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

OFS BFS UST

ACTUALITÉS OFS
BFS AKTUELL
ATTUALITÀ UST

2 Espace et environnement
Raum und Umwelt
Territorio e ambiente

Neuchâtel, Januar 2005

Materialfluss in der Schweiz

Ressourcennutzung und Materialeffizienz

Erste Ergebnisse

Auskunft:

Anne-Marie Mayerat Demarne, BFS, Sektion UWN, Tel.: 032 713 67 40
E-Mail: anne-marie.mayerat@bfs.admin.ch

Bestellnummer: 689-0500

© BFS

Espace de l'Europe 10
CH-2010 Neuchâtel
http://www.statistik.admin.ch

Materialfluss in der Schweiz

Jährlich werden über 14 Tonnen Materialien pro Einwohnerin oder Einwohner verbraucht, wovon rund ein Viertel erneuerbar ist.

Grundprinzip: Nichts geht verloren

Die Produktion und der Konsum der menschlichen Gesellschaft hängen mit der Nutzung der natürlichen Ressourcen unseres Planeten zusammen. Diese Ressourcen sind teilweise limitiert oder nicht erneuerbar, sodass deren Verarbeitung oder Verwertung negative Folgen für die Umwelt haben kann.

Die Wirtschaft verwendet Rohstoffe, die in der Schweiz gewonnen oder aus dem Ausland importiert werden, sowie importierte verarbeitete Materialien und importierte verarbeitete Erzeugnisse (nachstehend allgemein «Materialien» genannt). Ein Teil der gewonnenen Materialien wird nicht verwertet, sondern lediglich umgelagert (z.B. Abtragung von Steinbrüchen). Dies beeinflusst die lokale Umwelt. Bestimmte Materialien werden jahrelang z.B. in Gebäuden gebunden. Andere werden nach der Verarbeitung exportiert. Nach der Verwertung kehrt das Material schliesslich als Emissionen in die Luft und ins Abwasser oder in Form von Abfällen zur Deponierung in die Umwelt zurück.

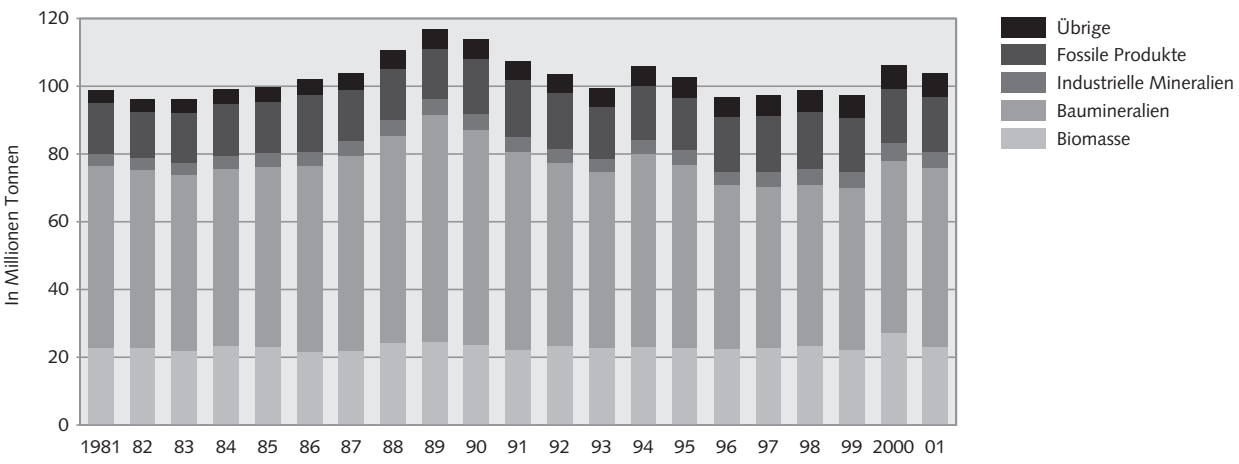
Die Flüsse des Materialinputs, des Materialoutputs und der Materiallager werden in den Materialflusskonten quantifiziert[1].

