bfs.admin.ch

Bestellnummer: 672-0500-05
Preis: Fr. 8.– (exkl. MwSt)
Reihe: Statistik der Schweiz
Fachbereich: 2 Raum und Umwelt
Originaltext: Deutsch
Übersetzung: Sprachdienste BFS
Titelgrafik: R. Hirter
Grafik/Layout: BFS
Copyright: BFS, Neuchâtel 2005
Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung –
unter Angabe der Quelle gestattet

ISBN: 3-303-02089-2

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5	2.5.2 Biomasse	14
Zusammenfassung	6	2.5.3 Baumaterial	15
Abstract	7	2.5.4 Industrielle Mineralien	17
Résumé	8	2.5.5 Übrige Produkte	17
		2.5.6 Datenqualität	18
1 Einleitung	9	2.6 Direkte Flüsse - Output	18
1.1 Zielsetzung dieser Studie	9	2.6.1 Exporte	18
1.2 Ziele einer Materialflussrechnung	9	2.6.2 Emissionen in die Luft	18
1.3 Vorgeschichte und internationale Anstrengungen	10	2.6.3 Emissionen ins Wasser	18
1.4 Aufbau einer Materialflussrechnung	10	2.6.4 Abfälle	18
		2.6.5 Dissipative Verluste	19
2 Vorgehen	12	2.6.6 Datenqualität	19
2.1 Rahmenbedingungen	12	2.7 Lager	19
2.2 Typologische Gliederung der Daten	12	2.7.1 Fossile Brenn- und Treibstoffe	19
2.3 Verwendete Grunddaten	12	2.7.2 Biomasse	20
2.3.1 Räumliche Abgrenzung	12	2.7.3 Baumaterial	20
2.3.2 Importe/Exporte	12	2.7.4 Industrielle Mineralien	21
2.3.3 Lager	13	2.7.5 Datenqualität	21
2.3.4 Indirekte Flüsse	13	2.8 Indirekte Flüsse – Inländische ungenutzte Gewinnung	21
2.3.5 Emissionen	13	2.8.1 Biomasse	21
2.3.6 Memorandum Items for balancing	13	2.8.2 Baumineralien	22
2.4 Anpassung an die Schweiz	13	2.8.3 Industrielle Mineralien	22
2.5 Direkte Flüsse - Input	13	2.9 Indirekte Flüsse – Versteckte Flüsse durch Importe	22
2.5.1 Fossile Brenn- und Treibstoffe	13	2.9.1 Fossile Brenn- und Treibstoffe	22
		2.9.2 Biomasse	22
		2.9.3 Baumaterial	23
		2.9.4 Industrielle Mineralien	23
		2.9.5 Übrige Produkte	24
		2.9.6 Datenqualität	24
		2.10 Einschränkungen im methodischen Bereich	24

Vorwort

Die Produktion und der Konsum der menschlichen Gesellschaften sind eng verbunden mit der Nutzung der natürlichen Ressourcen unseres Planeten. Es besteht also ein Zusammenhang zwischen der Menge der verbrauchten Materialien und den dadurch verursachten Umweltbelastungen, denn diese Materialien gelangen früher oder später in Form von Abfällen oder Emissionen wieder in die Umwelt zurück. Das bedeutet, dass eine Entmaterialisierung der Wirtschaft von entscheidender Bedeutung ist, wenn sich unsere Industriegesellschaften nachhaltiger entwickeln sollen. Die Materialflussrechnung ermöglicht dementsprechend ein quantitatives Erfassen des ‚physikalischen Metabolismus‘ der Wirtschaft, die Analyse seiner Struktur und die Beobachtung seiner Entwicklung im Laufe der Zeit. Sie liefert aber auch Hinweise zur Produktivität der Ressourcen. Schliesslich können durch die Materialflussrechnung auch die Umweltbelastungen durch unsere Importe erfasst und ihre Konsequenzen analysiert werden.

Die Grundsätze und Zielsetzungen einer Materialflussrechnung werden in dieser Machbarkeitsstudie vorgestellt. Die verschiedenen ins Wirtschaftssystem eintretenden, gelagerten oder austretenden Materialien sowie die Verfügbarkeit und Qualität der diesbezüglichen Daten werden analysiert und ihre Entwicklung zwischen 1981 und 2001 kommentiert. Schliesslich werden die ersten Ergebnisse, die aus Input-Indikatoren stammen diskutiert und ein erster internationaler Vergleich präsentiert.

Diese Arbeiten werden im Rahmen der vom BFS ausgearbeiteten Umweltgesamtrechnung durchgeführt, mit dem Ziel, die ökologische Dimension in die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung zu integrieren. So sollen das Wissen und das Verständnis um die zunehmenden Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Ökologie und deren Einbezug in die politischen Entscheidungen gefördert werden. Die angewandte Methode basiert auf dem Eurostat Leitfaden (Eurostat 2001) und den OECD Empfehlungen (OECD 2004).

Die Autoren bedanken sich bei allen beteiligten Personen für die Unterstützung. Den verschiedenen Verbänden danken wir für die Bereitstellung der Daten und die Informationen bezüglich der Datenerhebungen. Frau Nina Eisenmenger und Herrn Dr. Fridolin Krausmann vom Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung in Wien danken wir für die Bereitstellung der Seminararbeiten und der Daten zum Thema MFA für die Schweiz. Herrn Dr. Stefan Bringezu und Herrn Dr. Helmut Schütz vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie danken wir für den wertvollen fachlichen Input, die Beantwortung unserer Fragen und die kritische Evaluation der Studie. Ebenfalls gedankt seien die Herren Jacques Roduit, Peter Glauser und David Altwegg vom Bundesamt für Statistik für ihre nützlichen Bemerkungen und kritischen Hinweise.

Zusammenfassung

Ein Materialflusskonto erfasst die gesamten Materialflüsse, die jährlich in die Wirtschaft eines Landes gelangen und von dort wieder austreten, sowie die Bestandsänderungen der Lager in Tonnen pro Jahr. So bietet es eine Übersicht der physikalischen Dimension der Wirtschaft. Die verschiedenen Indikatoren dieses Kontos liefern ergänzende Informationen zu den klassischeren Umweltindikatoren. Diese Mehrinformation ermöglicht die Analyse des Materialsverbrauchs durch die Gesellschaft, liefert Hinweise auf die Produktivität der Ressourcen und erlaubt die Erfassung der durch die Gewinnung von Rohstoffen und den Import von Materialien erzeugten Umweltbelastungen. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Menge der verbrauchten Materialien und den dadurch verursachten Umweltbelastungen, da diese Stoffe früher oder später in unterschiedlicher Form in die Umwelt zurück gelangen.

Die vorliegende Studie setzt sich zum Ziel, die Machbarkeit einer Materialflussrechnung für die Schweiz zu eruieren (basierend auf der von Eurostat entwickelten Methode – Eurostat 2001), etwaige methodische Probleme zu identifizieren und die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der notwendigen Daten zu prüfen. Mit diesen Arbeiten sollen diverse Indikatoren erarbeitet und interpretiert werden, aber auch zweckmässige zukünftige Entwicklungen aufgezeigt werden.

Die gesammelten Daten stammen aus zahlreichen statistischen Erhebungen des Bundes und aus Schätzungen aufgrund von Daten aus verschiedenen Quellen. Die direkt in die Wirtschaft gelangenden Materialflüsse konnten recht zuverlässig quantifiziert werden, während in Bezug auf die Lager Schätzungen gemacht worden sind. Demgegenüber sind die austretenden Materialflüsse schwieriger zu quantifizieren. Die entsprechenden Daten sind immer noch sehr lückenhaft und unvollständig und werden deshalb in dieser Studie gar nicht aufgeführt. Die ersten zur Diskussion gestellten Ergebnisse beziehen sich aus diesem Grund nur auf die eintretenden Materialflüsse. Zudem wurden einige methodische Mängel aufgedeckt, die auf internationaler Ebene diskutiert werden müssen.

Zwischen 1981 und 2001 schwankt der DMI (Direct Material Input = die Menge der direkt durch die Wirtschaft verwendeten Materialien) rund um 100 Millionen Tonnen im Jahr, was pro Kopf im Jahr 2001 14.4 Tonnen ausmacht. Die Materialflüsse der Bauwirtschaft beeinflussen den DMI stark, machen sie doch über 50 % davon aus. Die Schwankungen der Materialflüsse der Bauwirtschaft hängen mit der Konjunktur und mit strukturellen bzw. technologischen Faktoren zusammen, während die Menge der Biomasse weitgehend von meteorologischen Gegebenheiten abhängt. Mit 22% macht die Biomasse den einzigen erneuerbaren Anteil des DMI aus. Die Menge der fossilen Produkte ist zwischen 1981 und 2001 leicht angestiegen, während die industriellen Mineralien und die importierte Halbfabrikate und Fertigprodukte einen viel grösseren Produktionszuwachs verbuchen. Der Anteil der Importe steigt in der beobachteten Zeitspanne kontinuierlich an. Nun werden aber die für die Herstellung dieser Produkte aufgewendeten Materialien und Energiemengen nicht eingerechnet; es sind indirekte Flüsse, deren quantitative Erfassung erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Erste Schätzungen zeigen allerdings, dass die Menge importierter Güter zwischen 1981 und 2001 nur um 25% gewachsen ist, während die damit verbundenen versteckten Materialflüsse einen Anstieg von 100% verzeichnen, was auf eine Verlagerung der Umweltbelastung ins Ausland schliessen lässt. Diese ersten Resultate sind Gegenstand einer Publikation des BFS (BFS 2005).

Eine konsequentere Berechnung der eintretenden Materialflüsse ist im Jahr 2006 vorgesehen. Die Daten sollen vertieft und vervollständigt werden, insbesondere, was die indirekten Flüsse betrifft. Zudem werden gewisse methodische Anpassungen vorgenommen. Auch die Analyse und die Auswertung der Resultate sollen vervollständigt werden und eine regelmässige Produktion dieser Indikatoren ist vorgesehen.

Abstract

A material flow account is designed to show all materials entering the economy of a given country, all materials leaving the economy and variations in stock. These figures are given in tonnes per year. A material flow account basically provides an overview of the physical nature of the economy. The various indicators appearing in a material flows account provide information that acts as a complement to more conventional environmental indicators. Material flow indicators make it possible to analyse domestic material consumption, gain insight into material efficiency, and examine environmental strain generated by the extraction and importing of materials. Since these materials will eventually return to the environment in one form or another, there is a correlation between environmental strain and the quantity of materials used in the economy.

The purpose of the present study, which is based on the methodology developed by Eurostat (Eurostat 2001), was to check the feasibility of a material flow account in Switzerland, to pinpoint any methodological problems and to examine the availability and reliability of the data needed for such an account. Work was done to generate and interpret various indicators and to point out appropriate future developments.

Data were gathered from various federal statistical sources and estimates were based on production data from other sources. Material flows going directly into the economy were quantified in a reliable manner. A few estimates were made regarding stocks. Material flows leaving the economy were more difficult to quantify, which means that there are still quite a few gaps in the data gathered thus far. For this reason, they were not presented in this study and initial findings refer only to material inflows. Moreover, various methodological flaws need to be corrected and should be discussed at the international level.

Between 1981 and 2001, Direct Material Input (DMI) hovered at around 100 million tonnes per year, which amounted to 14.4 tonnes per inhabitant in 2001. At over 50% of DMI, flows of construction minerals were considerable. Variations in flow of these minerals were linked to the economic cycle as well as to structural or technological factors. The quantity of biomass, for its part, was highly dependent upon weather conditions. At 22% in 2001, biomass was the only renewable material in DMI. The quantity of fossil fuels slightly increased from 1981 to 2001. However, quantities of industrial minerals and imported composite products increased dramatically. Moreover, the share of imports steadily increased during the period of observation. It is important to note that while imported goods are included in the DMI calculation, the materials and energy that go into making these goods are not. Indeed, these indirect flows are difficult to quantify. Initial estimates show that while imports increased by 25% between 1981 and 2001, associated hidden flows actually grew by 100%. This means that there was simply a shift of environmental strain across the Swiss border. These initial findings were released in an SFSO publication (SFSO 2005).

A more precise materials flow account will therefore be established and published in 2006. More data will be added and existing data covered in greater depth. More specifically, information about indirect flows will be included and various methodological adjustments will be made. Analysis and interpretation of the findings will also receive greater attention. Finally, we plan to produce these indicators on a regular basis.

Résumé

Un compte de flux de matières recense l'intégralité des flux entrant dans l'économie d'un pays, et rejetés par cette dernière, ainsi que les variations de stocks, en tonnes par année. Il offre ainsi une vue d'ensemble sur la dimension physique de l'économie. Les différents indicateurs issus de ce compte présentent des informations complémentaires aux indicateurs environnementaux plus classiques, permettant entre autre d'analyser la consommation de matières de la société, de fournir des indications sur la productivité des ressources et d'examiner les pressions environnementales générées par l'extraction et l'importation de matières. Il existe un lien entre la quantité de matières utilisées et les pressions environnementales générées puisque ces matières retourneront un jour sous diverses formes vers l'environnement.

L'objectif de la présente étude consiste à vérifier la faisabilité d'un compte de flux de matières en Suisse, basé sur la méthodologie développée par Eurostat (Eurostat 2001), de préciser d'éventuels problèmes méthodologiques et d'examiner la disponibilité et fiabilité des données nécessaires. Ces travaux sont réalisés dans le but de générer et interpréter quelques indicateurs et de présenter les développements futurs pertinents.

Les données récoltées sont issues de nombreuses statistiques fédérales et d'estimations basées sur des données de production d'origines diverses. Les flux entrant directement dans l'économie ont pu être quantifiés de façon relativement fiable. Quelques estimations sur les stocks ont été effectuées. Les flux sortants sont plus difficiles à quantifier et les données récoltées sont encore très lacunaires, elles ne sont pas présentées dans cette étude. Les premiers résultats discutés portent de ce fait uniquement sur les flux entrants. D'autre part, quelques lacunes méthodologiques ont été mises à jour et devraient être discutées sur un plan international.

Entre 1981 et 2001, le DMI (Direct Material Input – quantité de matières directement utilisées par l'économie) fluctue autour de 100 millions de tonnes de matières par année, ce qui représente 14,4 tonnes par habitant en 2001. Constituant plus de 50% du DMI, les flux de matériaux de construction l'influencent forte-

ment. La variation de ces flux est liée à la conjoncture ainsi qu'à des facteurs structurels ou technologiques. La quantité de biomasse est par contre largement tributaire des conditions météorologiques. Avec 22% en 2001, il s'agit de la seule part renouvelable du DMI. La quantité de produits fossiles n'a, quant à elle, que légèrement augmenté entre 1981 et 2001. Par contre, celle de minéraux industriels et de produits manufacturés composés importés a très largement crû. La part des importations augmente d'ailleurs continuellement pendant la période d'observation. Or, si l'on tient compte des produits importés dans le calcul du DMI, les matières et l'énergie nécessaires à la fabrication de ces produits ne sont pas comptabilisées; ce sont des flux indirects dont la quantification se heurte à des difficultés considérables. Les premières estimations montrent cependant que si les importations ont augmenté de 25% entre 1981 et 2001, les flux cachés associés ont crû de 100% révélant un transfert des charges environnementales vers l'étranger. Ces premiers résultats ont fait l'objet d'une publication de l'OFS (OFS 2005).

Un compte de flux de matières plus conséquent portant sur les flux entrants sera établi et publié en 2006. Les données seront complétées et approfondies, en particulier pour les flux indirects et certaines adaptations méthodologiques seront effectuées. L'analyse et l'interprétation des résultats seront également complétées. Une production régulière de ces indicateurs est également envisagée.

Einleitung

1.1 Zielsetzung dieser Studie

Ziel dieser Studie ist es, die Machbarkeit einer Materialflussrechnung (MFA) in der Schweiz zu prüfen, Indikatoren zu erstellen sowie relevanten zukünftigen Entwicklungen vorzuschlagen. Zunächst soll anhand des Eurostat-Leitfadens (Eurostat 2001) die Verfügbarkeit und die Zuverlässigkeit der Daten abgeklärt und falls nötig die Methodik an die schweizerischen Gegebenheiten angepasst werden. Im Anschluss daran sind mehrere Zeitreihen repräsentativer Indikatoren zu erstellen. Diese Ergebnisse werden einer ersten Analyse, einschliesslich eines internationalen Vergleichs, unterzogen. Im vorliegenden Dokument wird die Analyse der Daten, die nach Wirtschaftssektor oder NOGA¹-Branche desaggregiert wurden, nicht berücksichtigt.

Diese Studie fällt in den Rahmen der Ausarbeitung einer Umweltgesamtrechnung durch das BFS. Die Umweltgesamtrechnung verfolgt das Ziel die ökologische Dimension in die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung aufzunehmen, um die Kenntnis, das Verständnis und die politische Wahrnehmung der zunehmenden Interaktionen zwischen ökonomischen und ökologischen Bereichen zu verbessern.

1.2 Ziele einer Materialflussrechnung

Die Umweltbeobachtung war während langer Zeit auf die Emissionen der Produktionssysteme ausgerichtet. Die Materialflusskonten ermöglichen nun eine Erweiterung dieses Horizonts; sie liefern einen Überblick über die physische Dimension der Wirtschaft. Die Produktion und der Konsum der menschlichen Gesellschaften hängen mit der Nutzung der natürlichen Ressourcen unseres Planeten zusammen. Diese Ressourcen sind limitiert oder nicht erneuerbar, und deren Verarbeitung oder Verwertung hat oft negative Folgen für die Umwelt.

Alle ins System eintretenden Materialien treten früher oder später in irgendeiner Form wieder aus. Die Inputmenge beeinflusst die Outputmenge also mehr oder weniger direkt. Das bedeutet, dass ein mehr oder weniger direkter Zusammenhang zwischen der Menge der verbrauchten Materialien und den verursachten Umweltbelastungen besteht. Eine Dematerialisierung der Wirtschaft ist für die nachhaltige Entwicklung unserer Industriegesellschaften von enormer Bedeutung.

Die Informationen, die uns die Materialflusskonten liefern, sind neu und bieten eine andere Sichtweise als die klassischen Umweltindikatoren. Dabei werden:

- die Struktur und die Veränderungen des physischen Metabolismus der Wirtschaft im Zeitverlauf beobachtet;
- der Materialkonsum der Gesellschaft analysiert;
- einzelne Zusatzindikatoren zu den Umwelt- und Wirtschaftsindikatoren definiert;
- Angaben zur Produktivität der Ressourcen und zur Ökoeffizienz der industriellen oder technischen Verfahren ermittelt;
- durch die Rohstoffgewinnung und den Import von Materialien oder Produkten verursachte Umweltbelastungen untersucht und deren Auswirkungen analysiert;
- Primärdaten, die später anderweitig genutzt werden können (NAMEA², Ökologischer Fussabdruck usw.) organisiert, strukturiert und integriert.

¹ NOGA: Nomenclature générale des activités économiques

² NAMEA: National Accounting Matrix including Environmental Accounts

1.3 Vorgeschichte und internationale Anstrengungen

Seit Beginn der Neunzigerjahre, als erstmals Konzepte der nachhaltigen Entwicklung, der Ökoeffizienz und der Verringerung des Ressourcenverbrauchs («Faktor 4» oder «Faktor 10») auftraten, sind die Materialflusskonten Schlüsselemente der Umweltstatistiken. Seit einigen Jahren organisieren verschiedene Länder ihre Daten im Sinne der Materialflusskonten. Die Fortschritte bezüglich Entwicklung und Harmonisierung der Methodik wurden im Methodik-Handbuch von Eurostat festgehalten und publiziert (Eurostat 2001). Im Jahr 2004 hat die OECD eine Empfehlung zu den Materialflüssen und zur Ressourcenproduktivität abgegeben, welche die Mitgliedstaaten motivieren soll, Materialflusskonten zu entwickeln und zu unterstützen (OECD 2004). Die OECD, EUROSTAT und die Europäische Umweltagentur (EUA) planen gemeinsam zusätzliche Arbeiten, die auf eine bessere Harmonisierung der Methodik und auf eine engere Bindung der Indikatoren an die politischen Bedürfnisse abzielen. Gegenwärtig hat die Hälfte der OECD-Länder Arbeiten zu den Materialflusskonten unternommen, wobei die meisten unter ihnen diese regelmässig aufdatieren.

Da die Ressourcenverwaltung anhand der Indikatoren der Materialflussrechnung verfolgt werden kann (Input-Indikatoren), sind diese Indikatoren in verschiedenen Ländern an allgemeine gesetzliche Ziele geknüpft. Japan, Deutschland, Italien und Polen haben sogar mengenmässige und zeitlich begrenzte gesetzliche Ziele festgelegt.

Die Europäische Umweltagentur berücksichtigt die MFA-Indikatoren in verschiedenen Publikationen wie «Umweltsignale 2002 und 2004 (EUA 2002 und 2004)» oder «Die Umwelt in Europa: der dritte Lagebericht» (EUA 2003). Eurostat hat mehrere Studien und Analysen auf der Basis der MFA-Indikatoren in Europa veröffentlicht.

In der Schweiz führten Forschungsbüros und Universitäten, teilweise auf Anfrage des BUWAL, Studien zu den Flüssen spezifischer Materialien durch. Der Kanton Genf hat eine Studie zum physischen Metabolismus seiner Wirtschaft erstellt, die auf die Materialflüsse ausgerichtet ist (für das Jahr 2000 – unveröffentlicht). Im Rahmen eines Arbeitsseminars eines österreichischen Forschungsinstituts wurde eine Materialflussstudie für die Schweiz realisiert, die hauptsächlich auf internationalen Statistiken basiert (Baart et al, 2003).

