

Zukunftsfähiges Bauen heißt Ressourcennutzung optimieren

Juni, 2002

Harry Lehmann, Sustainable Solutions and Innovations, Aachen (hl@isusi.de);

Christoph Stanetzky, Architekturbüro Stanetzky Aachen

Nachdem in der Vergangenheit bei der Bewertung von Gebäuden neben den ökonomischen Eckdaten der Energieverbrauch und die gesundheitliche Belastung der Bewohner im Mittelpunkt standen, wird zunehmend der Baubereich als der Sektor identifiziert, der für einen beträchtlichen Teil der anthropogenen Stoffströme verantwortlich ist. Unter Stoffströme verstehen wir hier die durch menschliches Handeln verursachten Bewegungen und Inanspruchnahme von Erde, Wasser, Stoffen biologischen Ursprungs, Mineralien und Luft. Diese vom Menschen verursachten Stoffströme sind exponentiell angestiegen, seitdem der Mensch die ökonomischen Vorteile einer industrialisierten Fertigung von Gütern und Produkten entdeckt hat, in vielen Fällen wesentlich schneller als der Zuwachs der Weltbevölkerung. Diese Stoffströme überschreiten mittlerweile die natürlichen Stoffströme an der Erdoberfläche um ein Vielfaches.

Aus grundsätzlichen wissenschaftstheoretischen Gründen wird die Menschheit heute und in Zukunft nur sehr wenig wissen über die Folgen ihres Wirkens auf das „Überlebens“-System, auf das „Raumschiff“-Erde und seine Reaktionen. Die Umweltpolitik der letzten Jahrzehnte war eine nachsorgende Politik, will heißen, mit erheblichem Aufwand wurden erkannte gefährliche oder toxische Stoffe in vielen Bereichen vom Markt genommen, aus Abgasen herausgefiltert, als Rückstände verbrannt, durch Prozeßumstellungen vermieden. Die Grenzwerte für diese Gefahrenstoffe sind oft am Menschen orientiert. So wichtig diese Gefahrstoffbekämpfung auch in der Zukunft bleiben wird, belastungsfähige und allgemein gültige Grundsätze für eine ökologische Reform der Wirtschaft können aus diesem einzelstoff bezogenen Vorgehen kaum abgeleitet werden. Eine zukunftsfähige Umweltpolitik muß sich von einer reagierenden, nachsorgenden Umweltpolitik zu einer vorsorgenden Politik wandeln.

Im Bewußtsein der großen Unkenntnis der Menschheit über das System sollten wir vorsorglich durch unser Handeln so wenig wie möglich auf dieses System einwirken. Das heißt: Die Menschheit sollte die natürlichen Stoffströme so wenig wie möglich verändern, so wenig wie möglich Flächen versiegeln und nutzen. Dieses Vorsorgeprinzip muß Leitfaden allen menschlichen Handelns sein, wenn eine zukunftsfähige Entwicklung erreicht werden

soll. Ein erster Schritt dazu ist die Halbierung der von Menschen verursachten Stoffströme. Da die Industrieländer hier mehr als 80% der Stoffströme verursachen - bei weniger als 20% der Weltbevölkerung - bedeutet dies für die Industrieländer eine Verringerung von 80 - 90%, um die geforderte globale Reduktion einzuhalten und dem Rest der Welt einen gleichberechtigten Zugriff auf die Ressourcen der Erde zu erlauben. Diese von Friedrich Schmidt-Bleek vorgeschlagene Reduktion der Materialströme um einen Faktor 10, für das nächste Jahrhundert, ist heute ein zunehmend anerkanntes Ziel (z.B. OECD oder EU).