Jährlich werden rund 100 Millionen Tonnen Material verwertet

2001 betrug der direkte Materialinput (DMI – Direct Material Input[1] – ohne indirekte Flüsse) der Wirtschaft in der Schweiz rund 103 Millionen Tonnen, was 14,4 Tonnen pro Einwohnerin oder Einwohner entspricht.

Der DMI besteht grösstenteils aus Baumineralien (51%); die weiteren Anteile betragen: Biomasse (Landwirtschaftsprodukte, Holz usw.) 22%, fossile Produkte 15%, industrielle Mineralien 5% und «übrige» Produkte 7% (Grafik G1). Die vier ersten Kategorien umfassen die in der Schweiz gewonnenen Rohstoffe, die importierten Rohstoffe sowie die importierten verarbeiteten Erzeugnisse, die hauptsächlich aus diesen Rohstoffen bestehen.

DMI in der Schweiz zwischen 1981 und 2001
Gliederung nach Materialkategorie **G 1**



© Bundesamt für Statistik (BFS)

[1] Vgl. Methodik

Der Import von Konservendosen wird in der Kategorie Biomasse verbucht, während der Import von Metallrohren zu den industriellen Mineralien gehört. Die Kategorie «Übrige» umfasst verarbeitete und zusammengesetzte Erzeugnisse, die nicht eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden können. Es handelt sich dabei z.B. um Chemikalien, Möbel oder elektronische Geräte und Fotoapparate. Die Anteile der Biomasse, der Bauminerialen, der fossilen Produkte und der industriellen Mineralien sind in der Berichtsperiode Schwankungen unterworfen, während der Anteil der verarbeiteten und zusammengesetzten Erzeugnisse stetig gewachsen ist, nämlich von 4% im Jahr 1981 auf 7% im Jahr 2001.

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

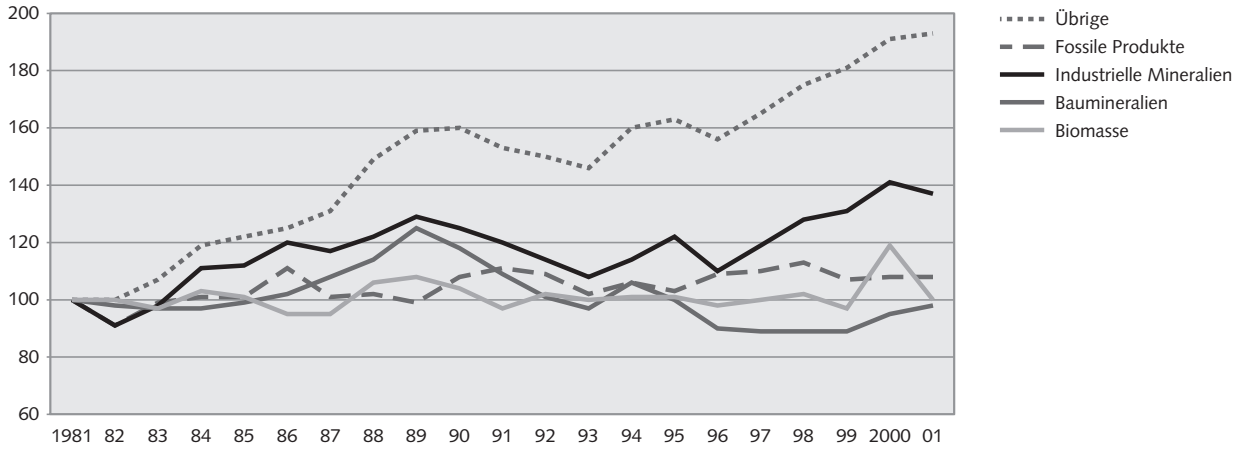
Die Schwankungen der Flüsse der verschiedenen Materialkategorien können auf konjunkturelle, strukturelle, meteorologische oder technologische Faktoren zurückgeführt werden. Die Menge der verwerteten Baumineralien hat beispielsweise Ende der Achtzigerjahre gleichzeitig mit dem Wirtschaftswachstum stark zugenommen. Die Entwicklung der Biomassenmenge hängt hingegen stärker mit den meteorologischen Bedingungen (Stürme, Überschwemmungen oder Trockenperioden) zusammen. Die Auswirkungen des Sturms Lothar (Ende 1999) sowie die dadurch ausgelöste starke Holzproduktion sind besonders im Jahr 2000 sichtbar. 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 G2). In künftigen Arbeiten müssen diese Trends eingehender analysiert werden.

