



Actualités OFS
BFS Aktuell
Attualità UST



02 Raum und Umwelt

Neuchâtel, September 2015

Materialflusskonten

Der Material-Fussabdruck der Schweiz

Die Gesamtmenge der Rohstoffe, die in der Schweiz oder im Ausland zur Deckung der Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen in der Schweiz gewonnen werden, belief sich zwischen 2000 und 2012 auf durchschnittlich 136 Millionen Tonnen pro Jahr; dies entspricht rund 18 Tonnen pro Einwohnerin oder Einwohner. Diese Rohstoffe setzten sich zu 15% aus Biomasse, zu 17% aus Erzen, zu 24% aus fossilen Energieträgern und zu 44% aus Mineralien zusammen. Etwas weniger als die Hälfte dieser Rohstoffe wird in der Schweiz gewonnen. Diese ersten Schätzungen wurden vom Bundesamt für Statistik (BFS) gemäss einer von Eurostat, dem statistischen Amt der Europäischen Union, entwickelten Methode vorgenommen.

Um die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen der verschiedenen Wirtschaftsakteure (Haushalte, Unternehmen und Staat) zu decken, werden von der Gesellschaft Materialien gewonnen, importiert, verbraucht, gelagert, emittiert oder exportiert. Die Materialflusskonten erfassen alle auf diese Weise verursachten Flüsse in Tonnen.

Der *inländische Materialkonsum* (abgekürzt *DMC*, vom Englischen *Domestic Material Consumption*) ergibt sich aus der Summe der genutzten inländischen Gewinnung und der Importe von Materialien und Produkten, abzüglich der Exporte (G 1, linker Teil). Er entspricht also der Menge des in einem Land tatsächlich verbrauchten Materials. Dieser Indikator ist relevant für die Messung der potenziellen Umweltbelastungen in einem Land. Die Materialmenge, die jährlich in der Volkswirtschaft zirkuliert, gelangt entweder in Form von Abfällen oder Emissionen wieder in die Umwelt oder trägt zum Wachstum des Materiallagers der Gesellschaft bei (Infrastruktur und dauerhafte Güter).

Für die Berechnung des *DMC* werden diverse Flüsse berücksichtigt. Die genutzte inländische Gewinnung setzt sich per Definition aus Rohstoffen zusammen, während die

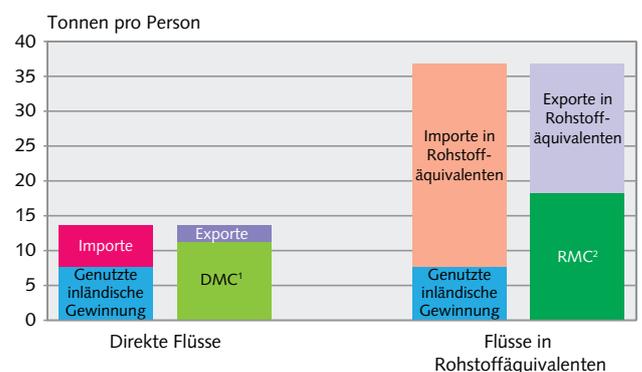
Importe und Exporte aus einer Mischung von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Fertigprodukten bestehen. Die ausgehend vom *DMC* durchgeführten Analysen sind daher mit Vorsicht zu betrachten. So geht beispielsweise die Auslagerung von ressourcenintensiven Herstellungsprozessen ins Ausland scheinbar mit einer Abnahme des Materialkonsums im Inland einher.

Material-Fussabdruck

Diese Einschränkung kann ausgeglichen werden, wenn die Importe und die Exporte in Rohstoffäquivalenten ausgewiesen werden (G 1, rechter Teil), das heisst, wenn die Menge aller Materialien berücksichtigt wird, die für die Herstellung und den Transport von Gütern und Dienstleistungen bis zum Grenzübertritt verwendet wird. Dies erlaubt,

Vergleich zwischen direkten Materialflüssen und Flüssen in Rohstoffäquivalenten, 2012

G 1



¹ DMC: Inländischer Materialkonsum
² RMC: Inländischer Rohstoffverbrauch

Quelle: BFS – Umweltgesamtrechnung

© BFS, Neuchâtel 2015

den *inländischen Rohstoffverbrauch* (abgekürzt *RMC*, vom Englischen *Raw Material Consumption*) – auch *Material-Fussabdruck* genannt – zu berechnen. Der *RMC* beschreibt den durch die inländische Endnachfrage¹ eines Landes verursachten Rohstoffverbrauch.