1.4 Aufbau einer Materialflussrechnung

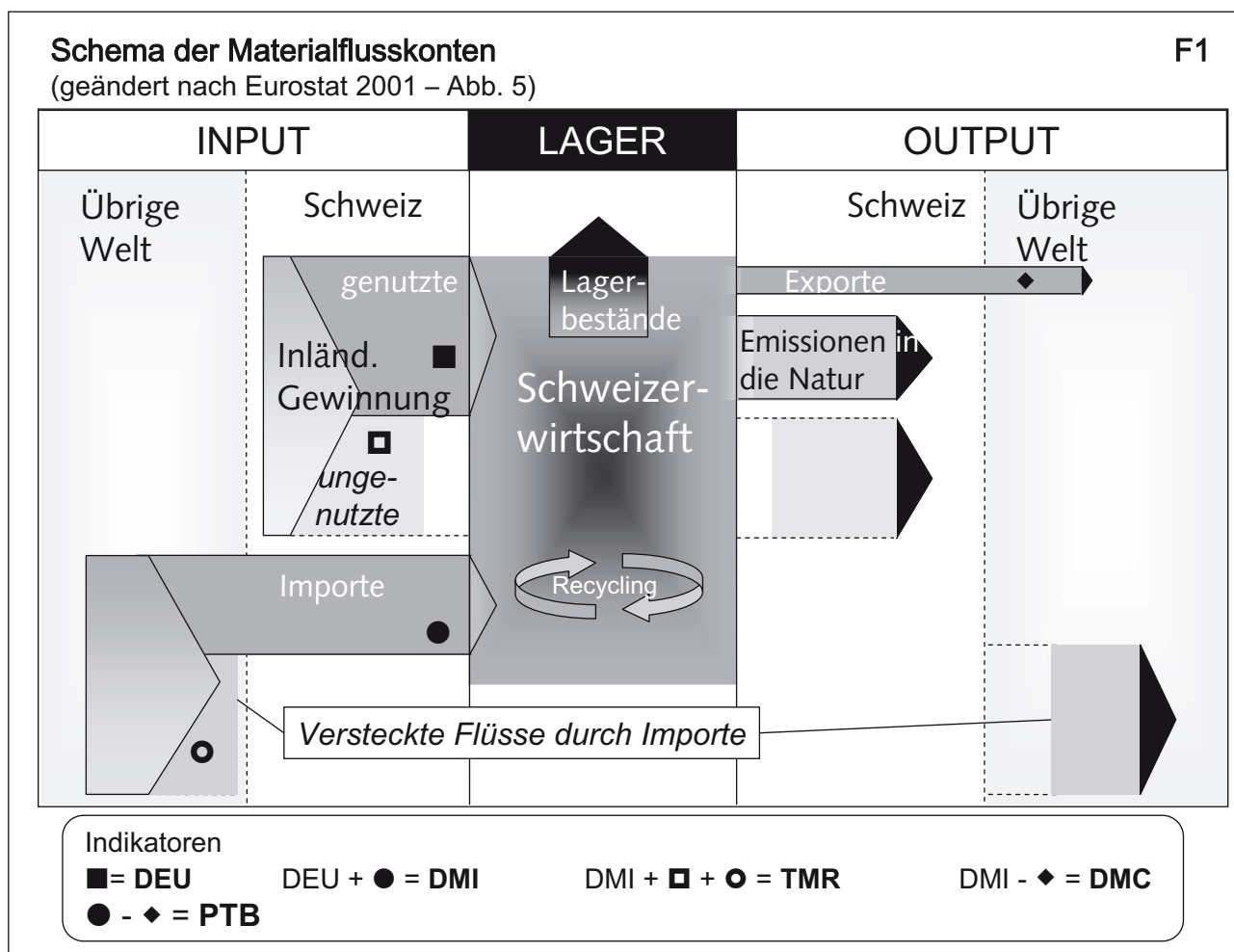
Die Materialflussrechnung oder MFA (für Material Flow Account) erhebt die gesamten Materialflüsse, die jährlich in die Wirtschaft eines Landes gelangen (Input), daraus austreten (Output) oder dort gelagert sind. Alle ins System eintretenden Materialien treten früher oder später in irgendeiner Form wieder aus. Die Inputmenge beeinflusst also mehr oder weniger direkt die Outputmenge. Die angewandte Methode basiert auf dem Eurostat-Leitfaden (Eurostat 2001) und den OECD-Empfehlungen (OECD 2004).

Zunächst werden alle Materialien, die in das Wirtschaftssystem gelangen, d.h. in der Schweiz gewonnene Materialien, importierte Materialien und importierte verarbeitete Erzeugnisse, erfasst (Abbildung F1). Die Emissionen in die Natur, Luft und Wasser, die diffusen Verluste oder die Ablagerung von Abfällen werden wie die Exporte erfasst. Es handelt sich dabei um Materialien, die das System entweder in die Umwelt oder ins Ausland verlassen. Die Veränderungen der Materiallager werden ebenfalls berücksichtigt. Rezyklierte Materialien erscheinen an dieser Stelle nicht, da sie das System nicht verlassen. Wasser und Luft werden nicht erhoben, ausser wenn sie im Material selbst enthalten sind (Wasser in Landwirtschaftsprodukten – in gewissen Fällen mit standardisiertem Gehalt) oder um das System auszugleichen, d.h. die Inputs mit den Outputs und den Veränderungen der Materiallager ins Gleichgewicht zu bringen. Der Grund, warum Wasser nicht bilanziert wird, sind die grossen Flüsse, die damit in die Bilanz einfließen und alle anderen Flüsse marginalisieren würden. Die Flüsse werden, unabhängig von der Materialart und von der Toxizität, in Tonnen gemessen. Es ist klar, dass eine Tonne Kalk nicht die gleiche Auswirkung auf die Umwelt hat wie eine Tonne Quecksilber. Gleichermassen sind grosse Materialflüsse nicht zwingend schlechter als kleine Materialflüsse. Dennoch stellen die Materialflussindikatoren eine Basis zur Beurteilung der Umweltauswirkungen von Materialflüssen dar. Jede Ressourcennutzung wirkt sich auf jede Stufe des Materialzyklus auf irgendeine Weise auf die Umwelt aus, beginnend bei der Ressourcengewinnung oder Ernte bis zur endgültigen Ablagerung. Eine Zunahme des Ressourcenverbrauches führt deshalb zu einer erhöhten Umweltbelastung, ausser die Technologie verändert sich dramatisch oder es findet eine Substitution durch ressourcenschonendere Materialien statt.

Im Rahmen einer MFA werden ausserdem die indirekten Flüsse erhoben. Diese beinhalten die gewonnenen aber von der Wirtschaft nicht verwerteten Materialien, welche lokale Auswirkungen haben können, manchmal unterirdische Gewässer verschmutzen und die Landschaft verändern. Andererseits handelt es sich dabei auch um Materialien und Energien, die zur Herstellung importierter verarbeiteter Erzeugnisse dienen. Die versteckten an die Importe gebundenen Flüsse bleiben zwar im Ausland, werden aber für die Schweizer Wirtschaft erzeugt. Auf diese Weise können die von der Wirtschaft tatsächlich verursachten Umweltbelastungen quantifiziert werden.

Die erhobenen Materialflüsse können zu verschiedenen MFA-Indikatoren aggregiert werden, welche dann einen Überblick über den Metabolismus des untersuchten Wirtschaftsraumes erlauben. Die hier genannten MFA-Indikatoren sind:

- DEU (Domestic Extraction Used), d.h. die inländische verwertete Gewinnung;
- DMI (Direct Material Input), d.h. DEU zuzüglich Importe;
- TMR (Total Material Requirement), d.h. der globale Materialaufwand unserer Gesellschaft;
- DMC (Direct Material Consumption), d.h. DMI abzüglich Exporte, also der inländische Materialkonsum;
- und PTB (Physical trade balance), d.h. der physischen Handelsbilanz.



2 Vorgehen

2.1 Rahmenbedingungen

Das oben erwähnte Methodik-Handbuch von Eurostat (Eurostat 2001) dient dazu, die Terminologie, die Konzepte und die Datenerhebung soweit zu harmonisieren, dass die Daten innerhalb der EU vergleichbar sind. Falls notwendig, erfolgte in der vorliegenden Studie eine Anpassung der Methodik an schweizerische Verhältnisse.

Es muss beachtet werden, dass einige Daten im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie nicht recherchiert werden konnten. Entsprechend handelt es sich hier teilweise um eine erste Abschätzung der Materialflüsse in der Schweiz. Die noch vorhandenen Lücken und Limiten in Bezug auf die erhobenen Daten wurden in Rahmen der Studie abgeklärt und aufgeführt, so dass diese bei einer weiteren Vertiefung berücksichtigt werden können.

Es wurden Zeitreihen von 1981 bis 2001 erstellt bzw. abgeschätzt und die jeweiligen Indikatoren für die untersuchten Materialgruppen bestimmt. Zudem wurde eine erste Abschätzung der mineralischen Baumateriallager (Zement, Kies und Ziegelsteine usw.) auf Basis der Gebäudematerialdichten bis auf die sektorielle Ebene durchgeführt.

Die Schweizer Grenze stellt die räumliche Systemgrenze dar. Die Flüsse wurden jeweils für ein Kalenderjahr bestimmt.

2.2 Typologische Gliederung der Daten

Die Beschreibung der Grundlagen für die Datenerhebung erfolgt nach der folgenden Unterteilung: Direkte Flüsse, Lager, ungenutzte inländische Entnahme und versteckte Flüsse. Die direkten Flüsse werden nochmals unterteilt in die Input- und Outputflüsse.

2.3 Verwendete Grunddaten

Gemäss der Standardmethodik von EUROSTAT werden die folgenden Grunddaten erhoben:

- Für die folgenden fünf Hauptkategorien von Materialieninput und -lager: – Fossile Brenn- und Treibstoffe

– Biomasse – Baumineralien - Industrielle Mineralien (Metalle, Erze usw.) - Übrige Produkte (für Importe/ Exporte).

- Output: Emission in der Luft, ins Wasser, dissipative Verluste und Abfälle.

Die Daten werden dann für die Bestimmung verschiedener Indikatoren zusammengefasst.

2.3.1 Räumliche Abgrenzung

Mit der inländische verwertete Gewinnung (DEU) wird die Summe der im Inland entnommenen festen, flüssigen und gasförmigen Materialien (ohne Wasser und Luft aber inklusive Wasser und Luft als Bestandteil von Materialien) beschrieben, die in der Wirtschaft für die Produktion oder den Konsum genutzt werden. Für die Abgrenzung der Systemgrenzen spielt auch die Datenverfügbarkeit eine Rolle. In dieser Studie werden landwirtschaftliche Nutzflächen und der Wald dem Naturraum Schweiz zugeschlagen.

2.3.2 Importe/Exporte

Politische Grenzen bestimmen die Abgrenzung zwischen dem untersuchten Wirtschaftsraum und dem Rest der Welt. Die Importe entsprechen den Materialströmen, die in den Aussenhandelsbilanzen ausgewiesen werden. In der Schweizer Aussenhandelsstatistik werden in der ersten Detaillierungsstufe 97 Güterkategorien unterschieden (Stufe Division der CTCI Nomenklatur). Die Tabelle A1.1 im Anhang 1 zeigt die Güterkategorien und deren Zuordnung zu den Hauptkategorien in dieser Studie. Die Kategorien Biomasse, fossile Brenn- und Treibstoffe, Baumineralien und industrielle Mineralien beinhalten die Importe dieser Rohstoffe sowie die importierten verarbeiteten Erzeugnisse, welche zu einem hauptsächlichen Teil aus diesen Rohstoffen zusammengesetzt sind. Der Import von Konservendosen wird in der Kategorie Biomasse verbucht, während der Import von Metallrohren zu den industriellen Mineralien gehört. Die Kategorie «übrige Produkte» umfasst verarbeitete und zusammen-

gesetzte Erzeugnisse, die nicht eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden können. Es handelt sich dabei z.B. um Chemikalien, Möbel oder elektronische Geräte und Fotoapparate.

2.3.3 Lager

Wirtschaftsgüter, Baumaterialien, etc. werden teilweise in Lagern akkumuliert. Im Rahmen der Studie wurden ausschliesslich die mineralischen Materiallager im Hoch- und Tiefbau (inkl. Infrastruktur) sowie die Eisen-/Stahl-lager in Mobilien und Immobilien bestimmt. Der Auf- und Abbau sowie die Lager in Deponien wurden nicht berücksichtigt.

2.3.4 Indirekte Flüsse

Die Indirekten Flüsse sind einerseits gewonnene aber von der Wirtschaft nicht verwertete Materialien, da diese lokale Auswirkungen haben, manchmal unterirdische Gewässer verschmutzen und die Landschaft verändern. Andererseits handelt es sich dabei auch um Materialien und Energien, die zur Herstellung importierter verarbeiteter Erzeugnisse dienen, aber im Ausland bleiben. Zur Berechnung der indirekten Flüsse müssen die Daten der direkten Flüsse vorliegen.

Die inländischen indirekten Flüsse sind unter dem Begriff ungenutzte inländische Entnahme (Unused Domestic Extraction – UDE) zusammengefasst. Der Ausdruck «versteckte Flüsse» wird für die indirekten Flüsse durch Importe benutzt. Als Datenquelle für die Abschätzung der versteckten Flüsse wurde MIPS (2003) verwendet. Falls in der zitierten Studie keine entsprechenden Daten zu finden waren, wurden die Angaben aus Bringezu & Schütz (2001b) übernommen.

2.3.5 Emissionen

Die Emission von Luft- und Wasserschadstoffen, die dissipative Nutzung von Produkten (Dünger, Pestizide, Streusalz im Winter etc.), die dissipativen Verluste durch Abrieb (Pneus etc.), Erosion, Korrosion etc. und die Ablagerung von Abfällen wird als weitere Kategorie von Grundlagendaten erhoben. Eine Ablagerung wird dabei nur dann gezählt, wenn die abgelagerten Materialien nicht mehr durch die Gesellschaft kontrolliert werden.

2.3.6 Memorandum Items for balancing

Eine weitere Kategorie von Daten, welche in Rahmen dieser Studie nicht erhoben wurden, sind «Memorandum Items for balancing». Unter solche «Balancing

Items» fallen beispielsweise der Sauerstoff für die Verbrennungsprozesse (für C, H, N, S etc.) und die Veratmung oder der Sauerstoff in Verbrennungsprodukten, der dann in Form von Verbrennungsprodukten emittiert wird. Erodierendes Material, Asche aus der Verbrennung oder die Emissionen von Wasserdampf aus den Wassergehalten der Verbrennungsprodukte zählen ebenfalls zu den Balancing Items. Diese werden für die Bestimmung der Indikatoren nicht herangezogen. Sie sind aber für eine vollständige Bilanzierung der Materialströme notwendig.

2.4 Anpassung an die Schweiz

In den einzelnen Kapiteln zur Datenerhebung wird dargestellt, welche Erhebungen an die schweizerischen Gegebenheiten angepasst werden müssen bzw. sollten und welche mit den vorgeschlagenen Datenquellen des Methodik-Handbuches durchgeführt werden können.

Teilweise standen mehrere Datenquellen zur Verfügung. Nach Möglichkeit wurden Statistiken verwendet, die durch Schweizer Bundesämter erstellt und regelmässig aufdatiert werden. Nur dort wo keine geeigneten Daten zur Verfügung standen, wurden internationalen Statistiken verwendet. Auf eine regionale oder branchenmässige Gliederung der Daten wurde verzichtet.

2.5 Direkte Flüsse - Input

2.5.1 Fossile Brenn- und Treibstoffe

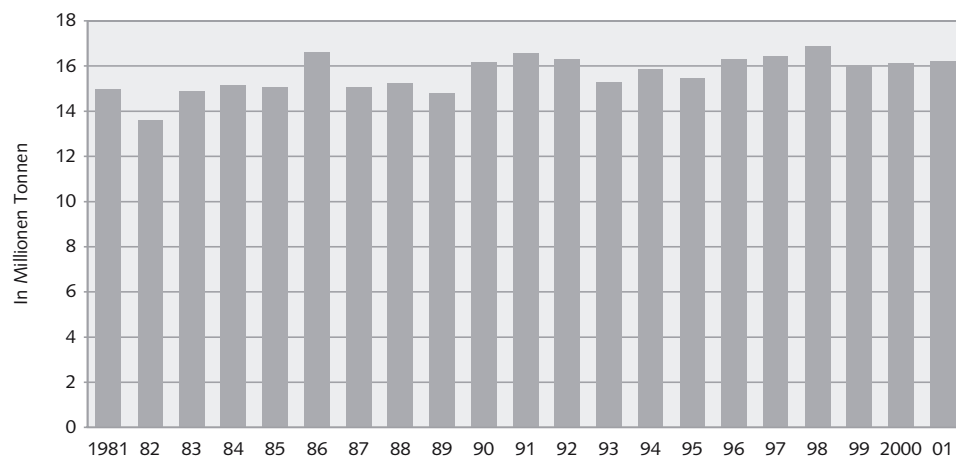
Nicht-erneuerbare Energieträger werden in der Schweiz zurzeit nicht mehr gefördert. In der Vergangenheit gab es im Vergleich zum Gesamtverbrauch unbedeutende Entnahmen des fossilen Energieträgers Erdgas. Daten hierfür standen aus der Studie von Baart et al. (2003) zur Verfügung. Die Daten wurden ungeprüft übernommen.

Zur Bilanz der Energieträger gibt es verschiedene statistische Quellen (BFE 2001; Eidg. Oberzolldirektion 2000; EZV 2001; IEA/OECD 2002). Die in diesem Bericht vorliegenden Zeitreihen von 1981 bis 2001 basieren auf den Daten der aussenhandelsstatistischen Ergebnisdatenbank SWISS-impex der Eidgenössischen Zollverwaltung (EZV 2001).

Die Brenn- und Treibstoffimporte liegen im Bereich zwischen knapp 14 Millionen Tonnen im Jahr 1982 und 16.9 Millionen Tonnen im Jahr 1998 (Grafik G1). In der Grafik ist zu erkennen, dass die Importe im Verlauf der achtziger Jahre tendenziell etwas zunahmten und sich während den neunziger Jahren um 16 Millionen Tonnen eingependelt haben.

Brenn- und Treibstoffe - Importe zwischen 1981 und 2001

G 1



© Bundesamt für Statistik (BFS)

2.5.2 Biomasse

Die Daten der schweizerischen Biomasse-Produktion stammen aus folgenden Quellen:

Branche	Bereich	Quelle	Mindestens verfügbar ab
Landwirtschaft	Agrar- und Gartenbauproduktion	SAKO-1/LGR (Landwirtschaftliche Gesamtrechnung) des BFS, ergänzt mit der Schweizerischen Futterbilanz (SBV)	1985
	Agrarproduktion der Kleinproduzenten für hauptsächlich Eigenbedarf	SAKO-1/Konto der Kleinproduzenten (Gemüse, Früchte, Trauben, Honig) des BFS	1985
	Jagd	Jagdstatistik (BUWAL)	1965
Forstwirtschaft	Holznutzung	Forststatistik (BFS), öffentlicher und privater Wald	1965
Fischerei	Seefischfang (Berufsfischer)	Fischereistatistik (BUWAL)	1973

Für die Branche Landwirtschaft stammen die Daten von 1981 bis 1985 aus der Studie Baart et al (2003); basierend auf der FAOSTAT-Statistiken der Vereinten Nationen, die durch Berechnungen auf der Basis des Grünfütterbestands ergänzt werden. Diese Daten können von den Daten ab 1985 leicht abweichen. Der Wassergehalt von Grünfütter (Heu, Emd, Weide, Gras, Trockengras, Stroh) wurde bei 15% festgelegt, um internationale Vergleiche zu ermöglichen. Für die Umrechnung der Holznutzung (Kubikmeter in Gewicht) wurden die Faktoren des Holzsaussenhandels verwendet (BFS/BUWAL 2003):

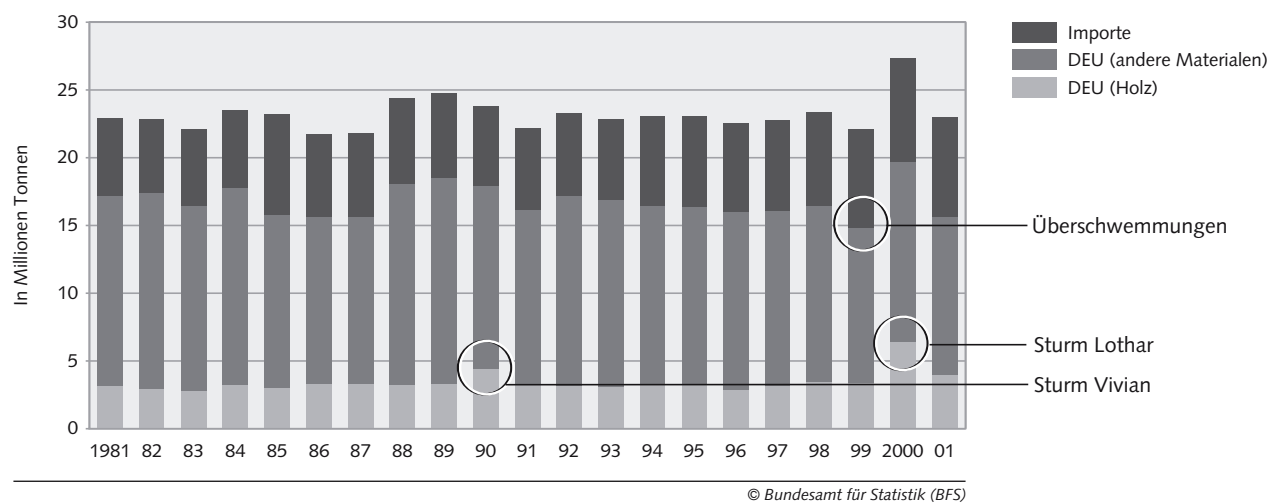
- für Brennholz und Stammholz: Nadelholz: 0.650t/m³, Laubholz: 0.900t/m³,
- für Industrieholz (Laub/Nadel): 0.750t/m³.

Die Daten zu den Importen stammen aus der Datenbank der Eidgenössischen Zollverwaltung (EZV 2001).

Die jährliche Biomassengewinnung hängt von den Wetterbedingungen ab. So lagen die Heu- und Emdertträge 1999 aufgrund der Überschwemmungen im Mai 1999 und der im Vergleich zum Jahr 2000 verminderten herbstlichen Sonneneinstrahlung unter dem Durchschnitt. Im Jahr 2000 war die Biomassenmenge deutlich umfangreicher, da infolge des Sturms Lothar grosse Mengen Holz geerntet wurden (Grafik G2). Der Anteil der Biomasse am DMI schwankt zwischen 20 und 25 Millionen Tonnen pro Jahr; dabei kann keine besondere Tendenz ausgemacht werden.

