

Das Niedrigstoffhaus – Ein stoffeffizientes Bauwerk im regionalen Ressourcenhaushalt eingebettet

Richard Obernosterer

Kurzfassung

Aufbauend auf ausgewählte regionale, betriebliche und produktbezogene Güter- und Stoffbilanzen wurde von der Ressourcen Management Agentur (RMA) das Konzept des Niedrigstoffhauses entwickelt. Das Konzept des Niedrigstoffhauses beinhaltet zusätzlich zu den Kriterien der Energie- und Materialeffizienz die Stoffeffizienz. Dies bedeutet, dass Anforderungen aufgestellt werden, aus welchen Stoffen (chemischen Elementen und chemischen Verbindungen) ein Bauwerk zusammengesetzt werden muss, um den Kriterien "langfristig umweltverträglich" und "ressourcenschonend" zu entsprechen. Untersuchungen zeigen deutlich, dass die Ergebnisse der Bewertung bezüglich der Umweltverträglichkeit und der Ressourcenschonung von Region zu Region stark unterschiedlich sein können. Deshalb wird beim Niedrigstoffhaus eine stoffbezogene Bewertung des gesamten Bauwerkes im regionalen Zusammenhang durchgeführt. Dabei wird besonders darauf geachtet, lokale Stoffsenken zu vermeiden, damit die Gefahr einer langsamen flächenhaften Schadstoffkontamination von Siedlungsgebieten abgewendet wird.

So zeigen Untersuchungen bezüglich des Gefahrenstoffpotentials von Bauwerken, wie sich als Folge der Korrosion von zinkbeschichteten Dachflächen der Stoff Zink im Sickerwasserkörper (Senke) anreichert. Auch im Erdreich verlegte bleiummantelte Kabel des Infrastrukturnetzes geben in Folge Bodenkorrosion Blei in den umliegenden Boden ab. Ein weiteres bekanntes Beispiel für diffuse Stoffverluste während der Gebäudenutzung sind FCKW Diffusionsverluste aus den heute noch vorhandenen FCKW-Lagern in den Dämmstoffen des Bauwesens. Die Verringerung bzw. Vermeidung von diffusen Stoffverlusten während der Gebäudenutzung ist einer der zentralen Bestandteile des Niedrigstoffhauses. Weiters fließen bei der Planung des Niedrigstoffhauses die Erfahrungen aus der Abfallwirtschaft ein (design for disposal). Die derzeitige Entsorgungspraxis zeigt, dass in mechanischen Bauschutt-sortieranlagen kaum eine gezielte Trennung von Schadstoffen aus den Baurestmassen möglich ist. Daraus ergibt sich die Forderung bereits bei der Planung möglichst auf den Einsatz von Schadstoffen zu verzichten bzw. Stoffe bautechnisch so einzusetzen, dass sie leicht rückgebaut werden können, damit die Stofftrennung beim Abbruch oder Umbau von Gebäuden ermöglicht wird.

Neben der Reduzierung des Gefahrenstoffpotentials ist ein weiteres wesentliches Ziel im Konzept des Niedrigstoffhauses das Ressourcenpotential der eingebauten Stoffe nutzbar zu machen. Beispielsweise reicht das Potential an Blei, das im Wiener Wasserleitungsnetz eingebaut ist theoretisch aus, um 1,6 Millionen PKW- Bleiakumulatoren herzustellen. Dieser mögliche Abbau von Rohstoffen aus Bauwerken kann als Pendant zum traditionellen Bergbau als City Mining bezeichnet werden. Praktisch kann diese Chance heute aus ökonomischen Gründen noch nicht genutzt werden, da die Kosten für den Ausbau von Stoffen aus dem Bauwerk höher sind als der zu erwartende Erlös für den gewonnenen Rohstoff. Dies ist ein weiterer Grund bei Niedrigstoffhäusern leicht rückbaubare Baukonstruktionen zu wählen. Weiters werden Aufzeichnungen über Ort und Menge an eingesetzten Stoffen geführt (Stoffbuchhaltung). Damit wird die Chance bedeutend erhöht, zukünftig Rohstoffe aus den Bauwerken auch gewinnbringend rückbauen zu können (design for recycling).