Stadtplanung, Bauen und Wohnen sind direkt (siehe Bild 1) oder indirekt (z.B. durch induzierten Verkehr, Infrastruktur, etc.) für die Mehrzahl der Stoffströme verantwortlich. Will man den Faktor 10 früher oder später realisieren, so ist die Minimierung der durch das Bauen und Wohnen verursachten Stoffströme die vorrangigste Aufgabe. Eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität mißt sich an dem durch diese Stoffströme erzeugten „Wohlstand“ und dieses sind Produkte und Dienstleistungen. Ein Meßverfahren für die Ressourcenproduktivität ist das von Friedrich Schmidt-Bleek vorgeschlagene MIPS-Konzept (Materialintensität pro Serviceeinheit). Vereinfacht erklärt besteht die Ermittlung der MIPS aus der Definition einer Dienstleistung oder eines Produktes. Anschließend werden alle Prozeßschritte, die zur Produktion des betrachteten Produktes oder der Bereitstellung der Dienstleistung nötig sind, ermittelt. Der lebenszyklusweit, „von der Wiege bis zur Wiege“, ermittelte „ökologische Rucksack“, MIPS ergibt sich durch die Zusammenfassung aller Materialien (Mineralien, Biotische Stoffe, Wasser, Energieträger, Abraum, Boden, Luft), die gebraucht und die der Natur entnommen wurden, um ein bestimmtes Produkt bzw. eine Dienstleistung darzustellen. Der Stoffstromansatz verbindet nicht nur die Messung bereits bekannter Probleme, wie Wasserverbrauch, Bodenerosion oder die Nutzung fossiler Energie, sondern erlaubt durch die Erfassung aller Input-Materialien die Reduktion von Stoffströme und damit die Minimierung noch nicht bekannter Gefahren für die Biosphäre

Um Beton, Eisen oder andere Stoffe herzustellen, bedarf es sehr unterschiedlicher Stoffströme. Zum Beispiel trägt ein Kilogramm Primär-Aluminium einen „ökologischen Rucksack“ von 1470 kg, ein kg Elektrostahl nur 61 kg und bei Gold wiegt der Rucksack mindestens das 540000fache. Bei der Ermittlung von MIPS-Werten vergleicht man gleiche funktionale Einheiten (z.B. Bauelemente), gleiche „Dienstleistungsmaschinen“. Bei Dämmstoffen reicht die Spanne der in der Tabelle 1 dargestellten Materialintensitäten, des „ökologischen Rucksacks“ von 76,8 kg/m² für die „Dienstleistung“ des Wärmedurchgangskoeffizienten k von 0,5 W/m²K realisiert durch Glaswolle oder einem Rucksack von 368,8 kg/m² realisiert durch Extrudiertes Polystyrol (XPS).

Bauen und Wohnen erfüllt sehr unterschiedliche Dienstleistungen : Schutz vor Umwelt (z.B. Wetter); Schutz der Bewohner und Güter vor anderen Menschen; Kultureller Ort (von Familien- Feiern bis zu Fernsehen); Logistik Zentrum (Lager, verkehrlicher Mittelpunkt einer Lebensgemeinschaft); Wirtschaftliches Investitionsobjekt (von Alterssicherung bis zu Spekulationsobjekt); Statussymbol, Selbstdarstellung; Ruhe- und Lebensraum. Das Dienstleistungsbündel bei gewerblichen Bauten ist zu weit gespannt um es hier aufzählen zu können. Bauen, Wohnen und Arbeiten verursachen in den Lebensphasen eines Gebäudes unterschiedliche Stoffströme abhängig von den unterschiedlichen Konstellationen der Nutzung oder ihrer Intensität.

Betrachtet man ein einzelnes Gebäude, so entdeckt man deutlich unterschiedliche Stoffströme, die für die Bereitstellung/Bau eines Quadratmeters Wohnung aufgewandt werden mußten (siehe Tabelle 2). Vergleicht man ein Einfamilienhaus mit Schrägdach, ein Reihenhaus mit Schrägdach und ein Mehrfamilienhaus mit Flachdach (Baujahr 1969 bis 1977, Bautypologie NRW), so ermittelt man pro Quadratmeter Fläche beim Einfamilienhaus zunächst ca. 2,2 Tonnen Materialgewicht pro Quadratmeter. Das Reihenhaus wiegt pro Quadratmeter nur noch 1,5 Tonnen und das Mehrfamilienhaus nur noch 1,2 Tonnen. Mit seinem „ökologischen Rucksack“ öffnet sich eine Spanne von 22 t/m² (Einfamilienhaus) und 8 t/m² (Mehrfamilienhaus). Betrachtet man das Dienstleistungsbündel „Wohnen“ für die gesamte Volkswirtschaft, so werden in der BRD jährlich pro Kopf ca. 15 Tonnen Stoffströme initiiert (siehe Bild 2).