In der Schweiz verwendete Biomasse

G 2



2.5.3 Baumaterial

Die Daten zur Erhebung der jährlichen Inlandproduktion der Baumaterialien bzw. Baumineralien sind nur beschränkt verfügbar und meist in keiner öffentlich zugänglichen Statistik publiziert. Die Verbände verfügen über unterschiedlich transparente Daten, was eine zeitaufwändige Datenbeschaffung zur Folge hat. Teilweise können die Zeitreihen nur mit Hilfe von Abschätzungen erstellt werden. Die folgenden Materialkategorien wurden im Rahmen dieser Studie erhoben: Backsteine, Dachziegel, Kalksandsteine, Zement, Kies/Sand, felsgebrochene Hartgesteine und Mischgut.

- *Backstein- und Dachziegelproduktion*

Der Verband Schweizerische Ziegelindustrie (VSZ) verfügt über Produktionszahlen, welche aber nur in Büchern abgelegt sind. Für die vorliegende Studie wurden die Produktionszahlen für die Backsteine und Dachziegel aus den Jahressbüchern des VSZ zwischen 1981 bis 2001 verwendet. Die Anteile der nicht im Verband tätigen Ziegeleien wurden dabei berücksichtigt (25% Anteil bei den Backsteinen, 15% Anteil bei den Dachziegeln).

- *Zementproduktion*

Die zuverlässigsten Daten im Baustoffbereich liefert der Verband der Schweizerischen Zementindustrie «cemsuisse» (2001). In den jährlich veröffentlichten Kennzahlen sind die Produktionszahlen bis zum Jahr 1967 erhältlich.

- *Rohstoffbedarf für die Zement-, Backstein- und Ziegelproduktion*

Um den Rohstoffbedarf für die Zement-, Backstein- und Ziegelproduktion zu berechnen, müssen diese mit den entsprechenden Faktoren multipliziert werden. Für die schweizerische Zementproduktion konnte ein Faktor von 1.4 Tonnen Rohstoff pro Tonne Zement ermittelt werden. Für die Backsteine und Dachziegel wurden Faktoren von 1.35 beziehungsweise 1.59 zur Berechnung des Rohstoffbedarfs eingesetzt. Diese Faktoren wurden einer Studie entnommen, welche die Daten von 12 Werken in Deutschland, Österreich und der Schweiz ausgewertet hat (Bruck, 1996) (Anhang 2).

- *Kalksandsteinproduktion*

Die Produktionszahlen für die Kalksandsteine sind noch schwieriger erhältlich. Es konnten lediglich die jährlichen Produktionszahlen zwischen 1993 bis 2001 in Erfahrung gebracht werden (Vertriebs- und Beratungs AG der Kalksandstein-Produzenten in Bern). Für die Abschätzung der Kalksandsteinproduktion zwischen 1981 und 1993 wurde die Backsteinproduktion mit dem Faktor 0.5 multipliziert. Dieser Faktor entspricht dem Verhältnis der durchschnittlichen Kalksandstein- zu Backsteinproduktion zwischen 1993 und 1997.

- *Kies/Sand*

Beim mengenmässig wichtigsten Material Kies/Sand liegen nur lückenhafte Statistiken vor. Diese basieren auf Umfragen bei den Mitgliedern des Fachverbandes der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie

(FSKB), welche ca. 95% des gesamten Kies/Sandausstosses produzieren. Aufgrund der Datenlage wurde der jährliche Kiesausstoss zwischen 1981-2001 mit Hilfe der Zementdaten und weiterer Annahmen abgeschätzt und mit den nur teilweise vorhandenen Daten des FSKB (FSKB 2001) verglichen.

- *Berechnung des Kies- und Sandbedarfs für die Betonproduktion*

Der Kies-/Sandbedarf für die Betonproduktion lässt sich aus der Zementproduktion abschätzen. Für die Berechnung der Kies-/Sandmengen (K+S) aus den Zementwerten wurden die folgenden Anteile eingesetzt:

- Zementanteil im Beton: 12 Prozent
- Kies und Sandanteil im Beton: 80 Prozent.

Die Abschätzung der Lager und der Flüsse über die Dichten hat gezeigt, dass der im Beton gebunden K+S einen Anteil von ca. 60% hat und der Anteil des lockeren K+S dementsprechend 40% ist. Da keine Daten bezüglich der nicht-gebundenen Kies-/Sandmengen existieren, wird dieses Verhältnis für die Berechnung des nicht gebundenen K+S eingesetzt. Zusätzlich wurden Korrekturfaktoren für die Berechnung der ungebundenen Kiesmengen verwendet, um eine Kopplung an die Bauausgaben im Tiefbau im Verhältnis zu den totalen Bauausgaben (SBV 2002) zu erreichen. Die Berechnungsformel für die ungebundenen Kiesmengen lautet folgendermassen:

$$\left[\text{Kies + Sandmengen}_{\text{Beton}} \cdot \frac{4}{6} \right] \cdot \frac{\text{Tiefbauausgaben/Bauausgaben}_{\text{total}}}{0.25^*}$$

* durchschnittliches Verhältnis der Tiefbauausgaben/totale Bauausgaben zwischen 1996-2001

Der mit der obigen Formel berechnete Kiesbedarf ist in der Tabelle 1 dem Kiesbedarf gegenübergestellt, welcher sich aus der Summe der erhobenen Kiesmengen des FSKB, den Mengen der Nicht-FSKB-Mitglieder und den Nettoimporten zusammensetzt. Für den Kiesausstoss der Nicht-FSKB-Mitglieder wurde ein Anteil von 5% am gesamten Kiesausstoss eingesetzt (Mitteilung FSKB). Die Abweichung zwischen den berechneten und den erhobenen Daten des FSKB, inklusive Nettoimporte und den Beiträgen der Nicht-FSK-Mitglieder, liegen durchschnittlich bei 3 Prozent (auf FSKB-Daten bezogen). Die Abweichungen zwischen den beiden Methoden bewegen sich im Bereich der Unsicherheiten der Erhebungen des FSKB.

- *Felsgebrochene Hartgesteine*

Die Kategorie «felsgebrochene Hartgesteine» beinhaltet die Fraktionen Schotter (SBB), Splitt, Brechsand, Filler, Koffer- und Planiermaterial. Der Verband Schweizer Hartschotterwerke (VSH) verfügt über relativ gutes Datenmaterial, welches teilweise bis ins Jahr 1931 zurückgeht. Allerdings wurde nicht jedes Jahr erfasst. Für diese Studie konnten die statistischen Daten von 1980 (1.2 Millionen Tonnen) und für die Periode zwischen 1993-2002 übernommen werden. Für den Zeitraum zwischen 1981 und 1993 liegen keine aussagekräftigen Daten vor. Aus diesem Grund wurde in diesem Zeitraum ein lineares Wachstum angenommen. Eine unbekannte Teilmenge dieser Fraktion ist bereits in der Erhebung des FSKB enthalten. Da aber keine Informationen bezüglich der genauen Zuordnung zu finden sind und der Ausstoss im Vergleich zum Kies/Sand gering ist, werden die jährlichen Mengen den Kies/Sandmengen hinzuaddiert.

- *Mischgut*

Der Verband der Schweizerischen Mischgut-Industrie (MSI) verfügt über einen Datensatz, welcher die Periode zwischen 1990-2002 abdeckt. Die durchschnittliche Jahresproduktion liegt bei knapp 5 Millionen Tonnen. Da für die Jahre zwischen 1981-1990 keine Daten verfügbar sind, wird für diese Periode ebenfalls eine jährliche Produktion von 5 Millionen Tonnen angenommen (Redle 1999). Für die Umrechnung auf die entsprechenden Kiesmengen wird der Faktor 0,95, d.h. 95% Kies/Sand im Mischgut, eingesetzt.

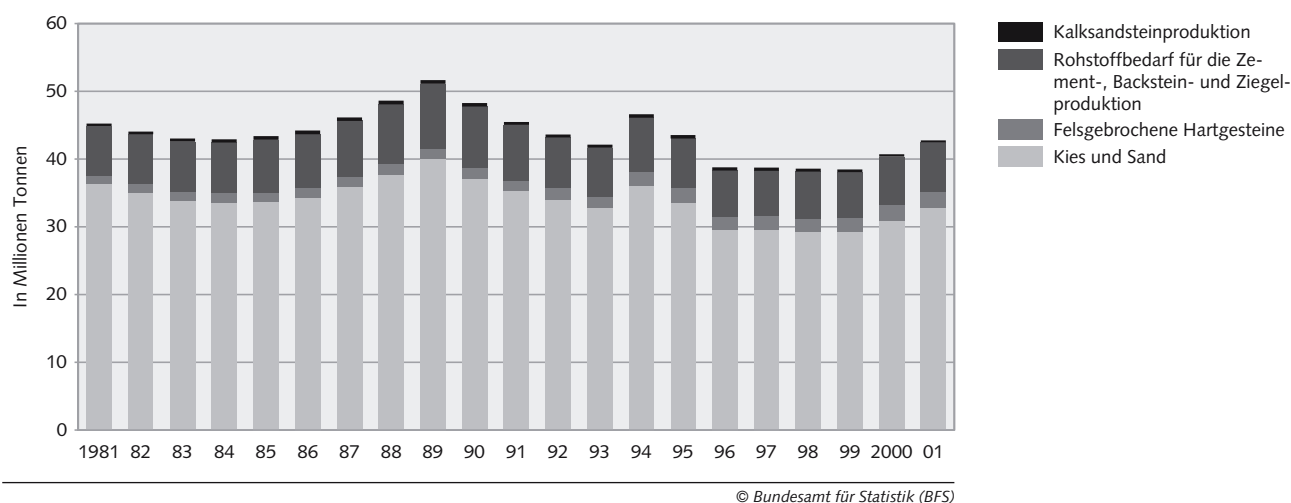
In der Grafik G3 ist die inländische Produktion von Baumineralien dargestellt. Kies/Sand ist mit einem Anteil von annähernd 80 Prozent die dominierende Fraktion. Der Zement ist die nächst grössere Fraktion, gefolgt von den Hartgesteinen und den Ziegel-/Backsteinen. Die Schwankungen der Materialflüsse in den abgebildeten 20 Jahren sind ausgeprägt, sie bewegen sich zwischen 38 und 51 Millionen Tonnen und sind Ausdruck der sich verändernden Bautätigkeit. Die Abnahme in den neunziger Jahren ist zum einen auf die rückläufige Bautätigkeit zurückzuführen, andererseits begannen sich möglicherweise die Massnahmen im Bereich des Recyclings der mineralischen Bauabfälle auszuwirken.

T1 Vergleich des berechneten Kiesbedarfs (Spalte 6) und des Kiesbedarfs basierend auf statistischen Daten zwischen 1980 – 2000 in Millionen Tonnen (FSKB 2001; Kündig R. et. al. 1997)

Jahr	Kiesausstoss FSKB* (Mio. t)	Kiesausstoss nicht FSKB* (Mio. t)	Nettoimporte (Mio. t)	Kiesbedarf mit FSKB-Zahlen (a) (Mio. t)	Kiesbedarf berechnet* (b) (Mio. t)	Differenz (b) - (a) (Mio. t)
1980 ⁽¹⁾	33,79	1,78	8,22	43,79	45,7	1,91
1982 ⁽¹⁾	34,00	1,78	8,11	43,89	45,1	1,21
1984 ⁽¹⁾	32,48	1,71	7,83	42,02	43,5	1,48
1986 ⁽²⁾	35,20	1,85	8,05	45,10	44,7	-0,40
1988 ⁽²⁾	37,64	1,72	9,75	49,11	50,5	1,90
1990 ⁽¹⁾	38,53	2,03	12,27	52,83	52,8	-0,02
1991 ⁽¹⁾	35,04	1,84	10,55	47,43	49,1	1,70
1992 ⁽¹⁾	37,92	2,00	8,29	48,21	45,5	-2,71
1996 ⁽²⁾	31,20	1,64	5,79	38,63	39,3	0,67
1998 ⁽²⁾	29,12	1,53	6,22	36,87	38,3	1,43
2000 ⁽²⁾	32,32	1,70	6,78	40,80	41,3	0,50

* Annahme: Dichte Kies 1.6 t/m³; ⁽¹⁾Quelle: Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie 2001; ⁽²⁾Kündig R. et. al. 1997

DEU der Baumineralien zwischen 1981 und 2001 - Gliederung nach Kategorie G 3



Die Importdaten wurden der Aussenhandelsstatistik entnommen (EZV 2001). Es handelt sich dabei um die Kategorien 27 und 66 der Handelsstatistik.

2.5.4 Industrielle Mineralien

Innerhalb der Kategorie industrielle Mineralien werden nur Salz und Gips in nennenswerten Mengen in der Schweiz abgebaut. Die jährliche Entnahmen von Gips und Salz bewegt sich zwischen 450'000 und 600'000 Tonnen, wobei sich die Mengen ungefähr zu gleichen Teilen auf den Gips und das Salz verteilen. Im Vergleich zu den Baumineralien und der Biomasse sind die Mengen sehr gering. Die jährlich abgebauten Gips- und Salz-mengen können den Jahrbüchern des US Geological Survey (USGS 94, 98, 03; ISIC 1992) entnommen werden. Beim Salz standen ab 1995 die Daten der Schweizer Rheinsalinen zur Verfügung, welche ausser dem Kanton Waadt das Salzhandelsmonopol sämtlicher Kantone

übernommen hat. Zur Berechnung der jährlich entnommenen Mengen wurden die Mengenangabe der Schweizer Rheinsalinen um den Anteil aus dem Kanton Waadt (Bex) ergänzt.

Die Importe können wiederum der Aussenhandelsstatistik entnommen werden (Eidg. Oberzolldirektion 2001).

2.5.5 Übrige Produkte

Wie im Kapitel 2.3.2 erwähnt, umfasst diese Kategorie die verarbeiteten und zusammengesetzten Erzeugnisse, welche nicht eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden können. Es handelt sich dabei z.B. um Chemikalien, Möbel oder elektronische Geräte und Fotoapparate. Diese Erzeugnisse erscheinen nur bei den Importen und Exporten. Die Daten wurden wiederum der Aussenhandelsstatistik entnommen (EZV 2001).

2.5.6 Datenqualität

Die Datenqualität ist im Inputbereich der direkten Flüsse relativ gut. Die Importe können direkt aus der Handelsstatistik entnommen werden. Bei der inländischen Entnahme (DEU) besteht bei der Biomasse eine gute Datenverfügbarkeit. Allerdings gibt es im methodischen Bereich eine gewisse Unsicherheit in Bezug auf den Wassergehalt, welcher auf internationaler Ebene noch zu wenig standardisiert ist und deshalb beschränkt vergleichbare Daten liefert. In der Kategorie Baumineralien ist die Datenqualität eher unzureichend. Mit den aufgeführten Berechnungsgrundlagen zur Abschätzung des DEU bei den Baumaterialien, insbesondere des Kies/Sand, steht aber eine Methode zur Verfügung, mit der eine ausreichende Genauigkeit erreicht werden kann.

2.6 Direkte Flüsse - Output

2.6.1 Exporte

Die in diesem Bericht vorliegenden Zeitreihen von 1981 bis 2001 basieren auf den Daten der aussenhandelsstatistischen Ergebnisdatenbank SWISS-impex der Eidgenössischen Zollverwaltung (EZV 2001).

2.6.2 Emissionen in die Luft

Die Luftemissionen können entweder aus den Inputdaten berechnet werden, wobei beispielsweise bei den Brenn- und Treibstoffen eine Umrechnung auf CO₂ notwendig ist. Oder sie werden den jährlichen Treibhausgasinventaren für die Schweiz entnommen (BUWAL 2002a), wobei eine Umrechnung in die tatsächlichen Mengen notwendig ist. Diese Daten sind aber erst ab dem Jahr 1990 verfügbar. Hinzu kommen die emittierten Stäube und Feinstäube, die NH₃-Emissionen und die emittierten Schwermetalle. Da im Rahmen der Machbarkeitsstudie noch nicht alle Daten erhoben bzw. abgeschätzt werden konnten, werden in diesem Bereich noch keine Daten präsentiert.

Zu berücksichtigen ist, dass die totalen Luftemissionen deutlich über dem Inputmengen liegen, weil beispielsweise CO₂ den Sauerstoff enthält, der bei der Verbrennung zugeführt wird. Wie bereits erwähnt wird dieser inputseitig als «Memorandum Item» bilanziert.

2.6.3 Emissionen ins Wasser

Die Emissionen ins Wasser wurden in Rahmen der vorliegenden Studie noch nicht erhoben. Die Datengrundlage ist lückenhaft, so dass Abschätzungen notwendig sind. In Bezug auf den gesamten Output dürften die Emissionen in das Wasser einen geringen Anteil aufweisen.

2.6.4 Abfälle

Die Situation bezüglich der Behandlung der Abfälle in der Schweiz unterscheidet sich deutlich von den übrigen europäischen Ländern. In der Schweiz wird der grösste Teil der brennbaren Abfälle thermisch behandelt. Dies hat zur Folge, dass dieser Teil der Abfälle den Luftemissionen als CO₂ (u.a.) zugeordnet werden. Die aus der Verbrennung entstehenden festen Rückstände werden jedoch der Deponierung zugeordnet. Die Statistiken unterscheiden bei den Siedlungsabfällen (SA) bis zurück ins Jahr 1992 zwischen in Deponien abgelagerten und in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) behandelten Siedlungsabfällen. Für den Zeitraum zwischen 1981 und 1992 wurde ein Deponierungsanteil von 32 Prozent eingesetzt. Dies entspricht dem durchschnittlichen Anteil zwischen 1992 und 1999, wobei der jährliche Schwankungsbereich des Deponierungsanteils in diesem Zeitraum bei $\pm 1,1\%$ liegt. Bei den brennbaren Abfällen sind die Siedlungsabfälle (SA), die brennbaren Bauabfälle (BA), die übrigen Abfälle aus Industrie und Gewerbe (Übrige) und die Klärschlämme (KS) enthalten.

Für die deponierten Sonderabfälle liegen keine durchgehenden Datensätze vor, die jährlichen Mengen liegen in etwa zwischen 100'000-150'000 Tonnen pro Jahr. Die Abfälle bzw. deren Rückstände, die in industriellen Feuerungen und Zementwerken gelangen, sind nicht berücksichtigt, weil sie in Bezug auf die Mengen vernachlässigbar sind. Zudem gelangen die mineralischen Rückstände aus der Verbrennung in den Zementwerken in den Zement und können damit nicht den Abfällen zugeordnet werden.

Die Datengrundlage bezüglich der mineralischen Bauabfälle zurückgehend bis 1981 ist schlecht. In den Abfallstatistiken des BUWAL (BUWAL 1996; 1998; 2002b) sind keine vollständigen Datensätze bezüglich der Deponierung von mineralischen Bauabfällen zu finden, weil deren Ablagerung nicht systematisch erfasst werden konnte. Grobe Abschätzungen können nur auf der Grundlage der Bauabfallstudie (BUWAL 2001) des BUWAL durchgeführt werden. Zur Berechnung der jährlichen Bauabfallmengen wurde die Bauabfallmenge mit der «Domestic Material Consumption – DMC» von Kies

gekoppelt. Die Bauabfallstudie gibt für das Jahr 1997 eine totale Bauabfallmenge von 11 Millionen Tonnen an, der entsprechende DMC-Wert beträgt für dieses Jahr 45,7 Millionen Tonnen. Dieses Verhältnis von ca. 0,25 Tonnen Bauabfall pro Tonnen DMC wird nun mit den jährlichen DMC-Werten für Kies multipliziert. Damit erhält man sehr grob den gesamthaft anfallenden Bauabfall während eines Jahres, wobei ein relativ grosser Anteil davon rezykliert wird. Zur Berechnung der deponierten Abfälle werden die rezyklierten Mengen von den totalen Bauabfallmengen subtrahiert.

Für die Abschätzung des rezyklierten Anteils wird für das Jahr 1991 ein Anteil von 6.7% (Kündig R. et. al. 1997) und für das Jahr 2000 ein Anteil von 9% am totalen Kiesausstoss (der FSKB gibt im Jahr 2003 einen Recyclingkiesanteil von 8-10% an) eingesetzt. Basierend auf diesen Zahlen wird für die restlichen Jahre eine lineare Zunahme von 0,23% pro Jahr angenommen. Die Subtraktion der direkt verwerteten und der extern verwerteten Baumaterialien von den totalen Bauabfällen ergibt die deponierte Menge.

Die deponierten Bauabfallmengen nehmen seit 1981 stetig von 4 Millionen Tonnen auf knapp 1,2 Millionen Tonnen ab, wobei die Abnahme in den neunziger Jahren deutlicher ist als im vorangegangenen Jahrzehnt (Grafik G4). Dies ist einerseits konjunkturell bedingt, andererseits tragen die Massnahmen bezüglich des Baustoffrecyclings zur Reduktion der Materialflüsse in die Deponie bei. Die Zeitreihe ist eine erste grobe Abschätzung basierend auf den oben geschilderten Annahmen. Bei einer weiteren Vertiefung müssten die jährlichen Flüsse in die Deponie sowie die Entwicklung des Einsatzes von Sekundärmaterialien aus dem Verwertungsprozess mittels zeitaufwändiger Recherchen eruiert bzw. abgeschätzt werden.

2.6.5 Dissipative Verluste

Die dissipativen Verluste wurden in Rahmen dieser Machbarkeitsstudie noch nicht erhoben. Die Datengrundlage ist lückenhaft, so dass Abschätzungen notwendig sind.

2.6.6 Datenqualität

In Outputbereich ist die Datenverfügbarkeit eher schlecht. Bei den mineralischen Bauabfällen waren im Rahmen der vorliegenden Studie nur grobe und unvollständige Abschätzungen möglich. Bei einer allfälligen Vertiefung müssten die erwähnten Abschätzungen sicherlich überprüft und verfeinert werden, um genauere Aussagen zu erhalten.