Die Flüsse in Rohstoffäquivalenten können nicht direkt gemessen und müssen daher modelliert werden. Es existieren verschiedene statistische Ansätze, um diese Flüsse zu schätzen. Unabhängig vom verwendeten Ansatz handelt es sich immer um eine Modellierung mit entsprechenden Einschränkungen und Unsicherheiten. Für diese Studie wurde eine Methode gewählt, die kürzlich von Eurostat (→ Methodik, Seite 4) entwickelt wurde und von der Schweiz im Sinne eines Pilotprojekts verwendet wird. Die hier präsentierten Ergebnisse sind also als Schätzungen zu verstehen.

Ein Fussabdruck von 18 Tonnen pro Einwohner/in

2012 betrug der *DMC* der Schweiz 96 Millionen Tonnen bzw. 12 Tonnen pro Einwohnerin oder Einwohner (t/Einw.). Der *RMC* wurde auf 146 Millionen Tonnen (G2) bzw. auf 18 t/Einw. (G1) geschätzt. Das Verhältnis von 1,5 zwischen *RMC* und *DMC* macht deutlich, wie wichtig es ist, die Flüsse in Rohstoffäquivalenten zu betrachten, gerade in einem Land wie der Schweiz, das bedeutende Handelsbeziehungen mit der ganzen Welt unterhält.

Auf der Inputseite belief sich die inländische Gewinnung von Rohstoffen im Jahr 2012 auf 62 Millionen Tonnen. Die Importe in Rohstoffäquivalenten wurden auf 234 Millionen Tonnen geschätzt. Dies entspricht 3,8 Mal der Menge der inländischen Gewinnung und 4,5 Mal der Menge der Importe, die tatsächlich die Grenze überquerten.

Die Summe aller Inputs entsprach somit 296 Millionen Tonnen bzw. 37 t/Einw. Seit dem Jahr 2000 hat sie absolut um 25% zugenommen, mit einem vorübergehenden Rückgang im Jahr 2009, der auf eine Konjunkturabschwächung infolge der weltweiten Finanzkrise zurückzuführen war.

Auf der Outputseite wurden im Jahr 2012 149 Millionen Tonnen bzw. 19 t/Einw. Rohstoffäquivalente exportiert, was mehr als der achtfachen Menge der direkten Exporte entspricht. Dieses Verhältnis ist höher als jenes bei den Importen, da die Exporte zu einem grösseren Anteil aus Fertigprodukten bestehen. Die Summe der Outputs ist seit dem Jahr 2000 absolut um 37% angestiegen.

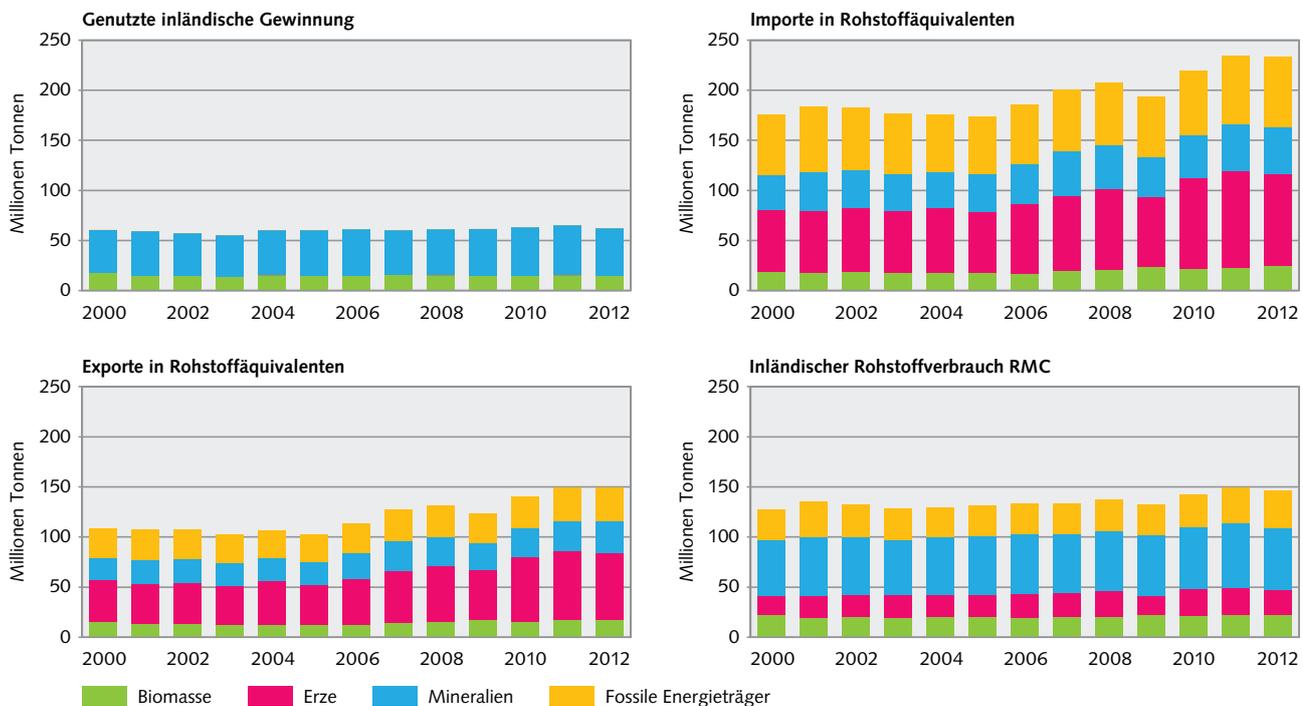
Ein grosser Teil der exportierten Rohstoffäquivalente kommt physisch nicht auf Schweizer Boden zustande, sondern steht mit den Importen im Zusammenhang und «passiert» das Land nur. So werden beispielsweise die Rohstoffäquivalente für die Gewinnung einer importierten Eisenstange, die in der Schweiz zu einer Werkzeugmaschine verarbeitet und anschliessend ausgeführt wird, ebenfalls exportiert.