Indirekte Stoffströme werden durch die Bebauungsform induziert. Eine Einfamilien-Siedlung braucht, verglichen mit einer Reihenhaussiedlung, oder Mehrfamilienhaussiedlung mehr Verkehrsanbindung, längere Versorgungslinien und versiegelt beträchtlich mehr Fläche. Zu den obigen Werten sind diese zusätzlichen Materialinputs zu addieren. Genauere Untersuchungen zu diesen Zahlen liegen derzeit nicht vor, aber einfache Abschätzungen zeigen, daß durch die verschiedenen Bebauungsformen Materialströme von einem Faktor 4 und höher bei der Infrastruktur ausgelöst werden. In der Bundesrepublik Deutschland hat die versiegelte Fläche von 1955 bis 1985 um 64% zugenommen, auf Kosten von Natur und landwirtschaftlichen Flächen. Zwischen 1985 und 1990 wuchs diese Besiedlungsfläche jährlich um durchschnittlich 5,7%. Heute entfällt auf jeden Bundesbürger 533 Quadratmeter versiegelte Fläche (Zahlen für 1990 und für die alten Bundesländer). Will man zukunftsfähig den Boden nutzen, so ist sicherlich keine zusätzliche Fläche zu den 533 Quadratmeter pro Einwohner zu versiegeln. Dies bedeutet eine bessere Nutzung (Nachverdichtung) auf den von dem Menschen beanspruchten Flächen, diese zusätzliche Verdichtung darf eine bestimmte Dichte nicht überschreiten, da, wie durch verschiedene Autoren hingewiesen wird, bei einer

zu großen Verdichtung der Bedarf nach Ausgleichsflächen (Schrebergarten, Freizeitgelände, Parks etc) schneller steigen kann als die durch Verdichtung eingesparte Fläche.

Um ressourcen-optimiert zu bauen reicht es nicht, wie heute oftmals üblich, ein Gebäude nur für die Abnahme, auf einen Nutzungszeitpunkt, zu optimieren. Es reicht auch nicht, nur mit einer ein-dimensionalen Planung, mal die Energie, ein anderes mal die Gesundheit der Bewohner das Gebäude zu gestalten. Aus einer gesamtheitlichen Sicht - selbst der heute bekannten Umweltprobleme - ist kaum ein Gebäude geplant. Aus einer vorsorgenden Sicht, so daß das Gebäude in seinem Lebenslauf insgesamt möglichst wenig Stoffströme erzeugt und Fläche verbraucht, ist fast kein Haus geplant worden. Soll die Materialproduktivität im Baubereich um einen Faktor 10 gesteigert werden, so müssen neue Planungsziele verwirklicht werden. Die Steigerung der Materialproduktivität im Dienstleistungsbündel "Gebäude - Wohnen - Arbeiten" kann nur durch eine Analyse des zu erwartenden Lebenslaufs, der zu erwartenden Nutzer und Ihrer Ansprüche an das Gebäude geschehen, der unabdingbar damit verbundenen baulichen Standards, der Intensität der Nutzung und letztlich der möglichen Veränderung all dieser Parameter über die Nutzungsdauer. Diese neue Ausrichtung der Planung stellt alle bisherigen und gewohnten Standards in Frage, sie verlangt eine lebenszyklusweite Planung.