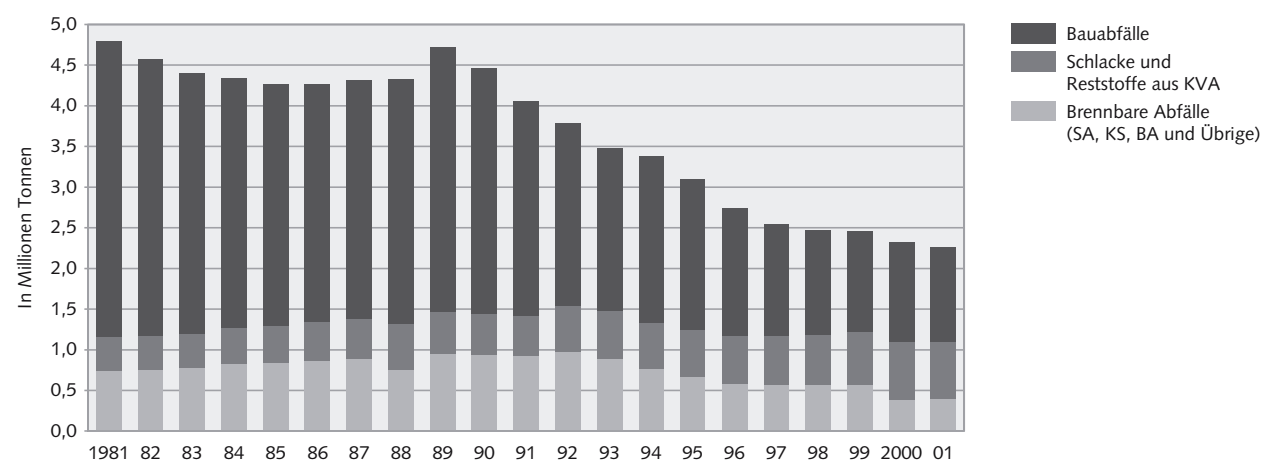
2.7 Lager

2.7.1 Fossile Brenn- und Treibstoffe

Angaben zur Gesamthöhe der Brenn- und Treibstoffpflichtlager wurden aus Geheimhaltungsgründen bisher nur für die Jahre 1990 und 1994 veröffentlicht. Eine Grobabschätzung ist auf Grundlage der Berichte zur Pflichtlagerpolitik (BWL 2003 und früher) möglich. Angegeben wird hier die Bedarfsdeckung in Monaten (etwa 3 bis 8 Monate), die mit dem jährlichen Verbrauch (aus BFE 2001) multipliziert werden kann, um die Lagermenge zu bestimmen. Weitere Brenn- und Treibstofflager befinden sich im Handel und beim Verbraucher. Das Brennstofflager im Haushalt wurde mit 0,5 Tonnen pro Einwohner abgeschätzt (Baccini et al. 1993a). Das Lager von Tankstellen wird mit 50 Tonnen pro Tankstelle für 3610 Betriebe in der Schweiz abgeschätzt (EV 2001). Die

Grobe Abschätzung der jährlich deponierten Abfallmengen

G 4



© Bundesamt für Statistik (BFS)

totale Lagermenge bewegt sich im Zeitraum zwischen 1981 und 2001 zwischen 9 bis 12 Millionen Tonnen, wobei in den neunziger Jahren eine abnehmende Tendenz von 12 auf 9 Millionen Tonnen festzustellen ist. Diese Lager verändern sich vermutlich über die Jahre nur wenig.

2.7.2 Biomasse

Insgesamt erscheint die Bestimmung des Aufbaus von Lagermengen vor allem für Holz relevant.

Die Holzflüsse der Schweiz wurden von Müller (1998) modelliert. Er errechnete eine Lagermenge von etwa 5 t Trockensubstanz (TS) Holz pro Einwohner für den Gebäudepark, was eine Lagermenge von 35 Millionen Tonnen ergibt. Gemäss dieser Veröffentlichung verändert sich das Holzlager in Gebäuden nur langsam. Es wird in der Studie eher von einer langsamen Abnahme durch holzärmere Bauweisen ausgegangen. In den Berechnungen zum Baumateriallager wurde ebenfalls die Holzmenge bestimmt (Tabellen A3.4 und A3.18 im Anhang 3). Demnach ergibt sich eine kaum abweichende Lagermenge von 35 Millionen Tonnen. Die Holzlager im Wald werden für die MFA nicht berücksichtigt.

Angaben zur Gesamthöhe der Pflichtlager für Nahrungsmittel wurden aus Geheimhaltungsgründen bisher nur für die Jahre 1990, 1994, 1999 und 2001 veröffentlicht (BWL 2003 und früher). Diese Daten wurden interpoliert um die Lagermenge zu bestimmen. Zwischen 1990 und 2001 reduzierte sich dieses Nahrungsmittelpflichtlager von 1,6 Millionen Tonnen auf ca. 0,9 Millionen Tonnen.

Weitere Lagermengen sind dem Handel und dem Verbraucher zuzuordnen. Baccini et al. (1993b) geben die Menge ständig im Haushalt gelagerter Nahrungsmittel und Getränke mit 40 kg pro Einwohner an (Baccini et al. 1993a). Dies entspräche hochgerechnet auf die Schweiz ca. 0,3 Millionen Tonnen, also deutlich weniger als die entnommene Menge. Hinzu kommen aber noch Lager

im Handel und an Umschlagplätzen. Insgesamt wird wohl auch bei Nahrungs- und Futtermitteln kaum eine nennenswerte Zu- oder Abnahme der Lagermenge entstehen. Eine genauere Erhebung wäre wahrscheinlich relativ aufwändig.

2.7.3 Baumaterial

Die Bestimmung der Baumateriallager (Kies/Sand, Asphalt, Beton, Mauerwerk, Holz und Metalle) kann mit Hilfe verschiedener Methoden durchgeführt werden. So können die Lager über die Summierung der Differenz zwischen Importen und Exporten plus die inländische Produktion abgeschätzt werden. Diese Methode setzt aber sehr lange statistische Zeitreihen voraus, die zudem auf den gleichen Erhebungsmethoden basieren sollten. Zudem lässt die Methode kaum eine Aufteilung in Sektoren und Branchen zu. Eine solche Abschätzung des Lagerbestandes wurde bezüglich des Betons durchgeführt (Lichtensteiger 2004). Die Berechnungen basieren auf den Zementproduktionszahlen von 1902-2000, wobei der Abschätzung ein Zementgehalt von 12% und ein Kies/Sand-Gehalt von 80% zugrunde gelegt wurde. Lichtensteiger erhält in seinen Berechnungen ein Betonlager (inkl. Mörtel und Zementwaren) von 1,4 Milliarden Tonnen bzw. 190 Tonnen pro Einwohner.

Die zweite Methode basiert auf der Abschätzung der Lager aus den Materialmengen in Bezug auf das umbaute Gebäudevolumen einer spezifischen Gebäudekategorie. Für diese Berechnung müssen die «Dichten» und die Gebäudevolumen bekannt sein. Es stehen verschieden Bauabfallstudien (BUWAL 2001; H. Wüest et al. 1995; H. Wüest & Partner 2000) als Grundlage für die Berechnung zur Verfügung. Der Vorteil der Abschätzung über die Dichten ist einerseits die Berechnung der verschiedenen Materialien, wie Beton, Mauerwerk, Kies und Sand, Asphalt, Holz, Metalle usw. mit der gleichen Methode. Andererseits ist eine Aufteilung auf die Sektoren und mit grösserem Aufwand, eventuell auch auf die

T 2 Abgeschätzte Materiallager im Hoch- und Tiefbau sowie in den weiteren Infrastrukturbauten nach Fraktionen in Millionen Tonnen

Baumateriallager in Millionen Tonnen	Totales Materiallager	Kies und Sand	Asphalt	Beton	Mauerwerk	Holz	Metalle
Lager im Hochbau	1460	260	20	730	380	30	27
Lager im Tiefbau	840	500	120	170	20	5	15
Weitere Infrastrukturbauten	160	nicht bestimmt	nicht bestimmt	160	nicht bestimmt		5
Total	2460	760	140	1060	400	35	46

Branchen, möglich. Die detaillierten Berechnungen für das Bezugsjahr 2000 sind im Anhang 3 aufgeführt. In der Tabelle 2 sind die Materiallager in Tonnen im Hoch-, Tiefbau und in den weiteren Infrastrukturbauten nach Fraktionen zusammengefasst. Unter die «weiteren Infrastrukturbauten» fallen die Eisen, Beton und Kieslager in den Flughäfen, Staumauern, militärischen Bauten und Uferverbauungen. Diese wurden im Rahmen einer Diplomarbeit an der ETH Zürich erhoben und für diese Studie übernommen (Düring 2003).

Zu den 1,06 Mia. Tonnen Beton müssen noch zirka 0,1 Mia. Tonnen Mörtel hinzu gezählt werden, wenn ein Mörtelgehalt von 25 Prozent im Mauerwerk vorausgesetzt wird (Gruhler K. et.al. 2002). Das aufgrund der Dichte abgeschätzte Lager von 1,16 Mia. Tonnen liegt knapp 20 Prozent unter den 1,4 Mia. Tonnen, welche über die Produktionszahlen berechnet wurden.

2.7.4 Industrielle Mineralien

Im Rahmen der Studie wurde nur eine grobe Abschätzung der Eisen- und Stahllager über die separate Erfassung der mobilen bzw. immobilien Lager durchgeführt. Diese Materialkategorie beansprucht einen relativ grossen Teil der industriellen Lager. Bei den Mobilien werden die Lager im Transportbereich (d.h. Motorfahrzeuge, Eisenbahn und Schiffe usw.), in den privaten Haushalten, im Dienstleistungsbereich (Möbel, Bürogeräte usw.) und im Bereich der Industrie/Gewerbe (Maschinen und Produktionsanlagen) separat abgeschätzt. Die Lager im Transportbereich können über die Fahrzeugbestände abgeschätzt werden. Bei den privaten Haushalten wurde auf die Daten von (Baccini et al. 1993b) zurückgegriffen, da keine aktuelleren Daten vorliegen. Für die restlichen Bereiche der Mobilien werden aufgrund fehlender Datengrundlagen 580 kg/Ew. angenommen. In diesen sind die Möbel und elektronischen Geräte sowie die Maschinen und die Produktionsanlagen enthalten. Die Lager in den Immobilien sind in der Tabellen A3.4 und

A3.18 im Anhang 3 unter der Kategorie Metalle enthalten, wobei die Kupfer- und Aluminiumlager noch abgezogen werden müssen. Das totale Eisen-/Stahllager beträgt 58 Millionen Tonnen, was etwas mehr als 8 Tonnen pro Einwohner entspricht (Tabelle 3). Rund 75% des Eisen-/Stahllagers befindet sich in den Immobilien, wobei die Lager im Hochbau doppelt so hoch sind wie im Tiefbau (ohne weitere Infrastruktur).

2.7.5 Datenqualität

Die Bestimmung der Mengen in Lagern ist relativ aufwändig. Grobe Abschätzungen sind aber möglich. In Baubereich wurden relativ aufwändige Lagerabschätzungen durchgeführt, welche auf schon publizierten Daten basieren. Die Erhebung der Lagerveränderungen kann bei Bedarf über die Bilanzierung der Input- und Outputflüsse hergeleitet werden. Eine direkte Bestimmung der Lagerveränderungen aus den Neubau-, Umbau- und Abbruchdaten liefert meist die genaueren Daten, ist aber erheblich aufwändiger.

2.8 Indirekte Flüsse – Inländische ungenutzte Gewinnung

2.8.1 Biomasse

Für die Abschätzung der im Wald nach der Ernte Nutzung verbleibenden Holzmenge (Äste, Blätter, etc.) wird in dieser Studie ein Faktor von 0,15 d.h. 15% der geernteten Holzmenge, eingesetzt (Frischknecht et al. 1996). Dies entspricht der Vorgabe der EUROSTAT Methodik nach der Ernteabfälle der Holzernte gezählt werden, wenn sie im Wald verbleiben (EUROSTAT 2001). Die gesamte ausgebrachte Masse aus der Forstwirtschaft liegt in der Grössenordnung von 4 Millionen Tonnen.

Für eine Berechnung der Ernteabfälle in Bereich der landwirtschaftlichen Produkte müssten Standardfaktoren bestimmt werden. Diese müssten das Verhältnis des

T 3 Abgeschätzte Eisen-/Stahllager in den Mobilien und Immobilien in Millionen Tonnen

Mobilien	Millionen Tonnen	kg / Einwohner
Transport	7,7	1070
Private Haushalte	3,0	420
Dienstleistung und Industrie/Gewerbe	4,2	580
Immobilien	Millionen Tonnen	kg / Einwohner
Hochbau	25,5	3540
Tiefbau	13,6	1880
Weitere Infrastruktur	4,7	660
Totales Eisen-/Stahllager	58,7	8150

UDE (unused domestic extraction) zur geernteten Menge beinhalten. In dieser Studie wurde auf eine Berechnung verzichtet.

2.8.2 Baumineralien

Die «Unused Domestic Extraction» (UDE) setzt sich aus dem Aushub, Abraum und der nicht verwerteten Förderung zusammen. Eine grobe Abschätzung der Aushubmengen erfolgt analog der Berechnung der Lager über die Dichtefaktoren (H. Wüest et al. 1995) sowie über die Leitungslängen im Tiefbau für das Bezugsjahr 2000. Die totale Aushubmenge wird dann durch die mit der gleichen Methodik berechneten, totalen Baumaterialmengen dividiert. Das berechnete Verhältnis Aushub/Baumaterialmenge ist 0,95. Für die Abschätzung der jährlichen Aushubmengen werden nun die Werte der «Domestic Extraction Used» mit dem Faktor 0,95 multipliziert. Da der Tunnelausbruch aus Grossprojekten (NEAT usw.) in dieser groben Abschätzung noch nicht berücksichtigt ist, werden jährlich noch 4 Millionen Tonnen hinzu addiert (Kündig R. et. al. 1997). Zusammengefasst ergibt dies die folgende Formel für die Abschätzung der Aushubmengen:

$$\text{Jährliche Aushubmenge \{Mio.t/a\}} = (\text{DEU}_{\text{Baumineralien}} \{ \text{Mio.t/a} \} \cdot 0,95) + 4 \{ \text{Mio.t/a} \}$$

Für das Jahr 2000 ergibt sich somit eine Aushubmenge von 60 Millionen Tonnen. Dies liegt im Bereich der Abschätzungen des BUWAL, das für den Aushub ohne Grossprojekte 30 – 40 Mio. m³ angibt (BUWAL 2003).

2.8.3 Industrielle Mineralien

In dieser Kategorie wurde keine ungenutzte Entnahme berechnet. Wie im Kapitel erläutert, beschränkt sich die inländische Entnahme auf die Unterkategorien Salz und Gips. Diese ist sehr gering in Vergleich zu den anderen Kategorien. Deshalb wird angenommen, dass auch die ungenutzte Entnahme im Vergleich zum Aushub vernachlässigbar ist.

2.9 Indirekte Flüsse – Versteckte Flüsse durch Importe

2.9.1 Fossile Brenn- und Treibstoffe

Für die Bilanz der indirekten Flüsse, die durch Importe verursacht werden, werden wie erwähnt verschiedene Standardfaktoren bereitgestellt (Bringezu & Schütz

2001a; b; MIPS 2003). Relevant sind für die Importe von Öl- und Gasprodukten vor allem die abgefackelten und reinjizierten Gasmengen sowie Bohrabfälle. Formationswasser, das mit dem geförderten Erdöl vermischt ist und in sehr viel höheren Mengen anfällt, wird nicht berücksichtigt.

Für diese Studie wurden der Einfluss der Herkunftsländer auf die indirekten Flüsse durch die Importe von fossilen Brenn- und Treibstoffen nicht differenziert betrachtet. Grundsätzlich wäre eine differenzierte Betrachtung sinnvoll, da sich die indirekten Flüsse zwischen verschiedenen Herkunftsregionen deutlich unterscheiden (Faist Emenegger et al. 2003b; Jungbluth 2003). Die Schwierigkeit besteht aber darin, die zeitliche Veränderung bei den Förderungsländern zu verfolgen.

Relevant im Falle der Schweiz ist auch der Stromhandel. Dieser kann allerdings nicht direkt über Massenflüsse aus der Aussenhandelsbilanz erfasst werden, da Strom in dieser Bilanz nicht ausgewiesen wird. Vielmehr müssen die indirekten Flüsse zur Elektrizitätserzeugung in anderen Ländern ausgewertet werden. Die Berechnung hierzu wurde auf Grundlage einer Studie zu grauen Treibhausgasemissionen für die Jahre 1990, 98 und 2000 durchgeführt (Frisknecht & Jungbluth 2000). Die Auswer-

tung zeigt, dass diese indirekten Ressourcenverbräuche von Erdöl, Erdgas und Kohle durch die Erzeugung von importiertem Strom in anderen Ländern in der Grössenordnung von einigen Tausend Tonnen liegen und damit in Bezug auf die Masse relativ unbedeutend sind.

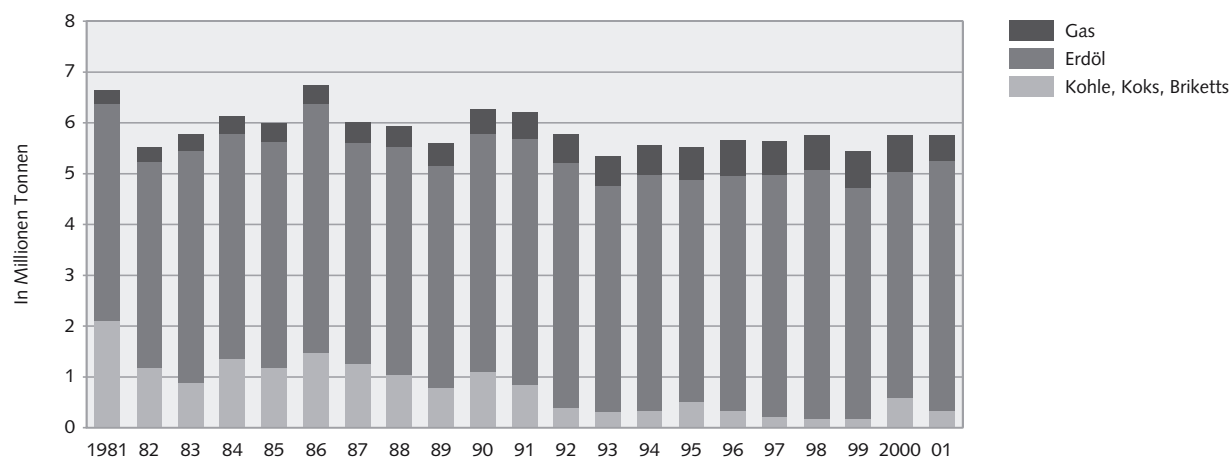
Die Grafik G5 zeigt eine erste grobe Abschätzung dieser versteckten Flüsse, berechnet mit MIPS Koeffizienten.

2.9.2 Biomasse

Die Publikation MIPS (2003) enthält keine Angaben für Biomasse. Relevant für die Berechnung der indirekten Flüsse sind vermutlich vor allem die an die Importe und Exporte gekoppelten indirekten Flüsse von Fleisch und Milchprodukten für deren Produktion zunächst Futter bereitgestellt werden muss. Zur groben Abschätzung wurden Faktoren eingesetzt (Tabelle A4.1 im Anhang 4), die auf Ökobilanzdaten basieren (Jungbluth 2000) (Grafik G6).

Grobe Abschätzung der versteckten Flüsse durch Importe von fossilen Brenn- und Treibstoffen

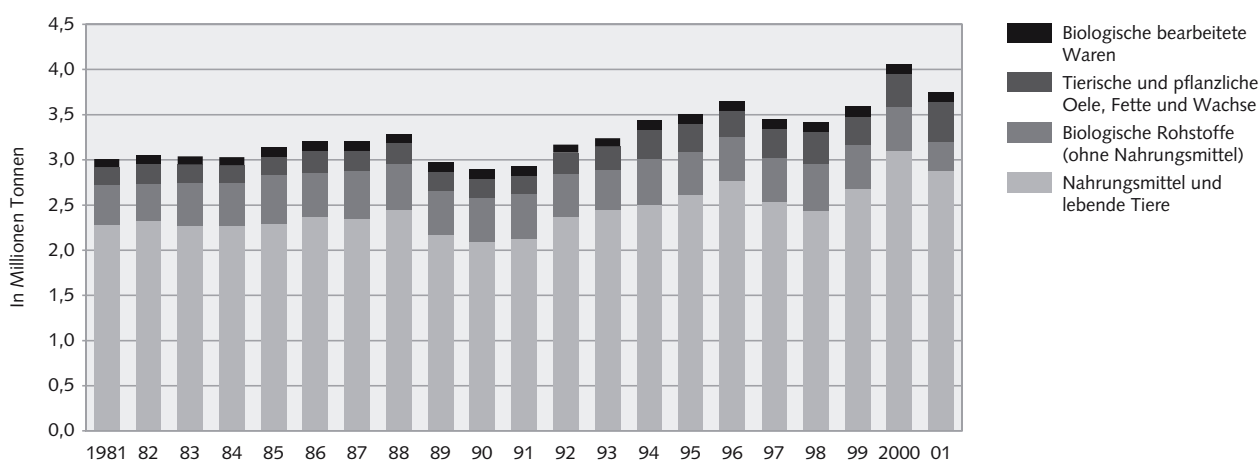
G 5



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Grobe Abschätzung der versteckten Flüsse durch Importe von Biomasse

G 6



© Bundesamt für Statistik (BFS)

2.9.3 Baumaterial

Die Standardfaktoren (Bringezu & Schütz 2001a; b; MIPS 2003) wurden für die vorliegende Studie übernommen. Berücksichtigt sind hier der Abraum und die nicht verwertete Förderung. Es hat sich gezeigt, dass die in der Tabelle A1.1 im Anhang 1 aufgeführte Unterteilung in die 97 Güterkategorien zu grob ist und eine weitere Unterteilung in Unterkategorien notwendig ist, um aussagekräftige Resultate zu erhalten.