An den Grenzen nehmen die Materialflüsse zu

Der Import von Materialien nimmt stetig zu und ist von 35 Millionen im Jahr 1981 auf 45 Millionen im Jahr 2001 gestiegen. Während dieser Anteil 1981 noch 36% des DMI ausmachte, lag er im Jahr 2001 nach einem stetigen Wachstum bei 43% (Grafik G3). Die Schweiz ist also für Materialien, die sie benötigt, zunehmend vom Ausland abhängig. Auch die Exporte haben zugenommen und sind von 5 Millionen Tonnen 1981 auf 14 Millionen Tonnen im Jahr 2001 gestiegen.

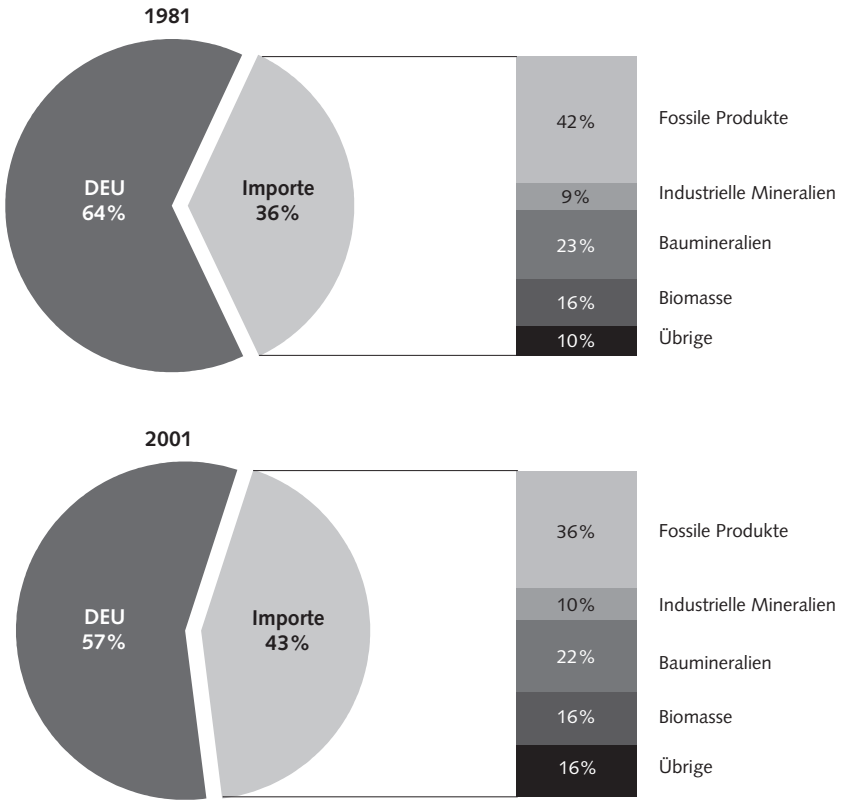
Der Anteil der fossilen Produkte bei den Importen ist zurückgegangen; 1981 waren es 42%, 2001 noch 36%. Dieser Rückgang lässt sich dadurch erklären, dass die Menge importierter fossiler Produkte im Vergleich zur Gesamtmenge importierter Materialien weniger stark angestiegen ist (8% gegenüber 25%).

Entwicklung des DMI in der Schweiz nach Materialkategorie
Index 1981 = 100 **G 2**



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Anteil der inländischen verwerteten Gewinnung (DEU) und der Importe (inkl. deren Komponenten) am DMI, 1981 und 2001 **G 3**



© Bundesamt für Statistik (BFS)

Die versteckten Flüsse

Nebst den oben erwähnten Flüssen müssen auch die in der Schweiz gewonnenen jedoch nicht verwerteten Materialien sowie die indirekten Flüsse, die im Wirtschaftssystem[1] nicht direkt sichtbar sind, berücksichtigt werden. Die indirekten oder versteckten Flüsse hängen mit den Importen (von Rohstoffen und verarbeiteten Erzeugnissen) zusammen. 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 diese nach und nach stattfindende Verlagerung der Umweltbelastung ins Ausland beobachtet werden kann. Diese zu beziffern, erweist sich jedoch als äusserst schwierig.