Die Mineralien dominieren

Zwischen 2000 und 2012 stellten die nichtmetallischen Mineralien mit durchschnittlich 44% des Rohstoffverbrauchs das am meisten verbrauchte Material dar. Ihr Verbrauch ist in diesem Zeitraum von 55 auf 62 Millionen Tonnen angestiegen (G3), was einer Zunahme von 13% entspricht. Nichtmetallische Mineralien werden hauptsächlich in der Baubranche eingesetzt (Sand, Kies usw.). Auch die Industrie verbraucht diese Ressourcen (z.B. Herstellung von Mineraldüngern oder von Salzen), aber in geringerer Masse.

Flüsse in Rohstoffäquivalenten

G 2



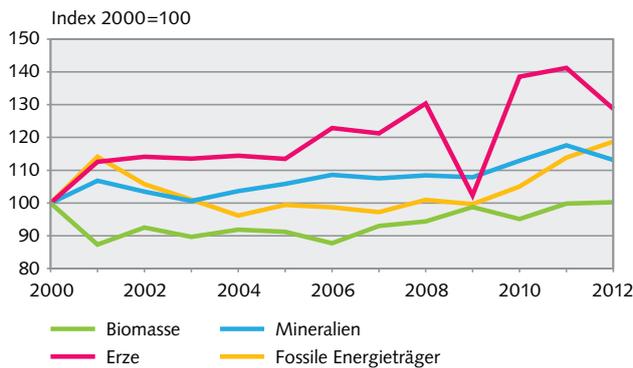
Quelle: BFS – Umweltgesamtrechnung

© BFS, Neuchâtel 2015

¹ Gemäss der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entspricht diese der Summe der Ausgaben der privaten Haushalte und des Staates für den Endverbrauch, der Bruttoanlageinvestitionen und der Vorratsveränderungen.

RMC nach Materialkategorie

G 3



Die Entwicklung des Verbrauchs dieser Mineralien ist somit vor allem durch die Nachfrage nach Wohnraum und Infrastruktur geprägt.

Die fossilen Energieträger (Erdöl, Erdgas, Kohle usw.) sind die zweitmeiste verbrauchte Materialart in der Schweiz und machen im Durchschnitt 24% des Verbrauchs in Rohstoff-äquivalenten aus. Der Verbrauch dieser Ressource ist hauptsächlich auf die inländische Energienachfrage zurückzuführen. Dazu kommt der Energiebedarf im Ausland für die Herstellung und den Transport der importierten Produkte. Die Endnachfrage nach petrochemischen Produkten wie Plastik trägt ebenfalls zum Verbrauch dieser Materialart bei.