Stoffströme werden in den Phasen des Lebenslaufs (Bau, Nutzung, Reparatur, Sanierung, Abriß) eines Gebäudes auf verschiedenen Planungsebenen in unterschiedlicher Menge induziert:

- auf der Ebene der städtebaulichen Planung durch:
 - Nutzung vorhandener oder Errichtung neuer Bebauungen
 - Nutzung vorhandener oder Schaffung neuer Infrastrukturen
 - Bebauungsdichte, Geschoßzahl und A/V Verhältnis
- auf der Ebene der Grundrisse und der Nutzungsstrukturen von Gebäuden durch die:
 - Möglichkeit der Umstrukturierung des Innenaufbaus, Wohnungs- und Zimmerzuschnitts
 - Möglichkeiten der Mehrfachnutzung eines Gebäudes
 - Möglichkeiten der Umwidmung eines Gebäudes für andere Zwecke
 - Zerlegbarkeit des Gebäudes und Trennbarkeit der Bestandteile
- auf der Ebene der Gestaltung des Bauteils durch die:
 - Lebenserwartung des Bauteils
 - Wartungsmöglichkeiten und den Wartungsaufwand
 - Komplexität von Bauteilen
 - Demontierbarkeit und Wiederverwendung von Bauteilen

- auf der Ebene der Baustoffwahl durch die:
 - Lebenserwartung des Baustoffs
 - Wiederverwendung, Recyklierbarkeit oder Kaskadierbarkeit von Baustoffen durch verschiedene Sektoren, d.h. die Nutzung von gebrauchten Materialien auf einem anderen Qualitätsniveau (im Extrem am Ende als Brennstoff)
 - Rückgabe der Baustoffe an die Biosphäre, Verrottbarkeit
- auf der Ebene der Haustechnik durch die:
 - Revisierbarkeit und Veränderbarkeit der Systeme
 - Wartungsmöglichkeiten und den Wartungsaufwand
 - Betriebsstoffe, hier insbesondere Brennstoff-, Elektrizitäts- und Wasserverbrauch

Ziel zukunftsfähigen Bauens ist die Verringerung der induzierten Stoffströme und damit eine weitestgehende Schonung der natürlichen Ressourcen und die weitestgehende Nutzung der in den Ressourcen enthaltenen Leistungen. Dieses Ziel kann nur erfolgreich angestrebt werden, wenn jede zu erbringende Dienstleistung und analog jedes Produkt konsequent vor diesem Hintergrund definiert wird. In diesem Zusammenhang stehen Dienstleistungen und Produkte zur Diskussion und sind neu zu hinterfragen. Merkmale solcher Gebäude sind Langlebigkeit, Reparierbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Anpassbarkeit.

Leitmotiv dieser Planung ist, in Anlehnung an die Tradition der Chicago School „form follows function“, die Dienstleistung und in Anlehnung an die Tradition des Bauhauses „Weniger ist Mehr“, die sinnvolle Begrenzung von Bautätigkeiten, die Minimalisierung von Aufwand - vom Vermeiden überflüssiger Materialien, Betriebsstoffe und Bauelemente bis zum Vermeiden der Bautätigkeit an sich.

Es sei kurz und nur exemplarisch skizziert, wie Planung unter diesem ökologischen Leitmotiv gestaltet, aussehen kann. Will man eine Wand innerhalb einer Wohnung als Trennung bewohnter Bereiche schaffen so können viele Lösungen in Abhängigkeit von heutiger und zukünftiger angestrebter Nutzung, Nutzergruppe, Nutzungsintensität und -standard entstehen. Soll die Wand zwei Wohnräume trennen, steht diese Wand nach einigen Jahren in der Regel zur Disposition, die Wand wird versetzt oder sie entfällt ganz. Hier sollte hinterfragt werden ob die Wand überhaupt errichtet werden soll. Bei einem Single Haushalt ist sicherlich zu fragen wofür massive Wände notwendig sind. Hier dient die Wand nur einem Sichtschutz der sicherlich anders realisierbar ist. Ist die Wand notwendig, so ist zu fragen ob die eigentliche Funktion der Raumbildung nicht durch andere Maßnahmen - etwa Möbel - erbracht werden können. Entscheidet man sich zur Schaffung einer Wand, so sollte in diesem Falle die Wand vorrangig zerlegbar und wieder verwendbar sein. Wichtig im Sinne der verursachten Stoffströme ist hierbei nicht nur das reine Wandmaterial sondern auch Befestigungsmittel