Fügt man die indirekten Flüsse und die ungenutzte inländische Gewinnung zum DMI hinzu, so erhält man den globalen Materialaufwand unserer Gesellschaft (TMR– Total Material Requirement[1]). Gemäss ersten Schätzungen ist der TMR in der Schweiz mindestens zweimal so gross wie der DMI.

Nimmt die Verwertung der Ressourcen ab?

Die Menge des direkten Materialkonsums (DMC – Direct material consumption[1]) entspricht dem DMI abzüglich der Exporte. Zwischen 1981 und 2001 ist der DMC in der Schweiz von 94 auf 90 Millionen Tonnen gesunken.

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

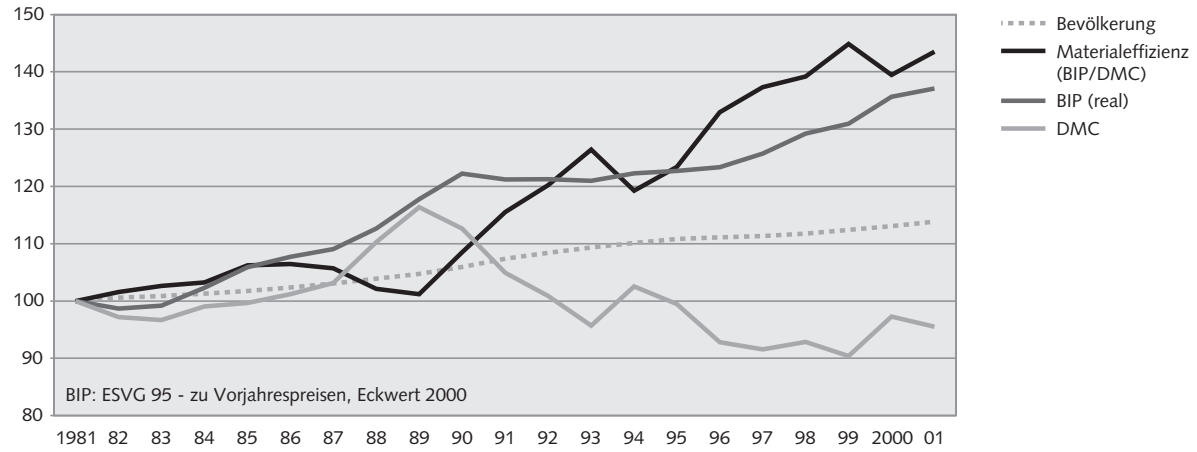
[1] Vgl. Methodik

Bis Ende der Achtzigerjahre bestand zwischen der – zuweilen starken – Zunahme des DMC und dem Wachstum des BIP ein Zusammenhang (Grafik G4). 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. Danach wuchs das BIP weiterhin und blieb der DMC relativ stabil, ausser im Jahr 2000, als er eine 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 dem wirtschaftlichen Resultat 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 wahrscheinlich auf eine Kombination unterschiedlicher Faktoren zurückzuführen: strukturelle Veränderung der Wirtschaft, Verlagerung von Aktivitäten mit hohem Materialaufwand hin zu Aktivitäten im Dienstleistungsbereich, die weniger Materialien erfordern, Effizienzgewinn in bestimmten Produktionsabläufen oder technischen Prozessen. Ausserdem trugen die Zunahme der Wiederverwertung und des Recyclings bestimmter Materialien sowie die Verlagerung der Industrieproduktion ins Ausland (Zunahme der Importe verarbeiteter Erzeugnisse) zu einer grösseren Materialeffizienz bei.

Dennoch belief sich der DMC 1991 noch immer auf 90 Millionen Tonnen, was rund 13 Tonnen pro Einwohnerin oder Einwohner entspricht, wobei weniger als ein Viertel aus erneuerbaren Materialien bestand.