Der hauptsächlich mit den Tätigkeiten des Baugewerbes und der Industrie im Zusammenhang stehende Verbrauch von Erzen belief sich im Durchschnitt auf 17%. In der Schweiz wird in der Metall- und Uhrenindustrie sowie in der Juwelierbranche eine beachtliche Menge an Edelmetallen (Gold, Silber und Platin) verarbeitet. Zwar ist die importierte Menge an Edelmetallen relativ klein, doch gemessen in Rohstoffäquivalenten machen sie einen sehr grossen Anteil aus. Für einige Gramm Edelmetall müssen grosse Mengen von Erzen gewonnen werden². Der Erzbedarf verzeichnete 2009 infolge der weltweiten Finanzkrise einen starken Rückgang.

Der Verbrauch von Biomasse ist verbunden mit der Herstellung von Nahrung, Bioenergie und Erzeugnissen aus Holz und pflanzlichen Fasern. Er macht im Durchschnitt 15% des Rohstoffverbrauchs aus. Der Rückgang zwischen 2000 und 2001 ist teilweise auf die bedeutende Holzgewinnung im Jahr 2000 nach dem Orkan Lothar zurückzuführen. Der stark mit der Ernährung in Verbindung stehende Biomasseverbrauch ist zwischen 2001 und 2012 etwas schneller angestiegen als die Bevölkerung (+15% gegenüber +11%).

Dienstleistungen sind nicht immateriell

Die grosse Mehrheit der verbrauchten Materialien ist mit der Herstellung von Gütern verbunden. Bei Dienstleistungen findet zwar kein Materialaustausch statt, doch sie verursachen dennoch Materialflüsse (Transport, Infrastruktur, Heizung usw.). Zwischen 2000 und 2012 standen durchschnittlich rund 4% der Importe in Rohstoffäquivalenten und 7% der Exporte im Zusammenhang mit Dienstleistungen (z.B. Handel, Transport, Finanzdienstleistungen).

² In dieser Studie wurden die Ergebnisse für die Edelmetalle (Gold, Silber, Platin), die starke jährliche Schwankungen aufweisen, «geglättet» (gleichender Durchschnitt). Zudem wurde der Aussenhandel mit Goldbarren aus den Berechnungen ausgeschlossen.

45% der Rohstoffe werden in der Schweiz gewonnen

Die Gewinnung, die Verarbeitung und der Transport von Rohstoffen sind nicht nur energieintensiv, sondern haben auch Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft. Wie gross diese Auswirkungen sind, hängt von der Art des Materials und auch vom Ort dessen Gewinnung ab. Bei importierten Produkten finden diese Auswirkungen im Ausland statt. Der Anteil der genutzten inländischen Gewinnung am RMC belief sich zwischen 2000 und 2012 im Durchschnitt auf 45%. Die genutzte inländische Gewinnung wird in der Schweiz verarbeitet und anschliessend entweder im Land verbraucht oder exportiert. Angenommen, die gesamte inländische Gewinnung wird in der Schweiz verbraucht, dann müssten im Durchschnitt 55% der zur Deckung der Endnachfrage der Schweiz erforderlichen Rohstoffe im Ausland gewonnen werden. Diese materielle Abhängigkeit gegenüber dem Ausland ist je nach Materialart unterschiedlich gross. Für fossile Produkte und Erze besteht eine vollständige Abhängigkeit. Bei der Biomasse beträgt sie im Durchschnitt 26% und bei den Mineralien 24%.

Die Materialproduktivität nimmt zu

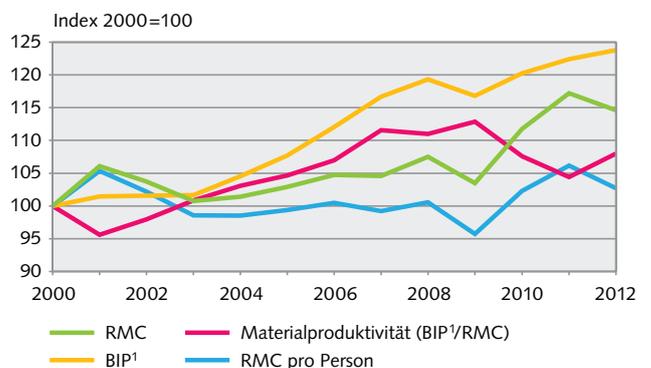
Zwischen 2000 und 2003 war der RMC Schwankungen unterworfen, dann nahm er bis 2012 mit einem Unterbruch im Jahr 2009 insgesamt zu (G4). Die Materialproduktivität, die hier als BIP^3/RMC gemessen wird, wies zwischen 2001 und 2009 eine steigende Tendenz auf und war dann bis 2011 rückläufig. Dabei verzeichnete der RMC zwischen 2009 und 2011 eine raschere Zunahme als das reale BIP. Bei einer Betrachtung des gesamten Zeitraums 2000–2012 lässt sich eine relative Entkopplung zwischen dem realen BIP (+24%) und dem RMC (+15%) beobachten, wobei letzterer insgesamt langsamer anstieg.