oder Abdichtungen und Versiegelungen. Diese lassen sich in der Regel nicht ausbauen und wiederverwenden. Mögliche Beschädigungen der Konstruktion oder angrenzender Bauteile beim Einbau und Ausbau sind von Beginn an einzukalkulieren und durch die Planung auszuschließen. Zusatzfunktionen wie Installationen für Strom, Kommunikation, Heizung oder Sanitär sind in dieser Wand sinnvollerweise nicht anzubringen, da sie im Falle eines Ausbaus auch ausgebaut würden.

Ist die Wand eine Badezimmerwand mit Installationen, die Lasten tragen muß und auch noch Anforderungen aus Schall und Wärmeschutz erfüllen muß, so sieht die Lösung anders aus. Diese Wand sollte während der Lebensdauer des Hauses möglichst nicht mehr bewegt werden, da dieses Versetzen weitere hohe Stoffströme auslösen würde. Wesentliche Merkmale sind somit ihre anzustrebende Langlebigkeit sowie geringer Aufwand für die Wartung und Instandhaltung der Konstruktion.

Für beide Wandkonstruktionen übergreifend gilt die grundsätzliche Anforderung einer möglichst hohen Ressourcenproduktivität. Das heißt, qualitativ gleichwertige Materialien oder Konstruktionen sind bezüglich ihrer „ökologischen Rucksäcke“ miteinander zu vergleichen, die günstigste Alternative ist auszuwählen. Finanziert durch das Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes NRW wird ein Handbuch entwickelt, das dem Architekten und Baupraktiker bei der Planung von ressourcen optimierten Sanierungen helfen soll.

Ressourcen optimierende Planung setzt immer eine lebenszyklusweite Betrachtung voraus, sie muß sowohl in der Gesamtplanung als auch im Detail stimmig sein. Die Qualität der Planung ist davon abhängig, wie gut der Planer das Dienstleistungsbündel erfüllt bei gleichzeitigen geringen Stoffströmen. Solch eine Planung ist nur gewerke übergreifend und integriert möglich und zwar von Anfang an. Ressourcen optimierte Gebäude sind über die gesamte Lebensdauer und vielfach auch im reinen Bauprozeß die kostengünstigere Lösung. Eine Planung zur Minimierung von Betriebsstoffen und Wartungsaufwand, die die Langlebigkeit von Bauelementen, Wiederverwendbarkeit und primär die sinnvolle Begrenzung von „Bautätigkeiten“ in den Mittelpunkt stellt - natürlich bei Erfüllung der Dienstleistungen - ist über die Lebensdauer des Gebäudes betrachtet in erster Näherung auch billiger als andere Lösungen.

Vergleicht man den Material Input von 1287 Millionen Tonnen beim Hausbau und den damit realisierten neuen Materialbestand von 790 Millionen Tonnen mit dem Materialbestand im Gebäudesektor von 27221 Millionen Tonnen, so ist augenscheinlich, daß der Erhalt, die Wiederverwendung und die Nutzung des Materialbestandes die einfachste Weise ist, die Ressourcenproduktivität in den reichen Ländern der Welt zu steigern. Bei einem Neubausvolumen von zur Zeit ca. 1% wäre die Realisierung heutiger Standards mit ca. 100

Jahre zu veranschlagen wenn die Aktivitäten auf den Neubaubereich beschränkt blieben. Betrachtet man noch die indirekten Stoffströme, die durch den Aufbau der Infrastruktur bei der Erschließung neuer Wohnungs- oder Gewerbesiedlungen entstehen, so ist die Altbaurenovierung, die Umwidmung und die Umstrukturierung von Gebäuden der "Königsweg" bei der Erhöhung der Materialproduktivität im Bausektor der industrialisierten Länder. Für die Regionen der Welt, insbesondere die Entwicklungsländer und die Schwellenländer, die noch einen Nachholbedarf an Gebäuden und Infrastruktur haben, sind ressourcen- optimierte Konzepte zu finden und zu vermeiden, daß die inzwischen erkannten Fehler dort vielfach wiederholt werden.