Kurz umschrieben kann festgehalten werden, dass ein Niedrigstoffhaus der ersten Generation folgende Komponenten beinhaltet:

- Stoffeffizienz. Berücksichtigung stofflicher Parameter bei der Bewertung. Ziel einer stoffeffizienten Bauweise ist die zukünftige Nutzung des verbauten Rohstoffpotentials und die Vermeidung bzw. Verringerung des Gefahrenstoffpotentials.
- Ressourcennutzung. Das Haus wird so geplant, dass es als Rohstofflager für die Zukunft angesehen werden kann. Dazu wird eine Stoffbuchhaltung geführt, die den Ort und die Menge an verbauten Stoffen enthält. Baukonstruktionen, die sich leicht rückbauen lassen, werden bevorzugt. Eine Kontamination von recyclingfähigen Massenrohstoffen (bspw. Schotter, Beton) muss vermieden werden. Es wird dadurch eine Erhöhung des Recyclinganteiles bei Reduktion der Entsorgungskosten und des Gefahrenstoffpotentials erreicht (design for disposal bzw. design for recycling).

- Standortbewertung. Einbettung des gesamten Bauwerks in die Region und Bewertung am Standort (v.a. Stoffsenken). Ähnlich der Bemessung des Fundamentes in der Baustatik, die sich der Tragfähigkeit des Untergrundes anpassen muss, müssen sich auch die Stoffflüsse des Bauwerkes der regionalen Tragfähigkeit der Umwelt anpassen.
- Umweltneutrale Gebäudehülle. Ziel ist die Verringerung bzw. Vermeidung von diffusen Schadstoffverlusten während der Nutzungsphase. Die erste Generation von Niedrigstoffhäusern konzentriert sich auf den Bau einer umweltneutralen Gebäudehülle. D.h. die Stoffflüsse von der Oberfläche des Bauwerkes während der Nutzungsphase werden den natürlichen geogenen Stoffflüssen der umgebenden Ökosphäre angepasst.

Einleitung

Ein ökologisches Bauwerk beinhaltet derzeit vor allem die Komponenten der Energieeffizienz (Niedrigenergiehäuser, Passivhäuser), der Materialeffizienz (Faktor 4 Haus, MIPS) und des Flächenverbrauches. Im folgenden Beitrag wird eine weitere Komponente, die Stoffeffizienz, eingeführt. Dies führte zum Konzept des Niedrigstoffhauses. Beim Konzept des Niedrigstoffhauses ergeben sich zusätzlich zu den derzeit bestehenden Kriterien Anforderungen, aus welchen Stoffen (chemischen Elemente und chemischen Verbindungen) ein Bauwerk zusammengesetzt werden soll. Ebenso wird die Bedeutung der Region bei der ökologischen Bewertung von Baumaterialien und das Konzept einer zukünftigen Ressourcennutzung aus Bauwerken diskutiert.

Methodischer Hintergrund

Die methodische Grundlage, auf der das Konzept des Niedrigstoffhauses basiert, bildet die Stoffflussanalyse [Brunner et al., 1990; Baccini and Brunner, 1991]. Die Stoffflussanalyse ist eine Methode zur Erfassung, Beschreibung und Interpretation des Stoffhaushaltes von Produkten, Betrieben und Regionen. Es handelt sich um ein naturwissenschaftliches Verfahren, das für einen definierten Raum in einer bestimmten Zeitperiode (Systemgrenzen) den Stoffumsatz quantifiziert. Stoffflussanalysen geben demnach einen Überblick über die Materialflüsse (Güter- und Stoffflüsse) und die Materiallager (Güter- und Stofflager) eines bestimmten Systems. In einer Stoffbilanz werden die Zu- und Abflüsse eines Systems bilanziert, wobei Lagerveränderungen berücksichtigt werden. Für das System gelten die physikalischen Gesetze der Massen- und Energieerhaltung.