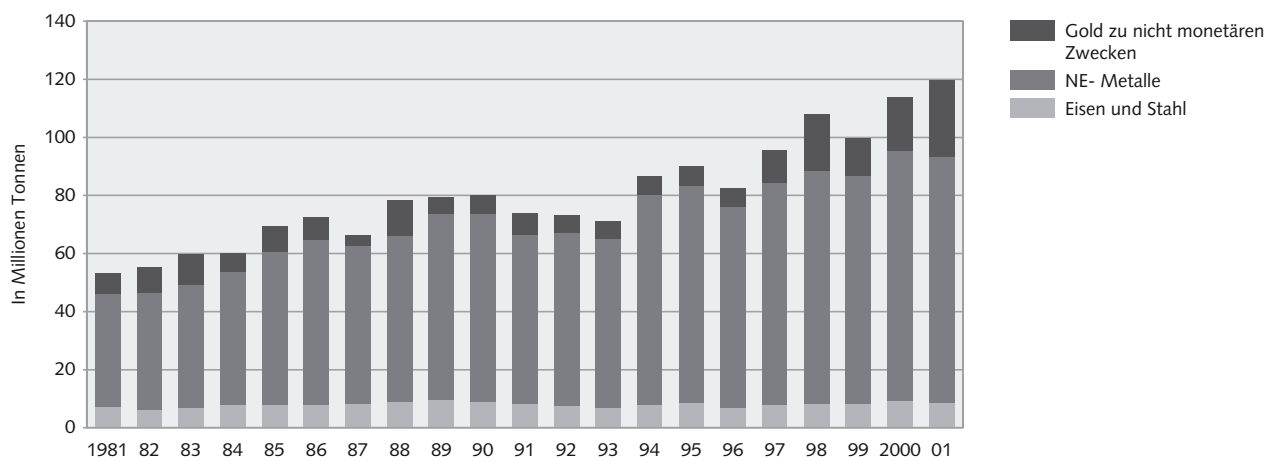
Die Tabelle A4.2 im Anhang 4 zeigt den Detaillierungsgrad, der zur Berechnung eines Koeffizienten zur Abschätzung der versteckten Flüsse durch die Importe einer Materialkategorie notwendig ist.

2.9.4 Industrielle Mineralien

Bei der Berechnung der indirekten Flüsse in der Kategorie «Industrielle Mineralien» wurde das gleiche Vorgehen gewählt wie im vorangegangenen Kapitel. Für Kategorie der Nichteisen-Metalle (68) ergibt sich ein HF-Koeffizient von 180 t/t (Tabelle A4.3, Anhang 4). Ins Gewicht fällt hier vor allem das Platin, das mit 99 t/t einen Beitrag von über 50 Prozent zum totalen HF-Koeffizienten der Kategorie leistet. Hier besteht sicherlich noch weiterer Optimierungsbedarf, falls eine Vertiefung in diesem Bereich in Betracht gezogen wird. Zu erwähnen ist, dass ein grosser Aufwand zur Berechnung der indirekten Flüsse betrieben werden muss, um aussagekräftige Daten zu erhalten. Die Grafik G7 zeigt eine grobe (und partielle) Abschätzung der versteckten Flüsse.

Grobe Abschätzung der versteckten Flüsse durch Importe von industriellen Mineralien

G 7



© Bundesamt für Statistik (BFS)

2.9.5 Übrige Produkte

Eine Berechnung der indirekten Flüsse in dieser Kategorie ist zurzeit kaum möglich bzw. mit grossen Unsicherheiten behaftet. Dieser Kategorie werden beispielsweise elektrische und elektronische Apparate oder Maschinen zugeordnet über deren Materialzusammensetzung nur beschränkt Informationen verfügbar sind. Für grobe Abschätzungen sind Annahmen über die durchschnittliche Zusammensetzung einer Unterkategorie notwendig. Auch hier besteht in Bezug auf die Erhebungsmethodik bzw. auf eine Standardisierung der Erhebung von indirekten Flüssen noch erhebliches Optimierungspotential.

2.9.6 Datenqualität

Auf die Problematik der Datenverfügbarkeit wurde schon eingegangen. Die Bestimmung der indirekten Flüsse ist einerseits sehr aufwändig, andererseits sind die Resultate trotz des betriebenen Aufwandes mit einer grossen Unsicherheit behaftet. Um die Vergleichbarkeit auf internationaler Ebene zu gewährleisten, sind einheitliche Grundlagen zur Datenerhebung unbedingt notwendig. Insbesondere müssten die «HF-Koeffizienten» den statistischen Ämtern, die eine solche MFA durchführen, zur Verfügung gestellt werden.

2.10 Einschränkungen im methodischen Bereich

Der Eurostat-Leifaden sollte im Bereich Biomasse ergänzt werden: Um die Daten auf internationaler Ebene vergleichbar zu machen, sollten die unterschiedlichen Wassergehalte standardisiert werden (im Inputbereich (z.B. Grünfütter) und Outputbereich (z.B. Hofdünger)). Es müsste zudem definiert werden, wie die Schnittblumen in die Berechnungen einbezogen werden.

Die Berechnung der versteckten Flüsse wurde auf grober Basis durchgeführt. Für eine Weiterentwicklung der MFA in Richtung TMR (Total Material Requirement) müssen einerseits die Importdaten noch detaillierter vorliegen. Das heisst, die Gliederung der Güter nach SITC/CTCI (SITC = Standard International Trade Classification; CTCI = Classification Type pour le Commerce International) muss bis auf die Stufe der Untergruppe oder noch besser für einige Güter bis auf die Basispositionen vorliegen. Andererseits sollten die Arbeiten zur Berechnung der Koeffizienten für die Abschätzung der versteckten Flüsse auf internationaler Ebene koordiniert werden. Auf diese Weise profitiert jedes Land von den bereits vorliegenden Daten, so dass sich die statistischen Ämter auf das Schliessen noch vorhandener Lücken konzentrieren können.

Auch bei den Outputdaten wie den Emissionen in die Luft und ins Wasser ist eine Standardisierung anzustreben, um vergleichbare Daten zu erhalten.

3 Resultate und Analysen

3.1 Inländische verwertete Gewinnung (DEU)

In der Grafik G8 ist der Verlauf der genutzten, inländisch verwerteten Gewinnung (Domestic Extraction Used-DEU) dargestellt, welche sich zwischen 1981 und 2001 im Bereich von 54 Millionen Tonnen im Jahr 1999 und 70 Millionen Tonnen im Jahr 1989 bewegt. Tendenziell nimmt die genutzte inländische Entnahme seit Beginn der neunziger Jahre ab, wobei die Abnahme hauptsächlich durch die Baumineralmengen, welche zwischen 1990 und 1999 von 51,6 auf 38,5 Millionen Tonnen sanken, bedingt ist. Die grossen Unterschiede zwischen dem Minimum und dem Maximum sind Ausdruck der relativ starken Dynamik der Materialflüsse. Verschiedene Faktoren sind für diese Dynamik verantwortlich: Neben den konjunkturellen Veränderungen im Baubereich sind auch strukturelle Änderungen und ein vermehrtes Recycling von Baustoffen wichtige Einflussfaktoren. Die Baumineralien mit Anteilen zwischen 67 bis 74% und die Biomasse mit Anteilen von 21 bis 25% sind die relevanten Kategorien des DEU. Der Anstieg von 5 Millionen Tonnen bei der Biomasse im Jahr 2000 ist auf die durch den Sturm Lothar verursachten Schäden und der damit verbundenen hohen Holzernte zurückzuführen. Bei den industriellen Mineralien beschränkt sich die inländische Entnahme auf die Salz- und Gipsproduktion, welche im

Jahr 2000 zusammen etwa bei 550'000 Tonnen lag. Die Inlandproduktion von fossilen Brennstoffen gibt es seit 1994 nicht mehr.

3.2 Direct Material Input (DMI)

3.2.1 Total

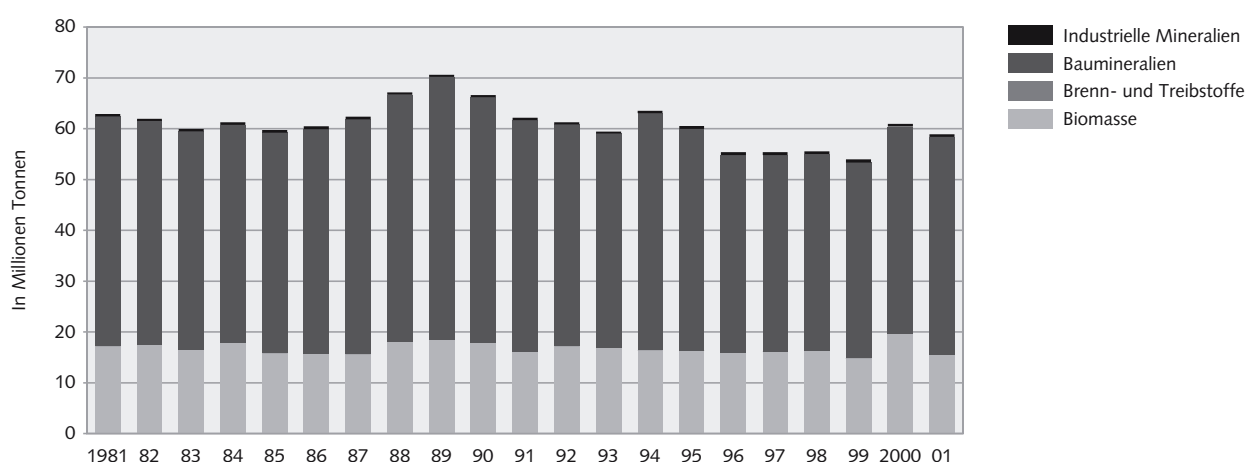
Im Jahr 2001 betrug der direkte Materialinput der Wirtschaft in der Schweiz ca. 103 Millionen Tonnen, was einem pro Kopf- Input von 14.4 Tonnen entspricht. Der grösste Teil des DMI wird wiederum von den Baumineralien beansprucht (51%). Die weiteren Anteile betragen: Biomasse (Landwirtschaftsprodukte, Holz usw.) mit 22%, die Brenn- und Treibstoffe mit 15%, die industriellen Mineralien mit 5% und die «Übrigen Produkte» mit 7% (Grafik G9).

Die Anteile der Biomasse, der Baumineralien, der fossilen Produkte und der industriellen Mineralien sind in der Berichtsperiode Schwankungen unterworfen, während der Anteil der verarbeiteten und zusammengesetzten Erzeugnisse («Übrige Produkte») stetig gewachsen ist, nämlich von 4% im Jahr 1981 auf 7% im Jahr 2001.

Der Anteil erneuerbarer Materialien (hauptsächlich die Biomasse) am Total des direkten Materialinputs betrug 2001 rund 22% und zu Beginn der Achtzigerjahre 23%.

DEU zwischen 1981 und 2001

G 8



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Die Schwankungen der Flüsse der verschiedenen Materialkategorien können auf konjunkturelle, strukturelle, meteorologische oder technologische Faktoren zurückgeführt werden. Die Menge der verwerteten Baumineralien hat beispielsweise Ende der Achtzigerjahre gleichzeitig mit dem Wirtschaftswachstum stark zugenommen (Kap. 5.1). Die Entwicklung der Biomassenmenge hängt hingegen stärker mit den meteorologischen Bedingungen (Stürme, Überschwemmungen oder Trockenperioden) zusammen. Die Menge der Biomasse und der Baumineralien war im Jahr 2001 nahezu dieselbe wie 1981. Die fossilen Produkte haben während derselben Periode hingegen um 8% zugelegt, die industriellen Mineralien um 37% und die übrigen Produkte um 93% (Grafik G10). In künftigen Arbeiten müssen diese Trends eingehender analysiert werden.

3.2.2 Importanteil am DMI

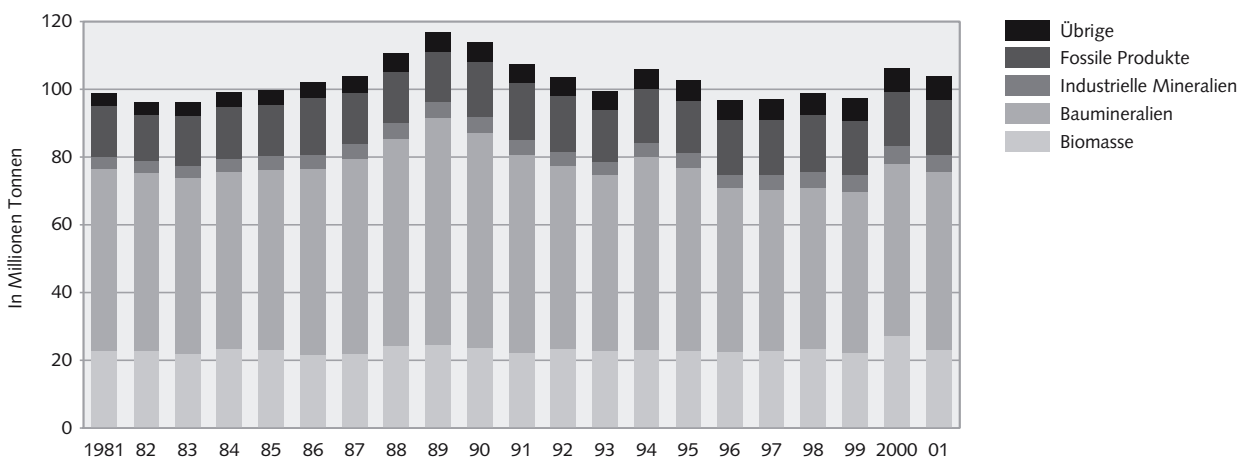
Während der Importanteil 1981 noch 36% des DMI ausmachte, lag er im Jahr 2001 nach einem stetigen Wachstum bei 43% (Grafik G11). Die logische Folge daraus ist die Abnahme der inländischen verwerteten Gewinnung. Die Schweiz ist also für Materialien, die sie benötigt, zunehmend vom Ausland abhängig.

3.2.3 Versteckte Flüsse

Eine erste grobe Abschätzung der mit den Importen verbundenen versteckten Flüsse konnte durchgeführt werden (siehe auch Kapitel 2.9). Die Abschätzung konnte aus folgenden Gründen nur grob gemacht werden: Die einzelnen Koeffizienten wurden nur auf aggregierte Güterkategorien angewendet und nicht auf die einzelnen

**DMI in der Schweiz zwischen 1981 und 2001
Gliederung nach Materialkategorie**

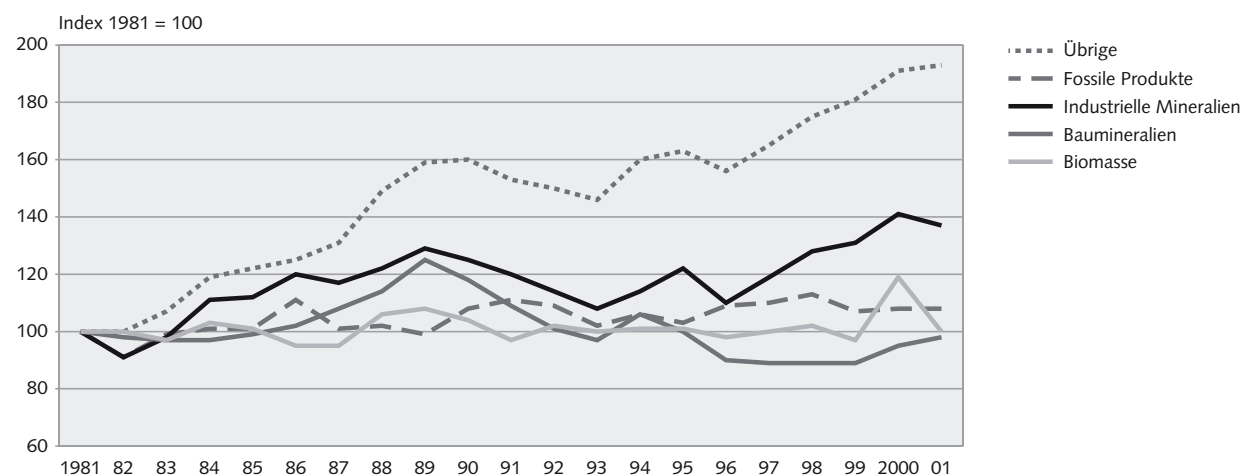
G 9



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Entwicklung des DMI in der Schweiz nach Materialkategorie

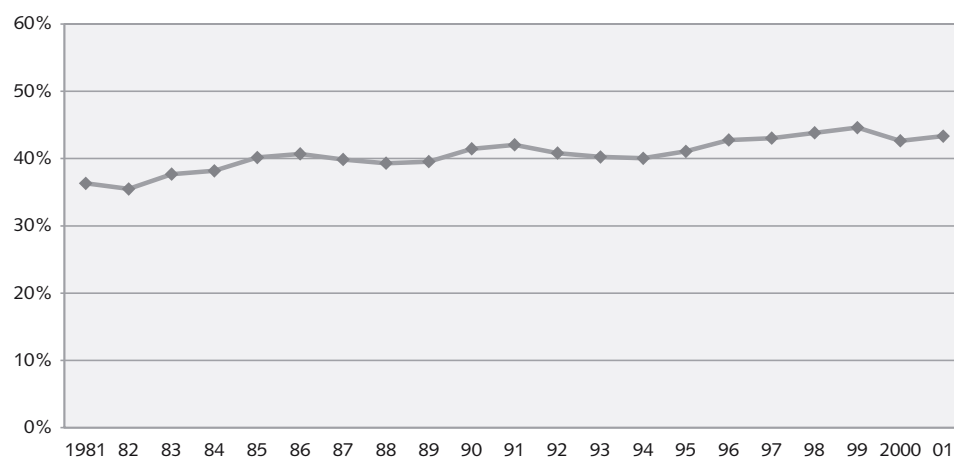
G 10



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Anteil der Importe am DMI

G 11



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Güter, die zeitliche Veränderung der Koeffizienten wurde nicht berücksichtigt und schliesslich konnten die versteckten Flüsse nicht für alle Güter bestimmt werden. Dennoch ist ein Anstieg der mit den Importen verbundenen versteckten Flüsse von 100% zwischen 1981 und 2001 zu verzeichnen, während die Importe im gleichen Zeitraum nur um 25% zugenommen haben (Grafik G12).

Die Verringerung der einheimischen Gewinnung zu Gunsten der Importe kann für das Importland aus Umweltschutzgründen von Vorteil sein. Gleichzeitig wird aber die Umweltbelastung in Zusammenhang mit der Gewinnung und Verarbeitung dieser Ressourcen ins Ausland verlagert. Diese Flüsse, die zur Deckung unserer Bedürfnisse erzeugt werden, sind bei der Analyse des «Metabolismus» der Wirtschaft grundlegend, da damit die

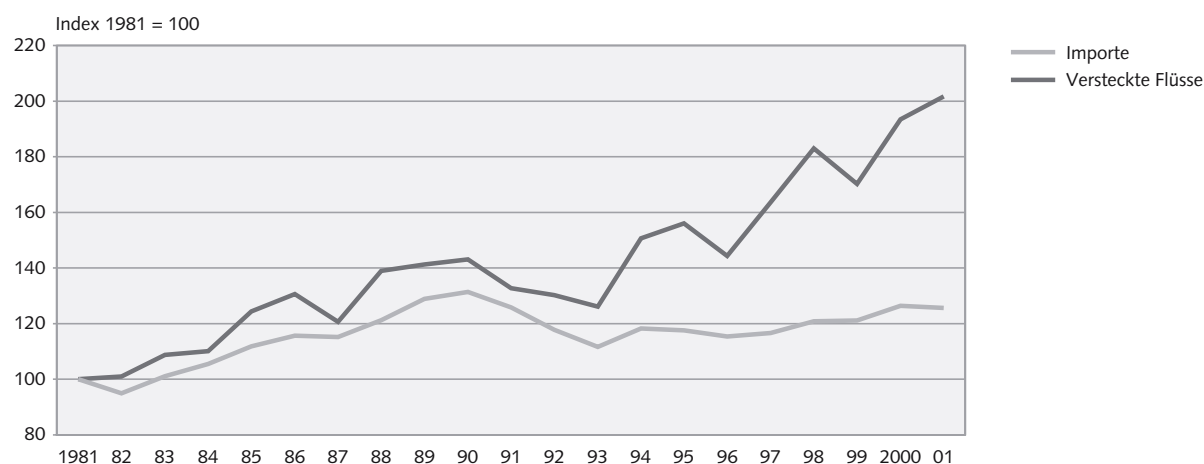
nach und nach stattfindende Verlagerung der Umweltbelastung ins Ausland beobachtet werden kann. Die Analyse dieser Flüsse sollte aus diesen Gründen weiter vertieft werden.

3.3 Direct Material Consumption (DMC)

Der direkte Materialkonsum (DMC – Direct Material Consumption) bzw. dessen zeitlicher Verlauf unterscheidet sich wenig vom DMI. Grund dafür sind die relativ geringen Exportmengen, die zur Berechnung des DMC vom DMI subtrahiert werden. Über den gesamten Zeitraum zwischen 1981 und 2001 ist eine leicht abnehmende Tendenz von 94 auf 90 Millionen Tonnen zu erkennen (Grafik G13). Bei der näheren Betrachtung sind zwei Phasen zu erkennen. In der Phase zwischen den

Entwicklung der Importe und der damit verbundenen versteckten Flüsse (grobe Abschätzung)

G 12



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Jahren 1980 – 1989 fand ein Wachstum mit einer Zunahme des DMC um ca. 16 Millionen Tonnen statt, im nachfolgenden Jahrzehnt erfolgte eine (nicht-kontinuierliche) Abnahme von ca. 20 Millionen Tonnen. Aufgrund des hohen Anteils der Baumineralienflüsse am DMC sowie der ausgeprägten zeitlichen Dynamik dieser Kategorie, wird der DMC stark von der zeitlichen Entwicklung der Baumineralienflüsse geprägt. Die anderen Kategorien weisen mit wenigen Ausnahmen bei der Biomasse, welche auf die exogene Faktoren wie Klimaeinflüsse zurückzuführen sind, keine ausgeprägten Schwankungen auf. Eine weitere Ausnahme bildet die Kategorie «Übrige Produkte», welche, wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, über die gesamte Zeitspanne kontinuierlich zunimmt.