Der Baubereich ist der Sektor unserer Technosphäre, der sich aufgrund der langen Lebensdauer der Gebäude am langsamsten ändert. Je eher man hier mit besseren Neubauten, einer Erhaltung und Sanierung des Bestandes beginnt, desto eher wird eine material extensive Bauwirtschaft realisiert. Da das Ziel Faktor 10 bis ins Jahr 2050 nur noch 5 Jahrzehnte entfernt ist, ist es besonders dringlich, sofort im Bausektor mit Stoffstromreduzierungen zu beginnen. Unter Berücksichtigung der Notwendigkeit, im Baubereich auch zu hohen Kohlendioxid Minderungen zu kommen, müssen neue und sanierte Bauten dem Stand des Wissens in der Nutzung effizienter und erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger Berücksichtigung der höchstmöglichen Materialproduktivität entsprechen.

Tabellen und Bilder

Angaben pro $k = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	funktionale Einheit [kg]	abiot. Material [kg]	Wasser [kg]	Luft [kg]
Expandiertes Polystyrol - EPS	1,40	15,2	179,7	5,2
Extrudiertes Polystyrol - XPS	2,45	27,2	333,5	8,1
Glaswolle	1,61	7,3	66,6	2,9
Steinwolle	4,20	16,2	148,0	6,9

Tabelle 1 - Ressourcenverbrauch der betrachteten Dämmstoffe aus der Herstellungsphase bezogen auf einen Wärmedurchgangskoeffizient von $k = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Basis: 1 m^2 Fläche),
Quelle : Manstein, C.; Liedtke, C; Schmidt-Bleek, F. Wuppertal Institut

Ausgewählte Materialbestandteile einiger Haustypen			
Haustyp	E77	R77	M77
Länge (m)	12	24	36
Breite (m)	10	10	10
Geschoßanzahl (Höhe 2,75 m + Keller)	1,5	2,5	4
Anzahl Wohnungen	1	3	16
Art der Baustoffe	kg	kg	kg
Ortbeton	136.080	362.880	680.400
Estrich	30.240	80.640	151.200
Mörtel	27.254	53.595	103.550
Steine	145.215	274.906	455.024
Vormauerwerkziegel	22.658	56.181	191.561
Dachziegel	13.899	25.812	0
Fliesen	1.400	5.373	22.400
Mineralwolle	864	2.304	5.206
Holz	8.319	16.971	22.663
Eisen	9.476	20.724	35.834
Farben (Dispersion, Beton, Türen etc.)	846	2.015	3.227
Teer	908	1.403	4.667
PVC	190	570	3.040
Summe	397.349	903.374	1.748.276

Tabelle 2 - Ausgewählte Materialbestandteile einiger Haustypen, E77 Einfamilienhaus mit Schrägdach, R77 Reihenhaus mit Schrägdach, M77 Mehrfamilienhaus mit Flachdach, Baujahr 1969 bis 1977 - alle Werte vorläufig; Quelle : H. Lehmann, Materialintensität einiger typischer Gebäude aus dem Wohnungsbestand, Wuppertal Institut, in Vorbereitung.