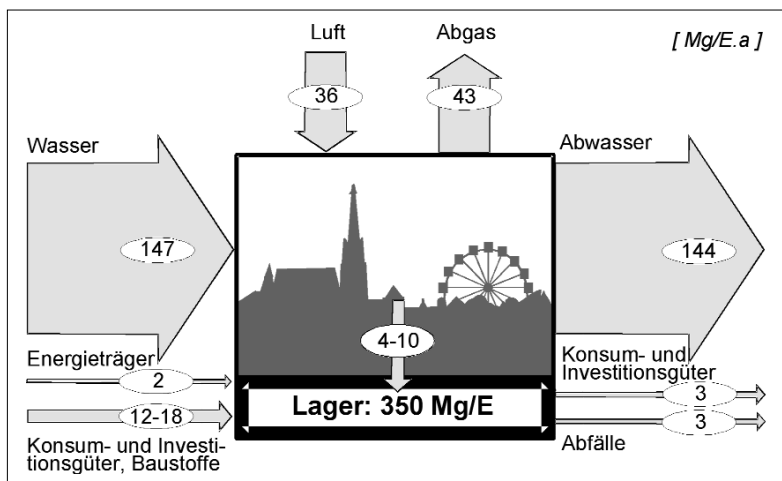
Phänomenologischer Hintergrund

Folgende Beispiele, die vorwiegend Forschungsarbeiten des Institutes für Wassergüte und Abfallwirtschaft der TU-Wien darstellen, bilden den phänomenologischen Hintergrund, auf dem das Konzept des Niedrigstoffhauses basiert.

Abb. 1: Der Güterhaushalt der Stadt Wien 1991. [Daxbeck et al. 1996]. Flüsse in (Mg/E·a); Lager in (Mg/E), 1,5 Mio. Einwohner

Urbaner Stoffhaushalt

Abbildung 1 zeigt den Güterhaushalt der Stadt Wien. Städte sind in erster Linie „Durchflussreaktoren“ für die bedeutendsten Massengüter. Durch die Stadt Wien fließen jährlich etwa 150 Mg/E (Megagramm bzw. Tonne pro Einwohner) an Wasser und etwa 40 Mg/E an Luft [Daxbeck et al. 1996]. Der Wasser- und der Luftdurchfluss stellen die Förderbänder für gasförmige, flüssige und feste Abfallstoffe der Stadt dar, in denen die Abstoffe der Städte verdünnt und an das Hinterland abgegeben werden. Bei den vorwiegend festen Gütern (Konsum-, Investitions- und Produktionsgütern) kommt es zum Phänomen der Lagerbildung (in erster Linie durch Baumaterialien). Das bedeutet, dass der Input an festen Gütern in die Stadt größer ist als deren Output. In Städten hat die Menge an akkumulierten Gütern 350 Mg pro Einwohner erreicht. Neben den Massengütern haben einzelne anorganische wie auch organische Stoffe einen hohen Stoffumsatz erreicht.



Während der Güterumsatz des modernen Menschen etwa 10 mal größer ist als derjenige eines Jäger und Sammlers [Daxbeck & Brunner 1992], ist beispielsweise der pro Kopf Bleiverbrauch in den letzten 6.000 Jahren um den Faktor 10.000 gestiegen [Settle & Pattersen 1980]. Dies zeigt, dass die stoffliche Komponente eine große Bedeutung haben kann, der man sich in ökologischen Bewertungsfragen widmen muss. Das Lager an Gütern und Stoffen muss zukünftig bewirtschaftet werden, um ihr Gefahrenpotential gering zu halten und ihr Ressourcenpotential zu nutzen [Brunner et al. 1998]. Bemerkenswert ist, dass sich 90 % des städtischen Metalllagers in der gebauten Stadt selbst und lediglich etwa 10 % in ihren Deponien befinden (siehe Abbildung 2).