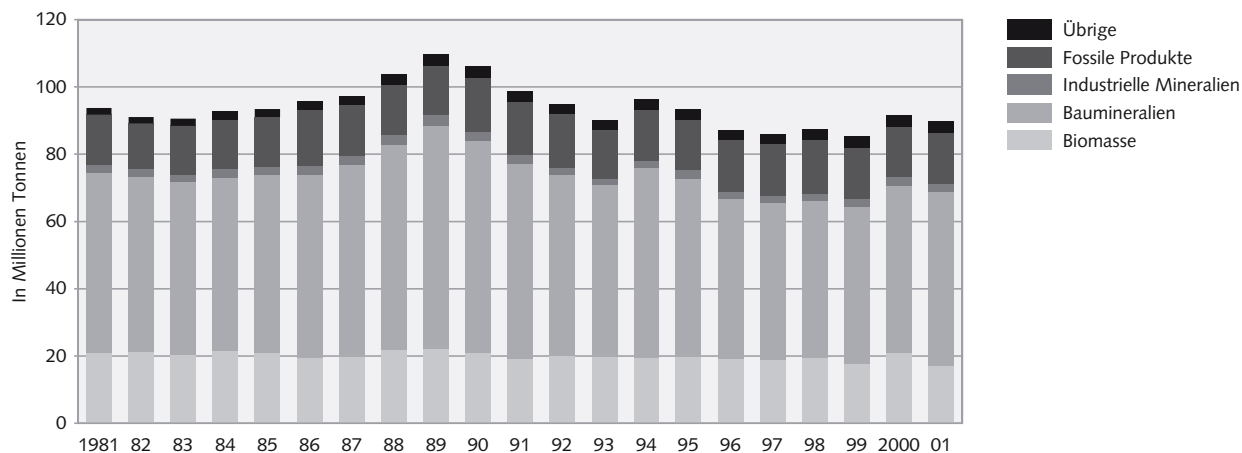
3.4 Materialeffizienz

Die Indikatoren der Materialflüsse sind mit den makroökonomischen Indikatoren vergleichbar; sie haben ein ähnliches Aggregationsniveau und ein vergleichbares Basiskonzept zu deren Berechnung. Der DMC kann also mit dem (realen) BIP verglichen werden.

Bis Ende der Achtzigerjahre bestand zwischen der – zuweilen starken – Zunahme des DMC und dem Wachstum des BIP ein Zusammenhang (Grafik G14). Ab 1989 drifteten die Kurven auseinander. Der DMC nahm ab oder blieb unverändert (ausgenommen 1994), während das BIP in der ersten Hälfte der Neunzigerjahre nach einem leichten Rückgang stagnierte.

DMC in der Schweiz zwischen 1981 und 2001

G 13



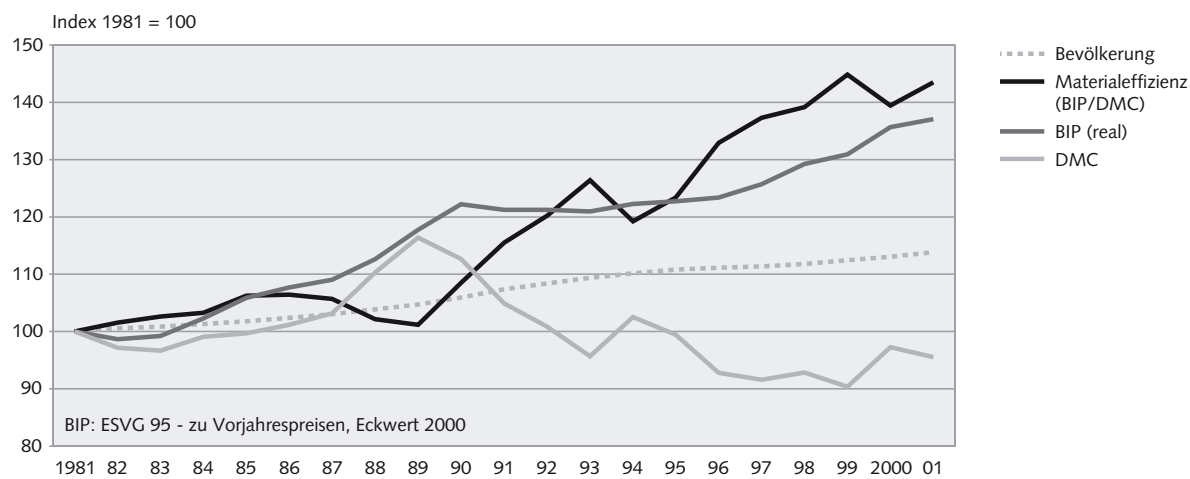
© Bundesamt für Statistik (BFS)

Die Variabilität der Baumineralienflüsse geht einher mit der Entwicklung der Baukonjunktur. So entwickelte sich die Bauquote d.h. die Bauinvestition in Prozenten des BIP im abgebildeten Zeitraum ähnlich (SBV 2002). Im Zeitraum zwischen 1980 und 1989 wuchs die Bauquote von 13,4% auf 14,9% an, danach reduzierte sie sich bis zum Jahr 2001 auf 10,1%. Es ist davon auszugehen, dass die Recyclingmassnahmen zur Reduzierung der Bauabfälle ab Anfang der neunziger Jahre zu einer stärkeren Zunahme des Sekundärkiesanteils verbunden mit einer entsprechenden Abnahme bei der Kiesproduktion geführt haben. Die zur Verfügung stehenden Daten erlauben aber zurzeit noch keine fundierten Aussagen bezüglich des Einflusses des Recyclings auf die Baumineralienflüsse.

Danach wuchs das BIP weiterhin an während der DMC relativ stabil blieb, ausser im Jahr 2000, als der DMC eine relativ starke Zunahme verzeichnete. Diese lässt sich teilweise durch ein meteorologisches Ereignis erklären (Sturm Lothar), widerspiegelt jedoch auch andere Begebenheiten (Zunahme der anderen Materialkategorien). In den Neunzigerjahren fand also eine gewisse Entkopplung zwischen der wirtschaftlichen Entwicklung und dem Konsum von Ressourcen statt, was im signifikanten Wachstum der Materialeffizienz der Wirtschaft zu beobachten ist (BIP/DMC). Diese wird in der Einheit «Wertschöpfung (in Fr.) pro kg konsumiertem Material» ausgedrückt. Die Verbesserung der Materialeffizienz ist vermutlich auf eine Kombination unterschiedlicher Faktoren zurückzuführen: strukturelle Veränderungen in der Wirtschaft durch Verlagerung von Aktivitäten mit hohem Materialaufwand hin zu Aktivitäten im materialextensi-

Entwicklung des DMC, der Materialeffizienz, des (realen) BIP und der Bevölkerung

G 14



© Bundesamt für Statistik (BFS)

veren Dienstleistungsbereich, sowie Effizienzgewinne in bestimmten Produktionsabläufen oder technischen Prozessen. Ausserdem trugen die Zunahme der Wiederverwertung bestimmter Materialien sowie die Verlagerung der Industrieproduktion ins Ausland (Zunahme der Importe verarbeiteter Erzeugnisse) zu einer höheren Materialeffizienz bei.

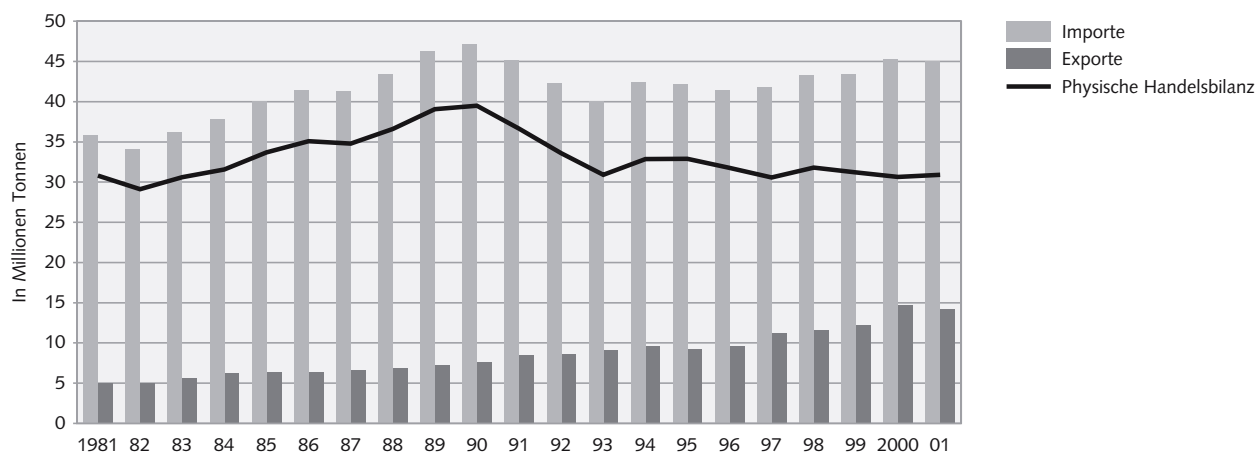
3.5 Physische Handelsbilanz

Die physische Handelsbilanz (Physical Trade Balance - PTB) der Schweiz, ausgedrückt durch Importe minus Exporte, weist einen hohen Überschuss auf (Grafik G15). Der Nettoimport in die Schweiz bewegt sich zwischen 30 und 40 Millionen Tonnen. In den achtziger Jahren ist ein

relativ kontinuierlicher Anstieg der PTB von 30 auf knapp 40 Millionen Tonnen zu verzeichnen. Dieser Anstieg ist vor allen auf die erhöhten Baustoffimporte zurückzuführen. Zwischen 1990 und 1993 reduzierten sich die Nettoimporte wieder auf ca. 31 Millionen Tonnen. Seit 1993 bewegt sich die PTB im Bereich zwischen 30 und 33 Millionen Tonnen. Die abnehmenden Exporte wurden während dieses Zeitraumes durch zunehmende Importe kompensiert. Die Brenn- und Treibstoffe beanspruchten ab 1993 zirka 50% der Nettoimporte, die Baumineralien haben einen Anteil von ca. 25 bis 30%. Der Rest teilt sich auf die weiteren Materialkategorien auf, wobei die Nettoimporte in der Kategorie «übrige Produkte» von 1,9 Millionen Tonnen im Jahr 1981 auf 3,5 Millionen Tonnen im Jahr 2001 zugenommen haben.

Physische Handelsbilanz zwischen 1981 und 2001

G 15



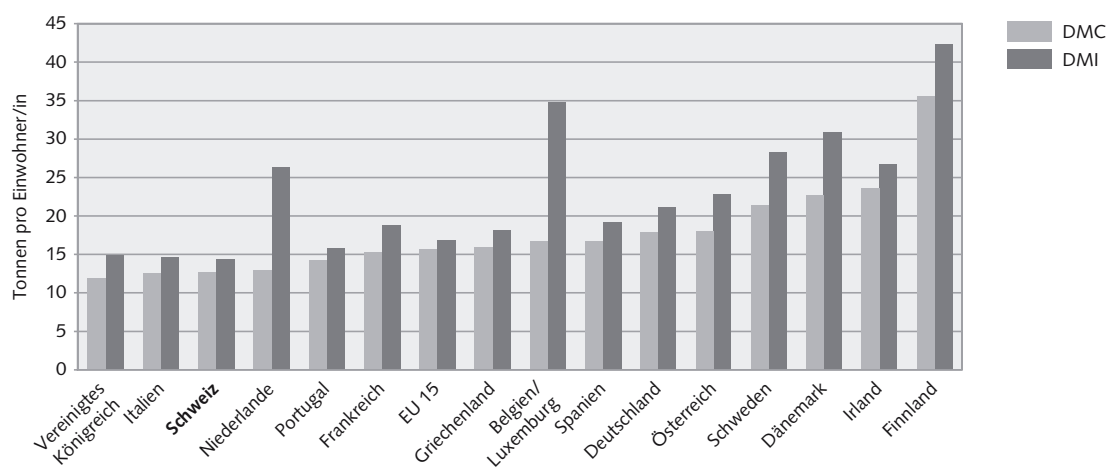
© Bundesamt für Statistik (BFS)

3.6 Internationale Vergleiche

Die Schweiz weist für die Indikatoren «DMI» und «DMC» pro Einwohnerin oder Einwohner ähnliche Werte wie die europäischen Länder auf (Grafik G16). Die Menge des Inputs hängt von der Grösse und Struktur der Wirtschaft eines Landes, von den Konsum- und Produktionsmodellen sowie von seiner Bevölkerung ab. Länder, deren wirtschaftliches Wohlbefinden eher auf Dienstleistungen basiert (z.B. Grossbritannien oder die Schweiz), tendieren zu tieferen DMI als Länder mit einem Produktionsmodell, das stark von den natürlichen Ressourcen abhängt (z.B. Irland oder Finnland). Der deutliche Unterschied zwischen dem DMI und dem DMC bei den Niederlanden und in Belgien/ Luxemburg ist durch die wichtigen Transithäfen in diesen Ländern (Antwerpen, Rotterdam) bedingt.

DMC und DMI in Europa, 2000

G 16



Quelle: BFS, Eurostat 2002

© Bundesamt für Statistik (BFS)

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Informationen, die uns die Materialflussindikatoren auf Grundlage der Materialflussanalyse liefern, sind neu und bieten eine andere Sichtweise als die klassischen Umweltindikatoren. Sie erlauben einen Überblick über die physische Dimension der Wirtschaft. Die ersten provisorischen Ergebnisse, die hier präsentiert werden, beziehen sich auf die direkten Inputflüsse in den schweizerischen Wirtschaftsraum, die anthropogenen Lager sowie ansatzweise die indirekten Flüsse.

Da auf europäischer Ebene schon viele Länder Materialflussanalysen einsetzen, können Indikatoren wie der DMI oder DMC auf internationaler Basis miteinander verglichen werden. Mit einem DMC von 12,7 und einem DMI von 14,4 Tonnen pro Einwohner für das Jahr 2000 gehört die Schweiz zur Gruppe der Länder, deren wirtschaftliches Wohlbefinden eher auf Dienstleistungen basiert. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Schweiz ihre Materialien bei einer gesamtheitlichen Betrachtung besonders ressourceneffizient bewirtschaftet. Einerseits verfügt die Schweiz über keine grossen Schwerindustriekapazitäten und Primärressourcen (ausser den mineralischen Primärressourcen), welche im Vergleich zu den Dienstleistungsaktivitäten bedeutendere Materialflüsse auslösen würden. Andererseits werden ressourcenaufwändige beziehungsweise umweltbelastende Prozesse ins Ausland verlagert. Dies trifft beispielsweise für die industriellen Mineralien zu, welche grösstenteils in die Schweiz importiert werden müssen. Die mit der Produktion verbundene Ressourcenentnahme sowie der Energieverbrauch zur Gewinnung und Herstellung von Halbfertig- oder Fertigprodukten fallen somit im produzierenden Ausland an. Für eine gesamtheitliche Betrachtung müssen deshalb auch die mit den Importen gekoppelten indirekten Flüsse bestimmt werden. Nur so ist ein aussagekräftiger Vergleich auf internationaler Ebene möglich.

Die Weiterentwicklung der Materialflusskonten sollte sich deshalb zunächst auf die Inputseite konzentrieren, welche auch die indirekten Flüsse beinhaltet, sowie auf eine vertiefte Analyse der daraus hervorgehenden Indikatoren, welche beispielsweise ökonomischen Indikatoren gegenübergestellt werden können. Die Datengrundlagen auf der Outputseite und im Bereich der Lagerveränderungen sind noch sehr lückenhaft. Sie müssen ebenfalls ergänzt und verfeinert werden, um die entsprechenden Indikatoren daraus zu bilden. Liegen einmal vollständige Datensätze vor, ist eine aussagekräftige Beurteilung des physischen Metabolismus der Wirtschaft möglich. Verlagerungen der Belastungen zwischen den Umweltbereichen (durch die Analyse der Outputs) oder in andere Länder (durch die Analyse der indirekten Flüsse) werden damit erkennbar. Eine Desaggregation der Materialflüsse auf die sektorielle oder sogar Branchen Ebene sowie eine Erhebung der internen Recyclingflüsse tragen zudem zu einem besseren Verständnis des physischen Metabolismus bei. Da der damit verbundene Arbeitsaufwand erheblich ist, muss zunächst die Machbarkeit bezüglich der Datenerhebung überprüft werden.

Bis Anfang 2006 soll eine umfassende Materialflussrechnung für die Schweiz mit dem Schwerpunkt auf der Inputseite erarbeitet und publiziert werden. Im Vordergrund stehen dabei das Schliessen von Datenlücken, methodische Anpassungen und eine Vertiefung der Datengrundlagen im Bereich der indirekten Flüsse. Zudem ist eine regelmässige Fortschreibung der Datengrundlagen vorgesehen.

Literaturverzeichnis

Baart et al. (2003): Eine Materialflussanalyse für die Schweiz, Wien, Austria.

Baccini et al. (1993a): METAPOLIS – Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. 34A. Eidgenössische Technische Hochschule-Zürich, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Zürich.

Baccini et al. (1993b): METAPOLIS – Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. Anhang (Teil B). 34A. Eidgenössische Technische Hochschule-Zürich, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Zürich.

BFE (2001): Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2000. In: Bulletin SEV/VSE (ed. Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen). Bundesamt für Energie, Bern.

BFS (2000): Schweizerische Verkehrsstatistik, Neuchâtel.

BFS (2005): Materialfluss in der Schweiz – Ressourcennutzung und Materialeffizienz – erste Ergebnisse.

BFS/BUWAL (2003): Wald und Holz in der Schweiz: Jahrbuch 2002: www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_wald/rubrik2/holzinfos/#sprungmarke5.

Bringezu S. and Schütz H. (2001a): Total material requirement of the European Union. Wuppertal Institute, EEA (European Environment Agency).

Bringezu S. and Schütz H. (2001b): Total material requirement of the European Union: Technical Part. Wuppertal Institute, EEA (European Environment Agency).

Bruck M. (1996): D•A•CH Bericht Schweiz: Backstein – Mauerwerk, Ökologische Bewertung von Backsteinen und Backstein-Aussenwandkonstruktionen. D•A•CH, Zürich.

BUWAL (1996): Abfallstatistik 1994. 52. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

BUWAL (1998): Abfallstatistik 1996. 90. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

BUWAL (2001): Bauabfälle Schweiz - Mengen, Perspektiven und Entsorgungswege. Umweltmaterialien 131/132, Bern.

BUWAL (2002a): Swiss Greenhouse Gas Inventory 2001. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Schweiz – www.klima-schweiz.ch

BUWAL (2002b): Abfallstatistik 2000. 152. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

BUWAL (2003): Abfallmengen und Recycling 2001 im Überblick, Bern, CH, http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/abfall/ueberblick_d.pdf.

BWL (2003): Bericht 2003 über die Pflichtlagerpolitik 2004-2007. Bundesamtes für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL), Bern, CH.

Cemsuisse (2001): Kennzahlen 2001. Verband der Schweizerischen Zementindustrie, Bern.

Düring A. (2003): Betonlager in Infrastrukturbauten. Diplomarbeit ETH Zürich, Zürich.

Eidg. Oberzolldirektion (2000): Schweizerische Aussenhandelsstatistik – Jahresstatistik 1999., Vol. I, II & III, Bern, CH.

Eidg. Oberzolldirektion (2001): Schweizerische Aussenhandelsstatistik – Jahresstatistik 2000., Vol. Veröffentlichung im Internet, Bern, CH, www.zoll.admin.ch/d/aussenhandel/zahlend.htm.

EUA (2002): Umweltsignale

EUA (2003): Die Umwelt in Europa: Der dritte Lagebericht

EUA (2004): Umweltsignale

EUROSTAT (2001): Economy-wide material flow accounts and derived indicators; a methodological guide. European Communities, Luxembourg.

EUROSTAT (2002): Material use in the European Union 1980-2000: Indicators and analysis. European Communities, Luxembourg.

EV (2001): Jahresbericht 2000. Erdöl-Vereinigung, Zürich.

EZV (2001): Aussenhandelsstatistische Ergebnisdatenbank SWISS-impex der Eidgenössischen Zollverwaltung, Bern.

FSKB (2001): Mitgliederumfrage des Fachverbandes der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie: Die Kiesbranche in Zahlen. FSKB, Bern.

Faist Emmenegger et al. (2003): Erdgas. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz (Ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.

Frischknecht et al. (1996): Ökoinventare von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. 3. Gruppe Energie – Stoffe - Umwelt (ESU), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich und Sektion Ganzheitliche Systemanalysen, PSI, Villigen, BFE (Hrsg.), Bern, CH.

Frischknecht R. and Jungbluth N. (2000): Graue Treibhausgas-Emissionen des Energie- und des Ernährungsektors der Schweiz: 1990 und 1998. Umwelt-Materialien No. 128.

Frischknecht R. and Faist Emmenegger M. (2003): Strommix und Stromnetz. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz (Ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH – www.ecoinvent.ch.

Gabathuler Ch., Wüest H. (1984): Bauliche Ressourcen und ihre Benützung, Lagebeurteilung und mögliche Veränderungspotentiale. ETH Forschungsprojekt MANTO, Zürich.

Gruhler K. et.al. (2002): Stofflich-energetische Gebäudesteckbriefe – Gebäudevergleiche und Hochrechnungen für Bebauungsstrukturen,. Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden.

IEA/OECD (2002): Energy Statistics of OECD Countries 1999-2000. International Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris.

ISIC (1992): Industrial commodity statistics yearbook, United Nations, New York.

Jungbluth (2000): Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums: Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz. Dissertation Nr. 13499. ETH Zürich.

Jungbluth N. (2003): Erdöl. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz (Ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.

Koerber, K. v., Männle, T., Leitzmann, C. (1999): Vollwert-Ernährung – Konzeption einer zeitgemäßen Ernährungsweise. Haug Verlag, Heidelberg.

Kündig R. et. al. (1997): Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz. Schweizerischen Geotechnische Kommission, ETH-Zentrum, Zürich.

Lichtensteiger (2004): Beton im Bauwerk Schweiz. Internes Projekt ARK-04, ETH/EAWAG, Dübendorf.

Maibach M., Peter D., Seiler B. (1995): Ökoinventar Transporte – Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Transportsystemen und den Einbezug von Transportsystemen in Ökobilanzen. 5001-34730, ISBN 3-9520824-5-7. INFRAS, Zürich.

MIPS (2003): Tabelle mit Werten für die Materialintensität von Materialien und Energieträgern, <http://www.wupperinst.org/Projekte/mipsonline/>.

Müller D. B. (1998): Modellierung, Simulation und Bewertung des regionalen Holzhaushaltes: Untersuchung zur Wald- und Holzbewirtschaftung in einer nachhaltigen Regionalentwicklung. Dissertation Nr. 13499. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich,.

OECD (2004): Recommendation of the council on material flows and resource productivity – April 21st 2004.