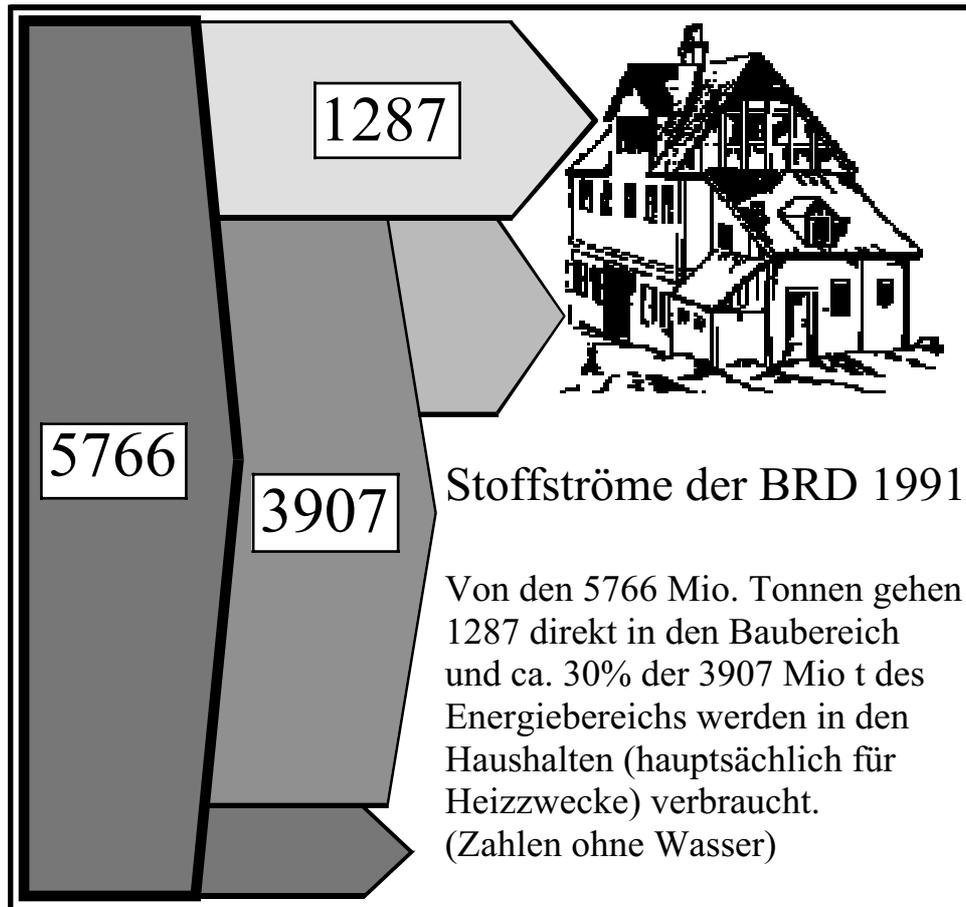


Abbildung 1 - Quelle :] Bringezu S., Schütz H.: Die Hauptstoffflüsse in Deutschland und eigene Berechnungen.