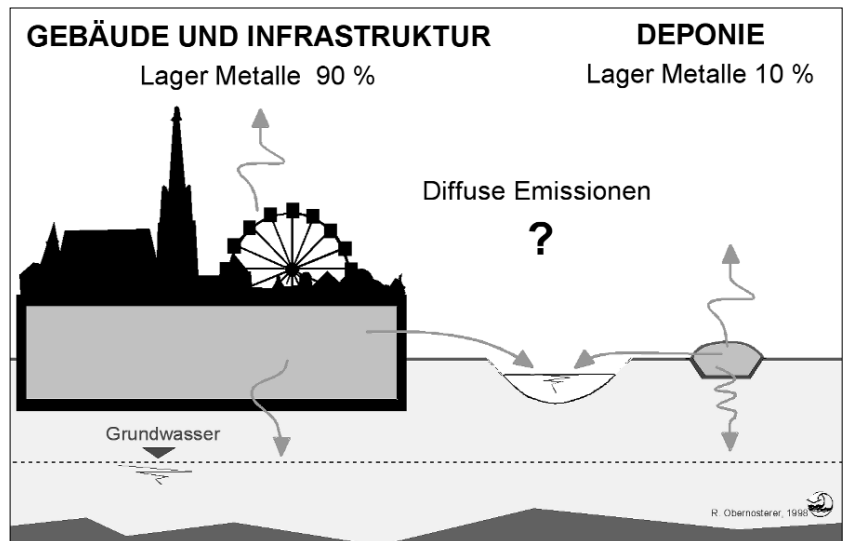


Abb. 2: Metalllager der Stadt Wien und Darstellung der potentiellen diffusen Emissionen [Obernosterer et al. 1998]

Ressourcenpotential des Lagers

In Zukunft gilt es, diese über lange Zeiträume in die Stadt verlagerten Güter- und Stoffmengen besser zu nutzen. Die Ausbeutung von Rohstoffen im Bergbau könnte zukünftig durch die Gewinnung von Ressourcen im „Stadtbergbau“ (city mining) [Obernosterer et al. 1998], [Obernosterer & Brunner 2000] ergänzt werden. So sind derzeit im Wiener Wasserleitungsnetz etwa 20.000 t Blei eingebaut [Möslinger 1998]. Das Ressourcenpotential dieser Menge würde ausreichen um 1,6 Millionen PKW- Bleiakkumulatoren herzustellen [Obernosterer et al. 1998]. Diese Überlegung zeigt, dass auch die Ressourcenfrage stofflich orientiert ist und dass dem Lager eine größere Bedeutung im Ressourcenmanagement eingeräumt werden muss.

Gefahrenstoffpotential des Lagers

Ein heute kaum beachtetes Gefahrenstoffpotential geht von den diffusen Stoffverlusten während der Nutzungsphase aus. Bestehende gesetzliche Maßnahmen konzentrieren sich vorwiegend auf Punktmissionen, wie beispielsweise Produktionsbetriebe, Deponien oder Abfallbehandlungsverfahren. Das (im Vergleich zu den Deponien) große Lager der gebauten Stadt selbst zeigt die Notwendigkeit, die diffusen Stoffverluste aus den Lagern während der Nutzung zu erfassen und zu bewerten. So zeigt eine Untersuchung aus Schweden, daß sich Chrom im Boden der Stadt Stockholm auf Grund der Stoffverluste aus den verbauten Metalllagern stark anreichert. Prognosen zeigen, daß die Konzentration an Chrom im Boden der Stadt Werte erreichen wird, die heute in Böden von Industriegebieten gemessen werden [Bergbäck et al. 1989].

Beispiele für diffuse Emissionen

FCKW Emissionen aus Dämmstoffen

Durch die internationalen und nationalen Verbote wurde der Einsatz von FCKW stark eingeschränkt. Trotzdem befinden sich durch die jahrzehntelange Verwendung dieser Stoffe noch bedeutende Mengen im Gebrauch. Das größte FCKW-Lager in Österreich befindet sich im Bauwesen [Obernosterer 1994]. Der relativ geringe jährliche Einsatz von FCKW-geschäumten Dämmstoffen (Konsum) hat in einer Zeitperiode von 30 Jahren zu einem im Vergleich großen Lager geführt. Beachtenswert ist der daraus folgende lange Zeitraum, in dem zukünftig Emissionen anfallen werden (Abbildung 3).