Redle M. (1999): Kies- und Energiehaushalt urbaner Regionen in Abhängigkeit der Siedlungsentwicklung. Dissertation Nr. 13108. ETH-Zürich, Zürich.

SAKO-1: System von Gesamtrechnungen und Satellitenkonten des Primärsektors, BFS

SBV (2002): Schweizerische Bauwirtschaft in Zahlen. Schweizerischer Baumeisterverband, Zürich.

Schneider J. (2002): Material- und Abfallbewirtschaftung des Systems Fahrbahn SBB. Diplomarbeit. ETH Zürich.

Society of Motor Manufacturers and Traders (2000): Accord automotive consortium on recycling and disposal; Interim Report; Motor-Show 2000; <http://www.smmmt.co.uk/downloads/news/3872.pdf>

SVGW (2000): Wasser-Statistik 2000. Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches, Zürich.

SVGW/SSIGE (2002): Technische Gasstatistik 2001 (CH und FL). Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), Zürich / Lausanne, http://www.svgw.ch/gas_info/gasstatistik2001.PDF.

USGS (1994): U.S. Geological Survey, Mineral industry reports by countries; Switzerland: Estimated Production of Mineral Commodities.

USGS (1998): U.S. Geological Survey, Mineral industry reports by countries; Switzerland: Estimated Production of Mineral Commodities

USGS (2003): U.S. Geological Survey, Mineral industry reports by countries; Switzerland: Estimated Production of Mineral Commodities

Wüest H., Hofer M. and Schweizer M. (1995): Kantonale Abfallplanung: Perspektiven Bauabfälle. Baudepartement des Kt. Aargau, Abt. Umweltschutz, Zürich.

Wüest H. et.al. (2000): Immo-Monitoring 2000: Baumarkt, Band 3, Verlag W&P, Zürich.

Anhänge

1 Güterkategorien der Aussenhandelsstatistik

TA1.1 Güterkategorien der Aussenhandelsstatistik (Eidg, Oberzolldirektion 2001) nach CTCI auf der Ebene Division und eigene Zuordnung zu Hauptkategorien in dieser Studie

Güterkategorie nach CTCI- Stufe Division	Kategorie
00 Lebende Tiere	Biomasse
01 Fleisch und Fleischwaren	Biomasse
02 Molkereierzeugnisse und Eier	Biomasse
03 Fische und Krebstiere	Biomasse
04 Getreide, Getreideerzeugnisse	Biomasse
05 Gemüse, Früchte	Biomasse
06 Zucker, Zuckerwaren, Honig	Biomasse
07 Kaffee, Tee, Kakao, Gewürze	Biomasse
08 Futtermittel	Biomasse
09 Andere Nahrungsmittel	Biomasse
11 Getränke	Biomasse
12 Tabak und Tabakwaren	Biomasse
21 Häute, Felle, Pelzfelle	Biomasse
22 Ölsaaten und ölhaltige Früchte	Biomasse
23 Rohkautschuk	Übrige
24 Kork und Holz	Biomasse
25 Papierzeug	Biomasse
26 Spinnstoffe	Biomasse
27 Mineralische Rohstoffe	Baumineralien
28 Metallurgische Erze und Metallabfälle	Industriemineralien
29 Andere tierische und pflanzliche Rohstoffe	Biomasse
32 Kohle, Koks, Briketts	Fossile Brenn- und Treibstoffe
33 Erdöl	Fossile Brenn- und Treibstoffe
34 Gas	Fossile Brenn- und Treibstoffe
41 Tierische Öle und Fette	Biomasse
42 Pflanzliche Öle, Fette	Biomasse
43 Tierische und Pflanzliche Öle	Biomasse
51 Organische Chemikalien	Übrige
52 Anorganische Chemikalien	Übrige
53 Farbstoffe, Gerbstoffe	Übrige
54 Medizinische und pharmazeutische Erzeugnisse	Übrige
55 Riechstoffe, Putzmittel	Übrige
56 Chemische Düngemittel	Übrige
57 Kunststoffe in Primärformen	Übrige
58 Kunststoffe in anderen Formen als Primärformen	Übrige
59 Chemische Erzeugnisse	Übrige
61 Leder, -waren, Pelzfelle	Biomasse
62 Kautschukwaren	Übrige
63 Kork- und Holzwaren	Biomasse
64 Papier, Pappe; Waren	Biomasse
65 Textilien	Übrige
66 Waren aus mineralischen Stoffen	Baumineralien
67 Eisen und Stahl	Industriemineralien
68 NE- Metalle	Industriemineralien
69 Metallwaren, a,n,g,	Industriemineralien
71 Kraftmaschinen	Übrige
72 Arbeitsmaschinen	Übrige
73 Metallbearbeitende Maschinen	Industriemineralien
74 Maschinen, a,n,g,	Übrige

Güterkategorie nach CTCI- Stufe Division	Kategorie
75 Büro- und EDV-Maschinen	Übrige
76 Nachrichtengeräte	Übrige
77 Elektrische Maschinen, a,n,g,	Übrige
78 Straßenfahrzeuge	Industriemineralien
79 Andere Transportmittel	Industriemineralien
81 Sanitäre Anlagen, Beleuchtung	Übrige
82 Möbel, Teile davon	Übrige
83 Koffer und Taschnerwaren	Übrige
84 Bekleidung, Zubehör	Übrige
85 Schuhe	Übrige
87 Meß- und Prüfapparate	Übrige
88 Fotografische und optische Apparate, Ausrüstung	Übrige
89 Sonstige Fertigwaren, a,n,g,	Übrige
93 Besondere Warenverkehrsvorgänge und Waren, nich	Übrige
94 Lebende Tiere, a,n,g,	Biomasse
95 Waffen	Übrige
96 Münzen	Übrige
97 Gold	Industriemineralien

2 Rohmaterialbedarf für die Zement-, Backstein- und Ziegelproduktion

TA2.1 Rohstoffbedarf, alternative Rohstoffe, Zementabsatz und Rohstofffaktoren (1998–2003)

Jahr	Rohstoffe für Klinker in Mio, Tonnen	Anteil alternative Rohstoffe in %	Klinkerproduktion (bei Klinkerfaktor: 0,85)	Zumahlstoffe in Mio, Tonnen	DE Zement in Mio, Tonnen	Rohstofffaktor (inkl, alternative Rohstoffe) für Klinkerproduktion	Rohstofffaktor (inkl, alternative Rohstoffe) für Zementproduktion	Rohstofffaktor (exkl, alternative Rohstoffe) für Zementproduktion
1998	4,740	9,4	3,074	0,542	3,616	1,54	1,46	1,34
1999	4,824	4,9	3,101	0,547	3,648	1,56	1,47	1,41
2000	5,193	2,4	3,323	0,586	3,909	1,56	1,48	1,45
2001	5,331	5,5	3,461	0,611	4,072	1,54	1,46	1,39
2002	5,155	1,9	3,328	0,587	3,915	1,55	1,47	1,44
2003	5,050	5,3	3,250	0,573	3,823	1,55	1,47	1,40
Mittelwert	5,049	4,90	3,256	0,575	3,831	1,55	1,47	1,40
Standard-abw.	0,227	2,67	0,148	0,026	0,174	0,01	0,01	0,04

TA2.2 Materialbedarf für Backsteinproduktion (Quelle Bruck, 1996)

Werke	Tonbedarf in g/kg Produkt	Zuschlagstoffe/Porosierungsmittel in g/kg Produkt
Werk 1	1400	64
Werk 2	1318	60
Werk 3	1470	46
Werk 4	1232	72
Werk 5	1056	0
Werk 6	1320	320
Werk 7	1410	67
Werk 8	1390	4,7
Werk 9	1420	113
Werk 10	1233	9,3
Werk 11	1723	54
Werk 12	1216	0
Mittelwert	1349	67,5
Standardabweichung	165	87

3 Berechnung der Baumateriallager

3.1 Berechnung der Baumateriallager im Hochbau

Die Berechnung der Lager für das Bezugsjahr 2000 erfolgte zunächst über die Hochrechnung der Bruttogeschossflächen (Wüest et. al. 2000) auf die Gebäudevolumina der einzelnen Gebäudekategorien

(Tabelle A3.1). Die eingesetzten Faktoren (Verhältnis Bruttogeschossfläche zu Geschossfläche; Geschosshöhe) basieren auf Literaturangaben (Gabathuler und Wüest, 1984).

T A3.1 Umrechnung der Bruttogeschossflächen auf die Gebäudevolumina nach Kategorien

Gebäudekategorie	Bruttogeschossfläche (BGF) 2000 in m ² (Immomonitoring 2000) ¹	Faktor BGF zu Geschossfläche ²	Geschosshöhe ²	Gebäudevolumen in m ³
Einfamilienhäuser	148 337 000	1,6	2,7	640 856 000
Übriges Wohnen	328 103 000	1,3	2,7	1 151 642 000
Büro	45 462 000	1,3	3,2	181 848 000
Verkauf	27 452 000	1,2	3,5	113 377 000
Gastgewerbe	17 568 000	1,4	3,0	75 367 000
Industrie/Lagerhäuser	146 931 000	1,1	5,0	815 467 000
Infrastruktur	86 129 000	1,1	4,0	382 413 000
Landwirtschaft	69 758 000	1,3	3,8	344 605 000
Total	869 740 000			3 705 533 000

¹ Wüest et. al. 2000 ² Gabathuler 1984

Die entsprechenden Bauvolumen wurden mit Hilfe der Dichten der einzelnen Gebäudekategorien

(Tabelle A3.2), welche auf Bauabfallstudien basieren (Wüest et al. 1995), in Massen umgerechnet.

T A3.2 Gebäudedichten nach Gebäudekategorien

Gebäudekategorie	Gebäudedichten in t/m ³ umbautes Gebäudevolumen
Einfamilienhäuser (EFH)	0,43
Mehrfamilienhäuser (MFH)	0,42
Dienstleistung (DLG)	0,39
Industrie/Lagerhäuser (IND)	0,22
Infrastruktur	0,43
Landwirtschaft (LWG)	0,19

Die Massen der einzelnen Baumaterialfraktionen wurden mit Hilfe der prozentualen Verteilung der Fraktionen nach Gebäudekategorie unterteilt. Die Asphalt- und

Kies/Sandmengen wurden mit Hilfe des spezifischen Verbrauchs pro Gebäudevolumen berechnet (Tabelle A3.4).

T A3.3 Prozentuale Verteilung der Materialien der einzelnen Gebäudekategorien

Gebäudekategorie	EFH	MFH	DLG	IND	LWG	Übrige
Beton	41,8	45,2	57,2	66,2	47,2	64,1
Mischabbruch	38,5	34,7	20,0	15,0	33,0	19,1
Brennbares in KVA	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
Holz	2,9	2,1	1,8	1,8	6,9	1,2
Metalle	1,1	1,3	3,0	4,8	2,5	2,0
Mineralische Fraktion	8,0	9,2	8,2	6,3	7,3	6,3
Rest vermischt	7,2	7,0	9,2	5,4	2,8	6,8
Total	100	100	100	100	100	100

T A3.4 Zusammenfassung der Lager im Hochbau nach Gebäudekategorien und Fraktionen in Mio. Tonnen

Gebäudekategorie	Materiallager	Kies + Sand	Asphalt	Beton	Mauerwerk	Holz	Metalle Fe, Al, CU	Gips, Glas, Keramik	Vermischte Materialien
Einfamilienhäuser	273	49,34	1,46	125,5	105,04	8,03	3,14	21,96	19,74
Übriges Wohnen	481	49,52	3,25	239,0	166,98	10,13	6,31	44,28	33,90
Büro	71	8,36	0,93	44,4	14,11	1,24	2,13	5,81	6,48
Verkauf	44	5,22	0,58	27,7	8,80	0,77	1,33	3,62	4,04
Gastgewerbe	29	3,47	0,39	18,4	5,85	0,51	0,88	2,41	2,69
Industrie/Lager	176	44,85	4,22	128,0	26,29	3,19	8,38	11,14	9,56
Landwirtschaft	64	25,85	1,34	33,3	21,20	4,40	1,61	4,66	1,78
Infrastruktur	166	72,66	9,13	117,2	31,75	2,06	3,29	10,50	11,26
Total	1 304	259,27	21,29	733,5	380,00	30,34	27,06	104,37	89,46

3.2 Berechnung der Baumateriallager im Tiefbau

Die Lager im Tiefbau wurden mit Hilfe der Strassen-, Gleis- und Leitungslängen und den dazugehörigen Profilen berechnet. Die Berechnungen sind sehr aufwändig, weil hier für jeden Bereich eine Vielzahl von Daten recherchiert werden müssen. Es handelt sich dabei um Abschätzungen die jeweils den Durchschnitt repräsentieren sollen. Zur Zeit wurde der Schwerpunkt auf die mineralischen Baustoffe gelegt, die anderen Materialien bedürfen einer nachträglichen Prüfung bezüglich ihrer Vollständigkeit.

3.2.1 Lager Strassen

Die Strassenlängen wurden der Schweizerischen Verkehrsstatistik 1996/2000 (BFS 2000) entnommen. Die Strassenbreiten, Schichtstärken basieren und Materialdichten basieren auf Literaturwerten (BUWAL 2001; Maibach et al. 1995) und eigenen Annahmen. In der Tabelle A3.5 sind die Materiallager in den Strassen inkl. Trottoirs und Parkplätze zusammengefasst.

T A3.5 Berechnung der Materiallager in den Strassen

Strassen	Länge in km	Breite in m	Fläche in m ²	Flächeanteil in %	Deck-/Trag- höhe in m	Bauvolumen in Mio. m ³	Dichte in t/m ³	Asphalt in Mio. t	Beton in Mio. t
Nationalstrassen	1 673	23	38,5	8,4	0,22	8,5	1,8	13,0	3,05
Kantonsstrassen	18 115	7	126,8	27,7	0,19	24,1	1,8	36,9	8,67
Gemeindstrassen	51 397	5,7	293,0	63,9	0,14	41,0	1,8	62,8	14,77
Summe			458,3	100,0	100	73,6		112,6	26,49
Parkplätze und Plätze ¹			0,14		0,14		1,8	3,5	
Trottoirs	9360	2	18,7		0,05		1,8	1,7	

¹Annahme: 2,5 m²/Einwohner

3.2.2 Lager Schienenverkehr (Bahn)

Die Daten zur Berechnung der Lager in den Bahntrassen wurden aus der schweizerischen Verkehrsstatistik 1996/2000 (BFS 2000) und einer Diplomarbeit der ETH

Zürich entnommen (Schneider 2002) und sind in der Tabelle A3.6 und A3.7 zusammengefasst.

T A3.6 Berechnung der Materiallager in der Bahninfrastruktur Gleislänge in km

Materialien	Lager in t/km	Lager in Tonnen	Aggregation	Lager in Mio. t
Schienen aus Stahl	111	1 319 000		
Weichen aus Stahl	16	190 200		
Stahlschwellen	38	451 800	Eisen/Stahl	1 961 700
Betonschwellen	108	1 284 000	Beton	1 284 000
Holzschwellen	62	737 100	Holz	737 100
Schotter	4 400	52 312 000	Kies/Schotter	99 868 000
Kiessande	4 000	47 556 000		
PVC (Schlagfest)	2,32	27 580	Kunststoff	27 580
Fahrleitung (Kupfer)	0,55	6 540	Kupfer	6 540
Fahrleitungsmasten (Stahl)	50	594 500	Eisen/Stahl	594 500

Die Materialmengen in den Kunstbauten für die Strasse und Bahn wurden auf Grundlage der Dissertation von

Redle (1999) und der Schweizerischen Verkehrsstatistik 1996/2000 (BFS 2000) berechnet.

T A3.7 Berechnung der Materialmengen in den Kunstbauten für Strassen

Kunstbauten für Strassenbau	Feste Anlagen in km bzw. Stück	Länge in m bzw. m ² /Stück (1)	Fläche in m ² (2)	Spezifischer Betonbedarf in t/m ²	Beton in Mio. t
Tunnel in km	164	30	4 924 500	2,2	10,8
Brücken in km	33	30	990 000	4,0	4,0
Unter-/Überführungen in Stk,	1840	500	920 000	2,4	2,2
Brücken in anderen Strassen	11 889		1 600 000	3,4	5,4
Total Beton					22,4
Total Stahl (Annahme 5% Anteil im Beton)					1,1

¹ Quelle: BFS 1996/2000

² Quelle: Redle 1999

T A3.8 Berechnung der Materialmengen in den Kunstbauten für Bahn

Kunstbauten für Schienenverkehr	Feste Anlagen in km bzw. Stück	Länge in m bzw. m ² /Stück (1)	Fläche in m ² (2)	Spezifischer Betonbedarf in t/m ²	Beton in Mio. t
Tunnel in km	365	15	5 469 000	2,2	4,0
Brücken in km	126	15	1 886 000	4,0	7,5
Unter-/Überführungen in Stk,	5720	300	1 716 000	2,4	4,1
Total Beton					15,6
Total Stahl (Annahme 5% Anteil im Beton)					0,8

¹ Quelle: BFS 1996/2000

² Quelle: Redle 1999

3.2.3 Lager Gasversorgung

Die Berechnung der Materiallager im Bereich der Orts-gasversorgung basieren auf den Angaben der techni-schen Gasstatistik (Leitungslängen; SVGW/SSIGE 2002). Für die Profile, Rohrdurchmesser und Wanddicken wur-den die Angaben aus der BUWAL-Publikation Bauabfälle Schweiz (BUWAL 2001) eingesetzt. Bei der regionalen

Verteilung wurden die Leitungslängen ebenfalls aus der technischen Gasstatistik entnommen. Für den spezifi-schen Materialbedarf (in t/km) wurden die Werte aus der Publikation Faist Emmenegger et al. (2003a) einge-setzt.

T A3.9 Berechnung der Materialmengen im Bereich der Ortsgasversorgung (Länge 11'315 km)

Ortsgasversorgung	Längenanteil in %	Länge in m	Rohrdurchmesser in m	Rohrwanddicke in m	Volumen in m ³	Dichte in t/m ³	Lager in Tonnen
Grauguss	3,4	528 000	0,2	0,02	16 445	7,85	129 000
Duktiler Guss	14,9	2 313 000	0,2	0,02	72 040	7,85	566 000
Stahl	16,4	2 551 000	0,2	0,02	79 453	7,85	624 000
Stahl kath. geschützt	23,0	3 578 000	0,2	0,02	111 439	7,85	875 000
Kunststoff HDPE	35,8	5 577 000	0,2	0,02	173 699	1,35	234 000
PE-Rohrrelining	3,7	580 000	0,2	0,02	18 064	1,35	24 000
Folien(Schlauchrelining)	2,4	375 000	0,2	0,02	11 680	1,35	16 000
Sonstiges	0,4	48 000	0,2	0,02	1 495		
Bettung Sand						450 ¹	5 092 000
Bettung Betonkies						130 ¹	1 471 000

¹kg/m

T A3.10 Berechnung der Materialmengen im Bereich der regionalen Gasversorgung

Gasversorgung Regionale Verteilung	Material	Länge in km	Spezifischer Betonbedarf in t/m	Lager in Tonnen
Gasleitung HD >5 bar	Stahl	2 147	41	88 027
Gasleitung HD 1-5 bar	Stahl	1 408	31	43 648
Gasleitung HD 1-5 bar	Duktiler Guss	88	35	3 080
Gasleitung HD 1-5 bar	Polyethylen	1 251	4	5 004
Gasleitung MD 0,1-1 bar	Stahl	355	19	6 745
Gasleitung MD 0,1-1 bar	Grauguss	2	24	48
Gasleitung MD 0,1-1 bar	Duktiler Guss	98	24	2 352
Gasleitung MD 0,1-1 bar	Polyethylen	680	3	2 040
Rohrbettungsstoffe >1	Sand	4 894	1 000	4 894 000
Rohrbettungsstoffe 0,1-1bar	Sand	1 135	600	681 000
Rohrbettungsstoffe >1	Zement	4 894	26	127 244
Rohrbettungsstoffe 0,1-1bar	Zement	1 135	26	29 510

3.2.4 Lager Wasserversorgung

Die Berechnung der Materiallager im Bereich der Wasserversorgung basieren auf den Angaben der Wasserstatistik (Leitungslängen; SVGW 2000). Für die Profile,

Rohrdurchmesser und Wanddicken wurden die Angaben aus BUWAL (2001) eingesetzt.

T A3.11 Berechnung der Materialmengen im Bereich der Wasserversorgung

Materiallager in der Wasserversorgung	Längenanteil in km	Rohrdurchmesser in m	Rohrwanddicke in m	Volumen in m ³	Dichte in t/m ³	Lager in Tonnen
Grauguss	17 107	0,18	0,015	132 947	7,85	1 043 634
Duktiler Guss	19 142	0,18	0,015	148 762	7,85	1 167 782
Stahl	2 970	0,4	0,02	70 876	7,85	556 377
PE	5 146	0,15	0,01	22 622	1,35	30 539
Sonstiges	9 076	0,15	0,02	74 096	1,35	100 030
Bettung Sand	53 441				450 kg/m	24 048 450
Bettung Betonkies	53 441				130 kg/m	6 947 330

3.2.5 Lager Wasserentsorgung

Die Berechnung der Materiallager im Bereich der Wasserversorgung basieren auf den Angaben Wüest & Partner (2000). Für die spezifischen Leitungslängen, Profile,

Rohrdurchmesser und Wanddicken wurden die Angaben aus BUWAL (2001) eingesetzt.

T A3.12 Berechnung der Materialmengen im Bereich der Wasserversorgung (Länge: 57'638 km)

Wasserentsorgung	Verteilung der Länge auf Materialien in %	Länge m	Rohrdurchmesser in m	Rohrdicke in m	Volumen in m ³	Dichte in t/m ³	Lager t
PVC	13,0	7 479 000	0,30	0,01	68 000	1,35	92 000
PE	21,4	12 363 000	0,30	0,01	113 000	1,35	152 000
Guss	7,2	4 129 000	0,50	0,03	183 000	7,85	1 435 000
Faserzement	8,5	4 884 000	0,60	0,05	422 000	2,40	1 013 000
Steinzeug	13,6	7 833 000	0,40	0,05	430 000	2,40	1 033 000
armierter Beton	36,3	20 951 000	0,75	0,08	3 330 000	2,40	7 993 000
Beton/Schleuderbeton		57 638 000	0,65	0,08	7 805 000	2,40	18 732 000
Bettung (Beton)			1,05	0,30	18 156 000	2,40	43 574 000

3.2.6 Lager Stromnetz

Die Berechnung der Materiallager im Bereich der Stromversorgung basieren auf den Angaben aus der Publikation (Frischknecht & Faist Emmenegger 2003). Sowohl

Leitungslängen als auch der spezifische Materialverbrauch wurden aus dieser Publikation entnommen und zur Berechnung eingesetzt.