Der Material-Fussabdruck der Schweiz im internationalen Vergleich

Von 2000 bis 2012 variiert der Material-Fussabdruck der Schweiz pro Einwohnerin oder Einwohner zwischen 17,0 und 18,8 t/Einw. Eurostat schätzt den Material-Fussabdruck der EU27 unter Anwendung der gleichen Methode auf 16,2 t/Einw. (Durchschnitt 2000–2012). Somit liegt der Material-Fussabdruck der Schweiz mit einem Durchschnitt von 17,9 t/Einw. höher.

Materialproduktivität

G 4



¹ BIP real (zu Vorjahrespreisen, verkettet)

Quelle: BFS – Umweltgesamtrechnung

© BFS, Neuchâtel 2015

³ BIP: Bruttoinlandprodukt

Weltweit beläuft sich der Material-Fussabdruck auf rund 10 t/Einw. Gemäss diesen Schätzungen würde in der Schweiz also beinahe doppelt so viel Material verbraucht wie im weltweiten Durchschnitt.

Die Input- und Verbrauchsindikatoren in den Materialflusskonten

Mit den Materialflusskonten lassen sich eine Reihe von miteinander verknüpften makroökonomischen Indikatoren berechnen, die auf den **direkten Flüssen**, den **Flüssen in Rohstoffäquivalenten (RÄ)** und den **Gesamtflüssen** basieren. Letztere umfassen die ungenutzten Flüsse. Das sind Materialien, die durch wirtschaftliche Aktivitäten gewonnen werden, jedoch nicht direkt verbraucht oder für die Herstellung verwendet werden (z.B. Aushubmaterial oder Stroh auf abgeernteten Feldern). Mit diesen drei Arten von Flüssen lassen sich unter anderem Input- und Verbrauchsindikatoren definieren.

Die Inputindikatoren umfassen den gesamten inländischen und ausländischen Materialaufwand für die Produktion (einschliesslich der Exporte) und den Verbrauch (T 1). Je nach Art der enthaltenen Flüsse (siehe oben) gehören folgende drei Indikatoren zu dieser Kategorie:

- Direkte Flüsse: **DMI** (*Direct Material Input*/Direkter Materialinput)
- Flüsse in RÄ: **RMI** (*Raw Material Input*/Rohstoffinput)
- Gesamtflüsse: **TMR** (*Total Material Requirement*/Totaler Materialaufwand)

Die Verbrauchsindikatoren umfassen alle inländischen oder ausländischen Materialien, die zur Deckung der Endnachfrage eines Landes dienen (T 1). Die Verbrauchsindikatoren der Flüsse in Rohstoffäquivalenten oder Gesamtflüsse werden auch «Fussabdruck» genannt. Je nach Art der enthaltenen Flüsse (siehe oben) gehören folgende drei Indikatoren zu dieser Kategorie:

- Direkte Flüsse: **DMC** (*Domestic Material Consumption*/Inländischer Materialkonsum)
- Flüsse in RÄ: **RMC** (*Raw Material Consumption*/Inländischer Rohstoffverbrauch)
- Gesamtflüsse: **TMC** (*Total Material Consumption*/Totaler Materialkonsum)

T 1 Input- und Verbrauchsindikatoren

Arten von Flüssen	Direkte	In RÄ	Gesamte
Inputindikatoren	DMI	RMI	TMR
<i>Summierte Flüsse</i>			
Genutzte inländische Gewinnung	+	+	+
Ungenutzte inländische Gewinnung			+
Importe	+		+
Importe in RÄ		+	
Versteckte Flüsse durch Importe ¹			+
Verbrauchsindikatoren	DMC	RMC	TMC
<i>Flüsse ohne entsprechenden Inputindikator</i>			
Exporte	-		-
Exporte in RÄ		-	
Versteckte Flüsse durch Exporte ¹			-