Entwicklung des DMC, der Materialeffizienz, des (realen) BIP und der Bevölkerung Index 1981 = 100 **G 4**

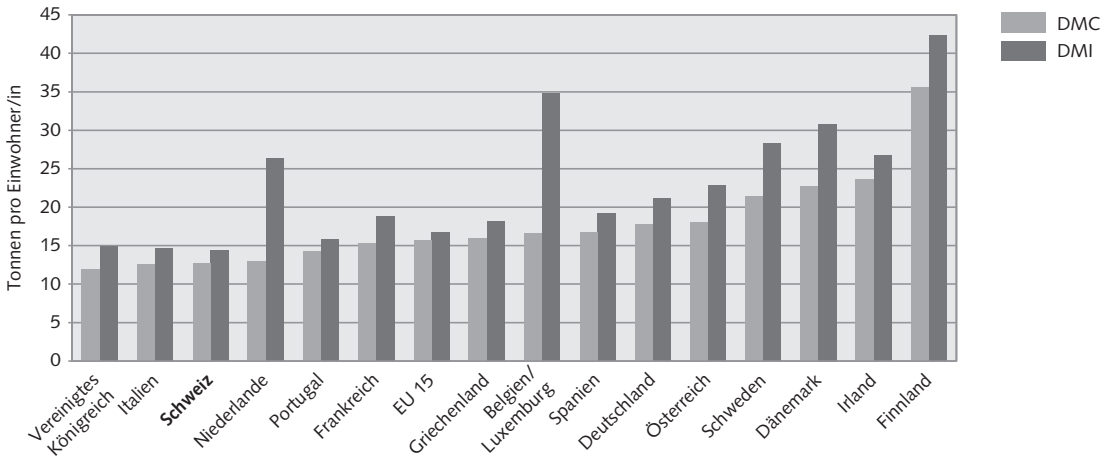


© Bundesamt für Statistik (BFS)

Internationaler Vergleich

Die Schweiz weist für die Indikatoren «DMI» und «DMC» pro Einwohnerin oder Einwohner ähnliche Werte wie die europäischen Länder auf (Grafik G5). Die Menge des Inputs hängt natürlich von der Grösse und Struktur der Wirtschaft eines Landes, von den Konsum- und Produktionsmodellen sowie von seiner Bevölkerungsdichte ab. Länder, deren wirtschaftliches Wohlbefinden eher auf Dienstleistungen basiert (z.B. das Vereinigte Königreich 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 in den Niederlanden und in Belgien/Luxemburg ist durch die wichtigen Transithäfen in diesen Ländern (Antwerpen, Rotterdam) bedingt.

DMC und DMI in Europa, 2000 **G 5**



Quelle: BFS, Eurostat 2002

© *Bundesamt für Statistik (BFS)*

Ein vielseitiges Instrument

Die Informationen, die uns die Materialflussindikatoren liefern, sind neu und bieten eine andere Sichtweise als die klassischen Umweltindikatoren. 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 und im vorliegenden Fall insbesondere über den Ressourceneinsatz.

Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Menge der verbrauchten Materialien und den verursachten Umweltbelastungen, da diese Materialien früher oder später in unterschiedlicher Form in die Umwelt zurückgelangen. Das bedeutet, dass eine Dematerialisierung der Wirtschaft für die nachhaltige Entwicklung unserer Industriegesellschaften von enormer Bedeutung ist.

Die ersten provisorischen Ergebnisse, die hier präsentiert werden, stammen aus der Machbarkeitsstudie des BFS und beziehen sich lediglich auf die direkten Flüsse in die Wirtschaft hinein (Inputs). Sie beruhen auf Arbeiten, die im Rahmen des BFS-Projektes zu den Umweltkonten durchgeführt werden.

Künftige Studien werden sich mit der Grösse der Materiallager, mit den Outputs und mit den indirekten Flüssen beschäftigen, um eine Gesamtsicht des physischen Metabolismus der Wirtschaft zu bilden, oder um allfällige Verlagerungen der Belastungen zwischen den Umweltbereichen (durch die Analyse der Outputs) oder in andere Länder (durch die Analyse der indirekten Flüsse) zu beobachten.