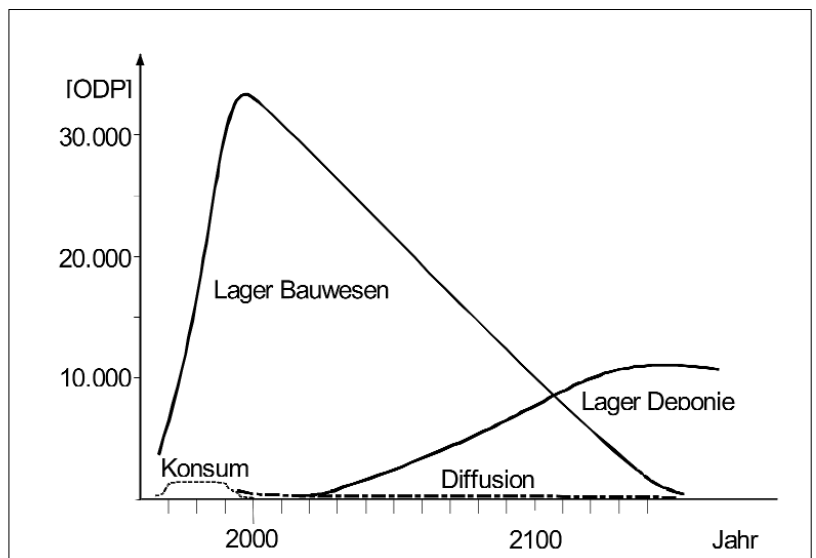


Abb. 3: Schematische Darstellung des Konsums, der Emissionen (Diffusionsverluste) und der zu erwartenden Lagerveränderung (incl. der Lagerverschiebung auf die Deponie) von FCKW-geschäumten Dämmstoffen, wenn keine gezielten Entsorgungsmaßnahmen gesetzt werden [Obernosterer & Brunner, 1997].

Bleiummantelte Energieträger- und Kommunikationskabel

In Wien sind 60.000 Tonnen Blei in Form von bleiummantelten Energieträger- und Kommunikationskabeln im Erdreich verbaut [Möslinger 1998]. Auf Basis dieser Untersuchung und einer angenommenen Korrosionsrate von $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-1} \text{ g/m}^2\text{d}$ wurde eine jährliche Bleifracht in den Wiener Untergrund von 1 bis 80 Tonnen ermittelt [Obernosterer 2000]. Im Vergleich mit der Bleideposition auf den Wiener Boden von 6 Tonnen pro Jahr [Paumann et al. 1997] zeigt sich, dass sich der Wert aus der Kabelkorrosion in der selben Größenordnung befindet.

Überlegungen zur MIPS-Berechnung von Freileitungsmasten

Nach der MIPS Methode wurden zwei Freileitungsmasten aus Beton und Stahl miteinander verglichen [Liedtke et al. 1995]. Der Vergleich zeigt, dass der Spannbetonmast bis zur Aufstellung ungefähr 3 mal mehr Primärrohstoffe als der Stahlgittermast verbraucht, mit dem Einsatz von Sekundärrohstoffen 2 mal soviel. Dieser Vergleich basiert auf den Material Inputs inklusive Energie, ohne der zur Herstellung benötigten Mengen an Wasser und Luft.

	Primärrohstoffe	mit Einsatz von Sekundärrohstoffen
Spannbetonmast	95 Mg	40 Mg
Stahlgittermast	39 Mg	21 Mg

Tabelle 1: Vergleich zweier Freileitungsmasten nach der MIPS Methode [Liedtke et al. 1995], Material Inputs inklusive Energie, ohne Wasser und Luft.

Ohne an dieser Stelle eine gesamte Stoffbilanz der Freileitungsmasten zu untersuchen, sei für die Erklärung des Konzeptes des Niedrigstoffhauses folgende Überlegung angestellt [entnommen aus Obernosterer 2000]. Stahlgittermasten sind in der Regel verzinkt oder mit einem Korrosionsschutzanstrich versehen. Auf Grund der Korrosion des Korrosionsschutzes kommt es zu Stoffverlusten und zu einer Kontamination des umliegenden Erdreiches. Bei Regenfällen werden die, in den Tropfen gelösten Korrosionsprodukte einerseits durch Abrinnen über die Mastfüße und andererseits durch Abtropfen und Windverfrachtung in das umliegende Erdreich gelangen. Würde man nun dieses kontaminierte Bodenvolumen in den Vergleich einrechnen, könnte die Interpretation der Ergebnisse zu anderen Schlüssen führen. Schon bei einer Annahme einer Fläche von 10 mal 10 Metern und einer Eindringtiefe des Zinks in den Boden von 30 cm beträgt das kontaminierte Bodenvolumen 30 m^3 (ca. 55 Mg). Das Beispiel zeigt, dass die Bedeutung der Stoffflüsse, die von einem Bauwerk in die umgebende Region gelangen, festzustellen ist. Das MIPS Konzept stellt einen guten Indikator für den Ressourcenverbrauch dar, der aber zur vollständigen Bewertung mit anderen Indikatoren kombiniert werden muss (beispielsweise durch die Kriterien der Stoffeffizienz).