T A3.13a Berechnung der Materiallager im Bereich Kabelleitung (Leitungslänge 230'190 km)

	Niederspannung 207'000 km		Mittelspannung 22'240 km		Hochspannung 950 km		Summe der Lager in t
	Material in t/km	Lager in t	Material in t/km	Lager in t	Material in t/km	Lager in t	
Kupfer	1,5	310 500	1,4	31 136	4	3 800	345 000
PVC	0,8	165 600	0,3	6 672	1	950	173 000
PE	0,1	20 700	0,1	2 224	1	950	24 000
Stahlblech	0,1	20 700	0,1	2 224		0	23 000
Stahlrohr	0,3	62 100	1,0	22 240	2	1 900	86 000
Blei	0,3	62 100	0,8	17 792	2	1 900	82 000

T A3.13b Berechnung der Materiallager im Bereich Freileitung (Leitungslänge 109'993 km)

	Niederspannung 280'000 km		Mittelspannung 80'000 km		Hochspannung 40'000 km		Summe der Lager in t
	Material in t/km	Lager in t	Material in t/km	Lager in t	Material in t/km	Lager in t	
Kupfer	0,5	140 000	1,5	120 000	0	0	260 000
Alu-Legierung	0	0	0,5	40 000	1,5	60 000	100 000
Stahl	0	0	0	0	0,5	20 000	20 000

T A3.14 Lager im Bereich der Freileitungsmasten

Freileitungsmasten	Anzahl Freileitungsmasten	Material t/Mast	Lager in t
Holz	2 400 000	1,7	4 080 000
Beton	72 000	10	720 000
Stahlfachwerk	18 000	15	270 000
Andere: 50% Beton 50% Stahl	198 000	10	1 980 000

T A3.15 Lager im Bereich der Formsteine für die Kabelleitungen

Formsteine für Kabel	Länge in m	Breite m	Höhe in m	Nutzfläche in m ²	Dichte in t/m ³	Betonlager in t
Nieder- und Mittelspannung	229 240	0,275	0,18	0,02475	2,4	13 617 000
Hochspannung	950	0,4	0,22	0,044	2,4	100 000
Beleuchtung	37 079	0,15	0,18	0,0135	2,4	1 201 000

T A3.16 Kupfer- und Stahllager im Bereich der Transformatoren

Material Transformatoren	Anzahl	Kupfer pro Anlage in t	Eisen/Stahl pro Anlage in t
Leistung < 2.5 MVA	45 000	1	2,3
Leistung > 50 MVA	800	10	24
Leistung 2.5-50 MVA	200	20	50

3.2.7 Lager Wasserreservoirs und Kläranlagen

Die Lagerabschätzungen basieren auf eigenen Annahmen. Das totale Reservoirvolumen kann aus der Wasserstatistik entnommen werden (SVGW 2000) und das

durchschnittliche Reservoir berechnet werden. Die Abschätzung des Betonbedarfes wird dann über die durchschnittliche Kubatur berechnet (Tabelle A3.17).

T A3.17 Abschätzung der Materiallager im Bereich der Wasserreservoirs

Materialeinsatz für Wasserreservoirs	Reservoirvolumen in m ³	Inhalte m ³ /Reservoir	Betonbedarf t Beton/m ³	Dichte in t/m ³	Betonlager in t
Beton	3 220 000	1 900	0,16	2,4	1 236 000

Annahmen: Reservoir ist ein Würfel mit 12 m Kantenlänge ==>900m² Oberfläche; Wanddicke 0,33m ==>300m³ Beton==>0,16m³ Beton/m³ Reservoirvolumen

Für die Abschätzung des Betonlagers in Kläranlage wurde ein spezifischer Betonbedarf von 200 kg/Einwohner eingesetzt. Die grobe Abschätzung basiert auf einer durchschnittlichen Kläranlage mit den gängigen Reini-

gungsstufen, bei welcher der Betonbedarf über die Beckengrößen abgeschätzt wurde und auf die Anzahl angeschlossener Bewohner skaliert wurde. Damit ergibt sich ein Betonlager von 1,44 Mio. Tonnen.

3.2.8 Zusammenfassung der Lager im Tiefbau

Die in den Kapiteln 3.2.1 bis 3.2.7 berechneten Lager sind in der Tabelle A3.18 zur besseren Übersicht nochmals zusammengefasst.

T A3.18 Zusammenfassung der Materiallager im Tiefbau nach Fraktionen

Lager in den Strassen	Asphalt	Kies+Sand	Beton	Eisen		
Nationalstrassen	12 955 000	41 567 000	3 048 000	167 000		
Kanonsstrassen	36 862 000	91 299 000	8 673 000			
Gemeindestrassen	62 753 000	158 200 000	14 765 000			
Andere Strassen und Wege		57 600 000				
Parkplätze	3 538 000	7 582 000				
Gehsteige	1 685 000	10 109 000				
Kunstabauten			22 442 000	1 122 000		
Lager Schienenverkehr	Kies+Sand	Beton	Eisen	Kupfer	Holz	Kunststoff
Schwellen		1 284 000	1 962 000		737 000	
Kunstabauten		15 671 000	784 000			
Schotter/Kies/Sand	99 868 000					
Oberleitungen			594 000	6 500		
Diverses						27 600
Lager Gasversorgung	Kies+Sand	Beton	Eisen	Kunststoff		
Rohre				2 481 000	289 000	
Bettungen	10 667 000	1 628 000				
Lager Wasserversorgung	Kies+Sand	Beton	Eisen	Kunststoff		
Rohre				2 768 000	31 000	
Reservoir			1 236 000			
Bettung Kies	24 048 000					
Bettung Betonkies			6 947 000			
Lager Abwasserentsorgung	Beton	Eisen	Kunststoff			
Rohre	28 770 000		1 755 000	244 000		
Bettung	43 574 000					
Kläranlage	1 440 000					
Lager Stromversorgung	Beton	Eisen	Kupfer	Alu	Holz	Kunststoff
Kabelleitungen		109 000	345 000			197 000
Freileitungen		20 000	260 000	100 000		
Freileitungsmasten	1 710 000	1 260 000			4 080 000	
Formsteine	14 919 000					
Transformatoren		130 000	689 000			

3.2.9 Berechnung der Eisenlager

Die Berechnungen der Eisenlager im Hoch- und Tiefbau basieren auf den oben angegebenen Berechnungen. Die Lager in den Mobilien d.h. Fahrzeuge, Lokomotiven,

Bahnwagens usw. wurden aufgrund der Fahrzeugzahlen und der Gewichte pro Fahrzeug berechnet.

T A3.19 Berechnung der Eisen- und Stahllager in den Fahrzeugen

Fahrzeugart	Anzahl Fahrzeuge im Jahr 2002	Eisengehalt in kg/Fahrzeug	Totales Eisenlager in Tonnen
Personenwagen	3 700 951	780 ¹	2 887 000
Leichte Motorwagen	25 138	3 000	75 400
Schwere Motorwagen	1 288	6 666	8 600
Gesellschaftswagen	5 746	6 666	38 300
Kleinbusse	9 398	3 000	28 200
Gelenkbusse	831	6 666	5 500
Sachtransporter	290 142	4 330	1 256 000
Landwirtschaftliche Fahrzeuge	180 063	6 706	1 208 000
Industrielle Fahrzeuge	50 227	6 706	337 000
Motorräder	429 191	140 70	60 000
Kleinmotorräder	106 612	35	7 500
Andere	9 329	2 838	300
Anhänger	302 988		860 000
Total in Tonnen			6 771 800

¹ Quelle: Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT): ACORD AUTOMOTIVE CONSORTIUM ON RECYCLING AND DISPOSAL; Interim Report; Motor-Show 2000; <http://www.smmmt.co.uk/downloads/news/3872.pdf>

T A3.20 Berechnung der Eisen- und Stahllager im Schienen-, Bus- und Schiffsverkehr

Fahrzeugart	Anzahl Fahrzeuge im Jahr 2002	Eisengehalt in kg/Fahrzeug	Totales Eisenlager in Tonnen
Tram (Triebwagen)	632	16 700	10 600
Anhänger	224	10 000	2 200
Lokomotiven	1 373	56 860	78 100
Triebwagen	897	56 860	51 000
Personenwagen	5 157	35 000	180 500
Gepäck-/Postwagen	1 012	35 000	35 400
Güterwagen	22 229	15 000	333 400
Trolleybusse	618	6 666	4 100
Güterschiffe	95	752 440	71 500
Hochseeschifffahrt	16	9 270 000	148 300
Total in Tonnen			915 100

4 Berechnungsfaktoren zur Abschätzung der indirekter Flüsse

4.1 Kategorie Biomasse

T A4.1 Berechnungsfaktoren zur Abschätzung indirekter Materialentnahmen (nach Jungbluth 2000)

Güterkategorie	Zusätzlicher Input	Indirekte Flüsse in t/t
00 Lebende Tiere	Futter	9,7
01 Fleisch und Fleischwaren	Futter	9,7
02 Molkereierzeugnisse und Eier	Futter	1,14
03 Fische und Krebstiere	Beifang	0,25
04 Getreide, Getreideerzeugnisse	Dünger	0,03
05 Gemüse, Früchte	Dünger	0,01
06 Zucker, Zuckerwaren, Honig	Zuckerrüben	7,0
07 Kaffee, Tee, Kakao, Gewürze	Dünger	0,03
08 Futtermittel	Dünger	0,03
09 Andere Nahrungsmittel	Dünger	0,03
12 Tabak und Tabakwaren	Dünger	0,03
21 Häute, Felle, Pelzfelle	Futter	1,14
22 Ölsaaten und ölhaltige Früchte	Pflanzenbau	2,5
24 Kork und Holz	Holzreste	0,15
41 Tierische Öle und Fette	Futter	9,7
42 Pflanzliche Öle, Fette	Pflanzenbau	2,5
43 Tierische und Pflanzliche Öle	Pflanzenbau	2,5
61 Leder, -waren, Pelzfelle	Futter	9,7
63 Kork- und Holzwaren	Holzreste	0,15
94 Lebende Tiere, a.n.g.	Futter	9,7

Zu erwähnen ist die Unterkategorie Zucker, bei der ein Faktor von 7 Tonnen Materialinput pro Tonne Zucker eingesetzt wird. Dieser erscheint hoch. Andere Quellen

geben aber noch höhere Werte für Zucker an (z.B. Koerber 1999).

4.2 Kategorie Baumineralien

T A4.2 Berechnung der HF-Koeffizienten für die Kategorien 27 und 66 der Handelsstatistik (Bezugsjahr 2000)

HF-Koeffizienten von importierten Gütern	CITC-Nummer	Importe in 1000 t Jahr 2000	HF-Koeffizienten in t/t inkl. Strom	Gewichtete HF-Koeffizienten in t/t
Kategorie 27: Mineralische Rohstoffe				
Werksteine	273,1	267	0,92	0,033
Gipsstein, Gips und Kalksteine	273,2	203	0,83	0,022
Natürliche Sande aller Art	273,3	1340	0,18	0,032
Feldsteine, Kies, zerkleinerte Steine	273,4	5575	0,18	0,134
Dolomit	278,23	21	0,44	0,001
Kaolin, kaolinhaltiger Ton	278,26	45	2,05	0,012
Bentonit	278,27	26	2,05	0,007
Ton	278,299	35	2,05	0,009
HF-Koeffizient für Kategorie 27		7512		0,251
Kategorie 66: Waren aus mineralischen Stoffen				
Zement (einschl. Zementklinker)	661,2	352	1,42	0,34
Waren aus Asphalt	661,81	23	0,36	0,01
Platten, Dielen, Fliesen, Blöcke	661,82	16	0,00	0,00
Asbestzement, Cellulosezement	661,83	13	0,71	0,01
Feuerfeste Steine und Baumaterial	662,3	46	1,42	0,04
Mauerziegel, Hourdis, Deckenziegel	662,41	96	1,11	0,07
Dachziegel, Schornsteinteile	662,42	22	1,11	0,02
Keramische Rohre, Rohrleitungen	662,43	2	1,88	0,00
Unglasierte keramische Fliesen	662,44	29	1,88	0,04
Glasierte keramische Fliesen	662,45	166	1,88	0,21
Waren aus Gips	663,31	146	0,83	0,08
Baublöcke, Mauersteine, Ziegel	663,32	302	0,69	0,14
Bauelemente, aus Zement, Beton	663,33	154	0,33	0,03
Waren aus Zement, Beton, Kunststein	663,34	86	0,33	0,02
HF-Koeffizient für Kategorie 66		1453		1,03

Der Beitrag der einzelnen HF-Koeffizienten der Unterkategorien zu den HF-Koeffizienten der Hauptkategorien (27, 66) wird aus den spezifischen HF-Koeffizienten der Unterkategorien (Spalte 4) und dem prozentualen Gewichtsanteil der Unterkategorie berechnet. Damit lässt sich das Gewicht der HF-Koeffizienten der einzelnen Güterkategorien gut zeigen (Spalte 5). Zur Berech-

nung der indirekten Flüsse im Bereich der Baumaterialien/Baumineralien wurde dann die Summe der gewichteten Güterkategorien eingesetzt. Das heisst, für die Kategorie 27 wurde ein Faktor von 0,25 eingesetzt und für die Kategorie 66 ein Faktor von 1,05 (1,05 Tonnen «hidden flow» pro Tonne importiertes Material).

4.3 Kategorie Industrielle Mineralien

T A4.3 Berechnung der HF-Koeffizienten für die Kategorie 68 (NE-Metalle) der Handelsstatistik (Bezugsjahr 2000)

HF-Koeffizienten von importierten Gütern	CITC-Nummer	Importe in 1000 t Jahr 2000	HF-Koeffizienten in t/t inkl. Strom	Gewichtete HF-Koeffizien- ten in t/t
Kategorie 68: NE-Metalle				
Silber in Rohform oder als Halbzeug	681,1	0,12	7500	1,88
Platin und Platinbeimetalle	681,2	0,15	320 300	98,97
Kupfer, auch raffiniert; Kupferanoden	682,1	11,19	178	4,16
Stangen und Profile, aus Kupfer	682,3	13,23	178	4,92
Draht aus Kupfer	682,4	57,00	178	21,16
Bleche und Bänder, aus Kupfer	682,5	32,00	178	11,92
Folien und dünne Bänder, aus Kupfer	682,6	3,00	178	1,14
Rohre, Rohrformstücke aus Kupfer	682,7	7,70	178	2,86
Nickel, Nickellegierungen, in Rohform	683,1	1,50	140	0,44
Nickel, Nickellegierungen, bearbeitet	683,2	1,40	140	0,42
Aluminium (-legierungen), in Rohform	684,1	136,00	18	5,13
Aluminium (-legierungen), bearbeitet	684,2	171,00	18	6,41
Blei und Bleilegierungen, in Rohform	685,1	7,00	15	0,21
Blei und Bleilegierungen, bearbeitet	685,2	1,10	15	0,03
Zink und Zinklegierungen, in Rohform	686,1	20,00	21	0,87
Zink und Zinklegierungen, bearbeitet	686,3	8,40	21	0,36
Zinn und Zinnlegierungen, in Rohform	687,1	0,82	8 486	14,62
Zinn und Zinnlegierungen, bearbeitet	687,2	0,24	8 486	4,34
Wolfram in Rohform; Wolframschrott	689,11	0,09	122	0,02
Molybdän in Rohform; Molybdänschrott	689,12	0,01	665	0,01
Tantal in Rohform, und Tantalschrott	689,13	0,01	0	0,00
Magnesiumabfälle, Magnesiumschrott	689,14	0,02	0	0,00
Magnesium in Rohform	689,15	5,60	0	0,00
Cobaltmatte und Cobaltschrott	689,81	0,23	0	0,00
Cadmium in Rohform; Cadmiumschrott	689,82	0,01	0	0,00
Titan in Rohform; Titanschrott	689,83	0,04	232	0,02
Zirconium in Rohform; Zirconiumschrott	689,84	0,04	0	0,00
Unedle Metalle	689,9	0,83	0	0,00
HF-Koeffizient für Kategorie 68		479,00		179,91

5 Abkürzungen

	Deutsch	English
BIP	Bruttoinlandprodukt	Gross domestic product
DEU	Genutzte inländische Gewinnung	domestic extraction used
DMC	Inländischer Material Konsum	domestic material consumption
DMI	Direkter Material Input	direct material input
EUROSAT	Statistisches Amt der Europäischen Union	Statistical Office of the European Communities
MFA	Materialflusskonten	material flow account
NAS	Netto-Bestandeszuwachs	net additions to stock
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit	Organisation for Economic Co-operation and Development
PTB	Physische Handelsbilanz	physical trade balance
TMR	Totaler Material Bedarf bzw. globaler Materialaufwand	total material requirement
UDE	Ungenutzte inländische Gewinnung	unused domestic extraction

Publikationsprogramm BFS

Das Bundesamt für Statistik (BFS) hat – als zentrale Statistikstelle des Bundes – die Aufgabe, statistische Informationen breiten Benutzerkreisen zur Verfügung zu stellen.

Die Verbreitung der statistischen Information geschieht gegliedert nach Fachbereichen (vgl. Umschlagseite 2) und mit verschiedenen Mitteln:

<i>Diffusionsmittel</i>	<i>Kontakt</i>
Individuelle Auskünfte	032 713 60 11 info@bfs.admin.ch
Das BFS im Internet	www.statistik.admin.ch
Medienmitteilungen zur raschen Information der Öffentlichkeit über die neusten Ergebnisse	www.news-stat.admin.ch
Publikationen zur vertieften Information (zum Teil auch als Diskette/CD-Rom)	032 713 60 60 order@bfs.admin.ch
Online-Datenbank	032 713 60 86 www.statweb.admin.ch

Nähere Angaben zu den verschiedenen Diffusionsmitteln liefert das laufend nachgeführte Publikationsverzeichnis im Internet unter der Adresse www.statistik.admin.ch → Aktuell → Publikationen.

Raum und Umwelt

Publikationen der Umweltgesamtrechnung:

Materialfluss in der Schweiz – Ressourcennutzung und Materialeffizienz – Erste Ergebnisse

Neuchâtel 2005, 8 Seiten, Gratis – Bestellnummer: 689-0500

Die umweltbezogenen Abgaben

Neuchâtel 2003, Gratis - Bestellnummer: 563-0100

Umweltbezogene Abgaben in der Schweiz 1990-2000

Neuchâtel 2001, 73 Seiten, Fr. 9.– (exkl. MwSt) – Bestellnummer: 472-0000

Der ökoindustrielle Sektor in der Schweiz – Schätzung der Anzahl Beschäftigter und des Umsatzes 1998

Neuchâtel 2000, 51 Seiten, Fr. 8.– (exkl. MwSt) – Bestellnummer: 383-9800

Umweltausgaben und -investitionen in der Schweiz 1992/93 – Ergebnisse einer Pilotstudie

Bern 1996, 32 Seiten, Fr. 5.– (exkl. MwSt) – Bestellnummer: 174-9300

Aktuellste Publikationen der Umweltberichterstattung:

Umweltstatistik Schweiz Nr. 13 – Nationale Schutzgebiete und ihre Nutzung

Neuchâtel 2004, 31 Seiten, Fr. 9.– (exkl. MwSt) – Bestellnummer: 141-9413

Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2005

BFS; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

Neuchâtel 2005, 34 Seiten, Gratis – Bestellnummer: 521-0500

Umwelt Schweiz 2002

Neuchâtel/Bern 2002, 322 + 354 Seiten, Fr. 28.– (exkl. MwSt) – Bestellnummer: 319-406d

Allgemeine Auskünfte zur Umweltstatistik:

BFS, Sektion Umwelt und nachhaltige Entwicklung, Tel: 032 713 61 80

E-mail: umwelt@bfs.admin.ch

www.environment-stat.admin.ch

Die Produktion und der Konsum der menschlichen Gesellschaften sind eng verbunden mit der Nutzung der natürlichen Ressourcen unseres Planeten. Es besteht also ein Zusammenhang zwischen der Menge der verbrauchten Materialien und den dadurch verursachten Umweltbelastungen, denn diese Materialien gelangen früher oder später in Form von Abfällen oder Emissionen wieder in die Umwelt zurück. Das bedeutet, dass eine Entmaterialisierung der Wirtschaft von entscheidender Bedeutung ist, wenn sich unsere Industriegesellschaften nachhaltiger entwickeln sollen. Die Materialflussrechnung ermöglicht dementsprechend ein quantitatives Erfassen des ‚physikalischen Metabolismus‘ der Wirtschaft, die Analyse seiner Struktur und die Beobachtung seiner Entwicklung im Laufe der Zeit. Sie liefert aber auch Hinweise zur Produktivität der Ressourcen. Schliesslich können durch die Materialflussrechnung auch die Umweltbelastungen durch unsere Importe erfasst und ihre Konsequenzen analysiert werden.

Welche Menge an Ressourcen wird jährlich benötigt, um den Verbrauch in der Schweiz zu decken? Welcher Anteil dieser Ressourcen ist erneuerbar? Ist das Wirtschaftswachstum mit einer Zunahme des Ressourcenverbrauchs verbunden?

Die Materialflussrechnung gibt Antwort auf eben diese und andere Fragen. Die vorliegende Studie ermöglichte es, die Erstellung eines Materialflusskontos für die Schweiz auf ihre Machbarkeit zu prüfen, etwaige methodische Probleme zu identifizieren und die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der notwendigen Daten zu untersuchen. Einige Indikatoren wurden bereits erzeugt, erste Resultate vorgestellt und zweckmässige zukünftige Entwicklungen aufgezeigt.

Bestellnummer

672-0500-05

Bestellungen

Tel.: 032 713 60 60

Fax: 032 713 60 61

E-Mail: order@bfs.admin.ch

Preis

Fr. 8.– (exkl. MwSt)

ISBN 3-303-02089-2