Ein Auszug aus der Machbarkeitsstudie wird im Frühling 2005 auf der Internetseite des BFS veröffentlicht. Ab 2006 wird ein umfassenderes Materialflusskonto für die Schweiz verfügbar sein.

Literatur

EUROSTAT 2001: Economy-wide material flow accounts and derived indicators – a methodological guide

EUROSTAT 2002: Material use in the European Union 1980-2000

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

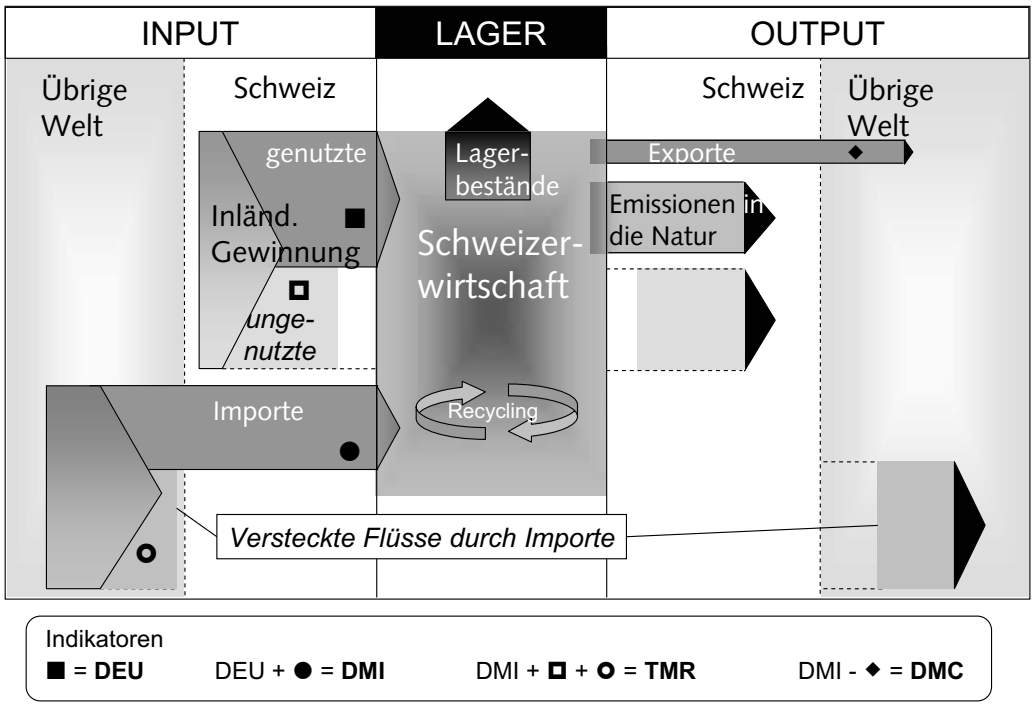
Methodik

Die Materialflusskonten oder MFA (für Material Flow Account) erheben 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 die Outputmenge also mehr oder weniger direkt. Die Flüsse werden in Tonnen gemessen, unabhängig von der Materialart und von der Toxizität. Die angewandte Methode basiert auf dem Eurostat-Leitfaden (2001) und den OECD-Empfehlungen (2004).

Alle Materialien, die in das Wirtschaftssystem gelangen, d.h. in der Schweiz gewonnene Materialien, importierte Materialien und importierte verarbeitete Erzeugnisse, werden erfasst (Abbildung F1). Die Emissionen in 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.

Ein MFA erhebt ausserdem die indirekten Flüsse. Das 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. Die versteckten an die Importe gebundenen Flüsse bleiben zwar im Ausland, werden aber für die Schweizer Wirtschaft erzeugt. So können die von der Wirtschaft tatsächlich verursachten Umweltbelastungen quantifiziert werden.

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.

Die Daten stammen aus zahlreichen Statistiken des Bundes, des BFS oder anderer Ämter sowie aus Schätzungen, die auf verschiedenen Produktionsdaten basieren.

Schema der Materialflusskonten **F1**
(geändert nach Eurostat 2001 – Abb. 5)