Metallische Oberflächen und deren Korrosionsprodukte

Metallische Gebäudeoberflächen haben Korrosionsprodukte zur Folge, die in die Umwelt gelangen. Ein Vergleich der Zinkfrachten von einer Geschosswohnsiedlung mit einer Einfamilienhaussiedlung zeigt die Bedeutung der gewählten Materialien der Gebäudehülle auf die resultierenden Umwelteinflüsse [Obernosterer et al. 1997]. Vor allem in Abhängigkeit von der Dachform (Saum- oder Vollverkleidung) betragen in der Einfamilienhaussiedlung die Korrosionsfrachten jährlich zwischen 210 und 840 g Zn/ Haushalt und in der Geschosswohnsiedlung zwischen 140 und 280 g Zn / Haushalt. Die Siedlungsentwässerung hat einen wesentlichen Einfluss auf die regionale Stoffverteilung. Die in der Studie errechneten Korrosionsfrachten gelangen in die Dachabwässer. Werden diese Abwässer zum Bewässern der Grünflächen verwendet, führt dies langfristig zu einer unerwünschten Metallanreicherung des Bodens. Die Versickerung der Dachabwässer in einer Sickergrube vor Ort führt zu Metallanreicherungen im Sickerkörper. Bei der Ableitung der Abwässer im Kanal gelangt das Zink bei Trennkanalisation unmittelbar in den Vorfluter, bei Mischkanalisation gelangt über die Kläranlage ein Teil in den Klärschlamm und ein zweiter Teil in den Vorfluter.

Das Konzept des Niedrigstoffhauses

Das Konzept des Niedrigstoffhauses basiert auf der wesentlichen Säule der regionalen Stoffeffizienz mit den 2 Zielen, das Gefahrenstoffpotential möglichst gering zu halten und das in den Gebäuden verbauete Rohstoffpotential nach einem Gebäudeumbau oder -abbruch nutzbar zu machen.

Das Ressourcenpotential der vor Jahrzehnten dem Stand der Technik entsprechenden Freileitungen aus obigen Beispiel kann heute nicht effizient genutzt werden, da die Kosten für den Ausbau aus dem Bauwerk höher sind als der zu erwartende Erlös für den gewonnenen Rohstoff. Um die Voraussetzungen für

ein zukünftiges rentables Recycling zu schaffen sind beim Niedrigstoffhaus zwei grundsätzliche Anforderungen erfüllt: 1. werden sowohl Ort und Menge an verbauten Stoffen registriert und 2. werden bereits bei der Planung mögliche Rückbaumaßnahmen berücksichtigt.

- Zu 1.) Beim Bau des Niedrigstoffhauses wird eine Stoffbuchhaltung geführt, die neben den Plänen, die den Ort anzeigen, die Menge an verbauten Stoffen angibt. Bei der Wahl der Baumaterialien wird jenen der Vorzug gegeben, für die heute bereits Recyclingmöglichkeiten bestehen. Deshalb wird in der Stoffbuchhaltung festgehalten, welche Wiederverwertungs- oder Entsorgungsmöglichkeiten zum Zeitpunkt der Planung für die eingesetzten Güter und Stoffe bereits heute existieren.
- Zu 2.) Es werden jene Bauweisen bevorzugt, bei denen einzelne Baumaterialien möglichst einfach und daher kostengünstig aus dem gesamten Bauwerk ausgebaut werden können. Durch diese Rückbaustrategie kann das Niedrigstoffhaus als Rohstofflager für kommende Generationen angesehen werden. Es wird eine Erhöhung des Recyclinganteiles bei Reduktion der Entsorgungskosten erreicht. Damit können Rohstoffe, die heute noch aus weiten Teilen der Welt importiert werden, in Zukunft in unmittelbarer Nähe gewonnen werden („mining cities instead of nature“).