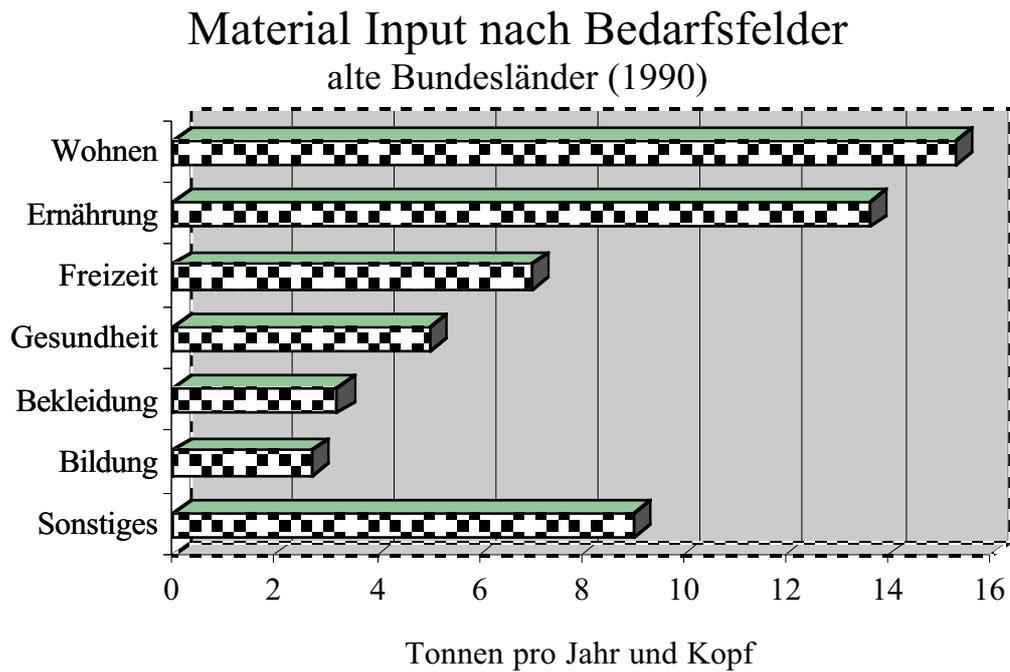


Abbildung 2 - Quelle : Behrensmeier, R.; Bringezu, S.: Zur Methodik der volkswirtschaftlichen Materialintensitätsanalyse. Der bundesdeutsche Umweltverbrauch nach Bedarfsefeldern. Wuppertal Institut für Klima·Umwelt·Energie, Wuppertal Papers Nr. 46, Wuppertal 1995.

Literatur

- [Behrensmeier et al., 1995] Behrensmeier, R.; Bringezu, S.: Zur Methodik der volkswirtschaftlichen Materialintensitätsanalyse. Der bundesdeutsche Umweltverbrauch nach Bedarfsfeldern. Wuppertal Institut für Klima·Umwelt·Energie, Wuppertal Papers Nr. 46, Wuppertal 1995.
- [Bringezu 1996a] Bringezu, S.: Von der Abfallwirtschaft zur Stoffstromwirtschaft, Schriftenreihe des Österreichischen Wasser und Abfallwirtschaftsverbandes, Heft 103, 1996
- [Bringezu, Schütz 1996b] Bringezu S., Schütz H.: Die Hauptstoffflüsse in Deutschland. Müllhandbuch KZ1408, im Druck, 1996
- [Brown 1992] Brown, L.R.: State of the world 1992. A Worldwatch Institute Report on progress toward a sustainable society, Norton/New York/London 1992.
- [BUND, 1996] BUND/Misereor (Hrsg.): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. Studie des Wuppertal Institutes für Klima·Umwelt·Energie. Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin 1996.
- [Factor 10] Factor 10 Club: Carnoules Deklaration; 1995
- [Huncke et al., 1997] Huncke, W.; Käo, T. und Schmidt-Bleek, F. (Hrsg.) : MIPS Haus I - Das Wuppertal Haus, Wuppertal 1997
- [Lehmann et al., 1993] Lehmann, H. und Schmidt-Bleek, F.: Material flow from a systematical point of view, Fresenius Environmental Bulletin, 1993.
- [Lehmann et al., 1995a] Lehmann, H.; Pareyke, R; Pfluger, A.; Reetz, T.: Land Use in Europe - actual status and a possible sustainable scenario, Wuppertal Institut, 1995
- [Lehmann, 1996] Lehmann, H. : Stoffströme und Bauen, Thesenpapier für das Ministerium Bauen und Wohnen, Wuppertal Institut, 1996.
- [Lehmann, 1998] Lehmann, H. : Materialintensität einiger typischer Gebäude aus dem Wohnungsbestand, Wuppertal Institut, in Vorbereitung, 1998
- [Liedtke et al. 1995-1998] diverse Quellen zur Materialintensität von Grund-, Bau- und Werkstoffen mit : Baku, B.; Gerking, D.; Kuhndt, M., Liedtke, C.; Manstein, C.; Markus, G.; Merten, T.; Nickel, R.; Rohn, H.; Schütz, H.; Schmidt-Bleek, F.; alle Wuppertal Institut, 1995-98
- [Schmidt-Bleek, F., 1993] Schmidt-Bleek, F.: „MIPS“, Fresenius Environmental Bull., 1993.
- [Schmidt-Bleek 1994b] Schmidt-Bleek, F.: Wieviel Umwelt braucht der Mensch - MIPS das Maß für ökologisches Wirtschaften, Birkhäuser Verlag, Basel 1994
- [Schmidt-Bleek 1998] Schmidt-Bleek, F.: Das MIPS Konzept, Droemer Verlag, München 1998