¹Einschliesslich der ungenutzten Gewinnung
Quelle: BFS – Umweltgesamtrechnung

RMC und TMR der Schweiz

Seit einigen Jahren veröffentlicht das BFS den Indikator *Totaler Materialaufwand* oder *TMR*, der sich konzeptuell von dem hier beschriebenen *RMC* unterscheidet (T 1). Methodisch betrachtet, wird der *TMR* ausschliesslich mithilfe von Koeffizienten berechnet, die auf Lebenszyklusanalysen (abgekürzt *LCA*, vom Englischen *Life Cycle Assessment*) beruhen. Da die Methode für die Berechnung der RÄ weiter entwickelt und vollständiger ist (siehe unten), kann die Qualität der Schätzungen nach diesem neuen Ansatz als besser bezeichnet werden. Zudem deuten die aktuellen Entwicklungen bei Eurostat auf eine Standardisierung der RÄ-Schätzungsmethoden auf internationaler Ebene hin. In den kommenden Monaten wird geprüft, ob die Indikatoren in RÄ (*RMC* und *RMI*) jährlich produziert werden sollen; die Berechnung des *TMR* gemäss der heutigen Methode würde wahrscheinlich eingestellt.

Methodik

Eurostat hat eine Methode entwickelt, mit der sich die Importe und Exporte der ganzen EU in Rohstoffäquivalente (RÄ) umrechnen lassen. Dazu wird ein hybrider Ansatz verwendet, der die auf den Umweltbereich ausgeweiteten Input-Output-Tabellen (IOT) mit den Lebenszyklusanalysen (LCA) kombiniert. Die Ergebnisse werden jährlich publiziert. Auf dieser Grundlage hat Eurostat eine Methode zur Schätzung der Flüsse in RÄ nach Land erarbeitet⁴. So werden ausgehend von den Ergebnissen der gesamten EU jährliche Koeffizienten generiert. Bei diesen Koeffizienten handelt es sich um RÄ-Mengen pro Euro oder pro Tonne importierter oder exportierter Produkte. Die zurzeit verfügbaren Koeffizienten beziehen sich auf den Zeitraum 2000–2012. Um die Importe in RÄ auf nationaler Ebene zu berechnen, werden diese Koeffizienten mit den nationalen Aussenhandels- und Energiestatistiken kombiniert. Die Exporte in RÄ werden mithilfe eines hybriden Ansatzes geschätzt, der die nationalen IOT mit den Koeffizienten der EU-Exporte kombiniert. Die in dieser Publikation präsentierten Ergebnisse basieren auf dieser Methode, mit drei Ausnahmen: 1) die Koeffizienten der Elektrizitätsimporte/-exporte wurden an die Besonderheiten der Schweiz angepasst; 2) die Ergebnisse für die Edelmetalle (Gold, Silber und Platin), die starke Schwankungen aufwiesen, wurden geglättet (gleitender Durchschnitt); 3) Goldbarren (Zolltarifnummer 7108.12) wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Zudem existieren die für diese Methode anwendbaren IOT in der Schweiz nur für die Jahre 2001, 2005 und 2008; für die übrigen Jahre wurden sie interpoliert. Die RÄ-Indikatoren gingen also aus einer Modellierung hervor und sind deshalb mit einer grösseren Unsicherheit behaftet als jene der direkten Flüsse. Sie sind daher als Schätzungen zu betrachten.

Die Materialflusskonten sind Teil der Umweltgesamtrechnung, die zu den Satellitenkonten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung gehört. Die Umweltgesamtrechnung beruht auf dem System umweltökonomischer Gesamtrechnungen der UNO (System of Environmental-Economic Accounting).

Impressum

Herausgeber: Bundesamt für Statistik (BFS)

Konzept, Redaktion: Florian Kohler

Layout: DIAM, Prepress/Print

Übersetzungen: Sprachdienste BFS, **Sprachen:** Verfügbar als PDF (oder gedruckt) auf Französisch, Deutsch, Italienisch und Englisch

Auskunft: Bundesamt für Statistik, Sektion Umwelt, Nachhaltige Entwicklung, Raum, Florian Kohler, Tel. 058 463 61 80, umwelt@bfs.admin.ch

Bestellnummer: 177-1200, gratis

Bestellungen: Tel. 058 463 60 60, Fax 058 463 60 61, order@bfs.admin.ch

⁴ Eurostat (2015) Handbook for estimating Raw Material Equivalents of products flows on country-level – based on Eurostat's EU RME model.