Zur Verringerung bzw. Vermeidung des Schadstoffpotentials basiert das Niedrigstoffhaus auf den oben dargestellten Erkenntnissen. Es werden die Stofflager des Hauses und die daraus resultierenden diffusen Stoffverluste während der Nutzungsphase erfasst und die ökologischen Folgen der Stoffflüsse in den Stoffsenken bewertet. Die Verringerung bzw. Vermeidung von diffusen Stoffverlusten ist einer der zentralen Bestandteile des Niedrigstoffhauses. Damit wird die Gefahr einer langsamen flächenhaften Kontamination großer Gebiete, insbesondere der Siedlungsgebiete abgewendet. Ein Vorteil der zuvor erwähnten Stoffbuchhaltung ist ihre Anwendung im Gefahrenstoffmanagement. Sollte ein nach heutigem Stand unbedenklicher Stoff plötzlich als Gefahrenstoff erkannt werden, ist im Niedrigstoffhaus ein rasches Handeln möglich. Da der Ort und die Menge der eingesetzten Stoffe bekannt ist, kann rasch eine Gefahrenstoffanalyse durchgeführt werden. Da Baukonstruktionen, die leicht rückgebaut werden können, eingesetzt wurden, ist ein gezielter und damit auch ein verhältnismäßig rascher und kostengünstiger Ausbau der Gefahrenstoffe möglich. Eine effiziente Rückbaustrategie ist auch im Hinblick auf die Entsorgung wichtig. Problemstoffe können heute in Bauschutt-sortieranlagen in nicht nennenswerter Weise von dem zur Wiederverwertung bestimmten Baumaterial getrennt werden [Schachermayer et al. 1998]. Das Inputmaterial in eine Anlage bestimmt die Sauberkeit des Outputmaterials und damit die Qualität des Recyclinggutes. Das bedeutet, dass möglichst sauberes Material in die Bauschutt-aufbereitung geliefert werden muss. Eine Forderung, die sich mit einem Rückbaukonzept erfüllen lässt, da hier die einzelnen Komponenten des Bauwerkes getrennten Entsorgungswegen zugeführt werden können. Deshalb müssen die Voraussetzungen zum Recycling bereits in der Planung geschaffen werden (design for recycling). Das bedeutet, dass beim Niedrigstoffhaus mit der Berücksichtigung eines Rückbaukonzeptes Schadstoffanreicherungen in den Recyclingmaterialien der Zukunft verhindert oder zumindest verringert werden.

Die obigen Beispiele zeigen deutlich, dass die Ergebnisse der Bewertung bezüglich der Umweltverträglichkeit von Region zu Region stark unterschiedlich sein können. So kann der Einsatz einer 20 m² metallischen Dachfläche in der Region A zu einem Umweltproblem führen, in der Region B hingegen spricht nichts gegen eine derartige Dachdeckung, da es aufgrund der regionalen natürlichen und technischen Gegebenheiten über Jahrzehnte oder Jahrhunderte zu keinen Schadstoffsenken kommt.

Daraus kann folgende Leitlinie abgeleitet werden:

Ähnlich der Bemessung des Fundamentes in der Baustatik, die sich der Tragfähigkeit des Untergrundes anpassen muss, müssen sich auch die Stoffflüsse des Bauwerkes der regionalen Tragfähigkeit der Umwelt anpassen.

Niedrigstoffhaus 1. Generation

Für praktische Erfahrungen mit diesem neuen Baukonzept ist eine schrittweise Vorgehensweise bei der Realisierung vorteilhaft. Deshalb hat sich die Ressourcen Management Agentur entschlossen, das heute ohne großen Mehraufwand umsetzbare Wissen im „Niedrigstoffhaus der ersten Generation“ zu bündeln. Die Grundlagen zum Bau eines Niedrigstoffhauses der ersten Generation sind heute vorhanden und konzentrieren sich vor allem auf die Nutzungsphase des Bauwerkes und die Gebäudehülle.

Aus den oben angeführten Phänomenen wurden zur Realisierung des Niedrigstoffhauses der ersten Generation folgende allgemeine Leitlinien formuliert:

- Es wird eine Reduktion oder Vermeidung diffuser Emissionen des Hauses bzw. deren Komponenten durch entsprechende Konstruktion bzw. Wahl der Baumaterialien angestrebt. Die Anforderung, das Bauwerk als Ganzes in die umgebende Region zu integrieren und zu bewerten, konzentriert sich bei der ersten Generation von Niedrigstoffhäusern auf die Gebäudehülle. Deshalb ist eine möglichst umweltneutrale Gebäudehülle anzustreben. D.h. die Stoffflüsse von der Oberfläche des Bauwerkes während der Nutzungsphase werden den natürlichen geogenen Stoffflüssen der umgebenden Ökosphäre angepasst.
- Auf den Einsatz von Stoffen mit nicht abschätzbarem Gefahrenstoffpotential wird verzichtet. Es wird eine Verringerung oder Vermeidung des Einsatzes von Problemstoffen (geringerer Stoffeinsatz, stoffeffiziente Baukonstruktionen) angestrebt. Deshalb wird inerten Baumaterialien (Steine) und nachwachsenden Rohstoffen (Holz) der Vorzug gegeben. Generell wird versucht Baumaterialien auch möglichst unbehandelt einzusetzen.
- Die diffusen Verluste aus der Nutzung dürfen in den Senken auch langfristig zu keinen Umweltproblemen führen (Kontaminationen: langfristige Sicherstellung zum Einhalten von Grenz- und Richtwerten). Neben der Gebäudehülle werden unter diesem Punkt auch erste ausgewählte Stofffrachten aus dem Inneren des Gebäudes erfasst und bewertet (z.B. aus dem Wasser- und Abwassernetz).
- Über die eingesetzten Stoffe wird Buch geführt. Baumaterialien werden möglichst so eingesetzt, dass sie aus dem Bauegefüge leicht rückgewonnen werden können.

Literatur

- Baccini, P. and Brunner, P.H. (1991) *Metabolism of the Anthroposphere*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 154 pages.
- Brunner, P.H., Daxbeck, H., Henseler, G., von Steiger, B., Beer, B. and Piepke, G. (1990) *RESUB - Der Regionale Stoffhaushalt im unteren Bünztal*. ETH Zürich, EAWAG, Abt. Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt, Dübendorf, Schweiz, 59 pages.
- Brunner, P.H., Baccini, P., Deistler, M., Lahner, Th., Lohm, U., Obernosterer, R. and Voet, E. van der (1998) *Materials Accounting as a Tool for Decision Making in Environmental Policy*, Summary Report. Institute for Water Quality and Waste Management, Vienna University of Technology, Vienna.
- Bergbäck, B., Anderberg, S. and Lohm, U. (1989) *Water, Air and Soil Pollution* 48, S. 391-407.
- Daxbeck, H. & Brunner, P.H. (1992) *Regional Material Balance as a Tool for Environmental Monitoring*. Symposium Proceedings, International Symposium on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Budapest '92, Seiten 474 - 476, Budapest, Hungary.
- Daxbeck, H., Lampert, Ch., Morf, L., Obernosterer, R., Rechberger, H., Reiner, I. & Brunner, P.H. (1996) *Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien, Projekt Pilot*. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien.
- Liedtke, C., Merten, T. & Schmidt-Bleek, F. (1995) *Materialintensitäten von Grund-, Werk- und Baustoffen (1). Die Werkstoffe Beton und Stahl. Materialintensitäten von Freileitungsmasten*. Wuppertal Papers Nr. 27, Wuppertal Institut (Hrsg.).
- Möslinger J. (1998) *Stadtstrukturbezogene Analyse des Güter- und Stoffhaushaltes der Stadt Wien - Ein Beitrag zur Entwicklung eines Ressourcenkatasters*. Diplomarbeit, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien, Wien.
- Obernosterer R. & Brunner P. H. (accepted December 2000) *Urban Metal Management - The Example of Lead*. In: *Water, Air, and Soil Pollution*.
- Obernosterer, R. (2000, in Ausarbeitung) *Methodisches Vorgehen zur Erfassung und Bewertung diffuser Emissionen aus metallischen urbanen Lagern am Beispiel von Blei und Zink*. PhD Theses.
- Obernosterer, R., Brunner, P.H., Daxbeck, H., Gagan, T., Glenck, E., Hendriks, C., Morf, L., Paumann, R. and Reiner, I. (1998) *Materials Accounting as a Tool for Decision Making in Environmental Policy - Case Study Report - The City of Vienna*. Institute for Water Quality and Waste Management, Technical University of Vienna, 133 pages.
- Obernosterer, R. & Brunner, P.H. (1997) *Baurestmassen als zukünftige Hauptquelle für FCKW in der Abfallwirtschaft*, Müll und Abfall 1/97, 29. Jahrgang, S. 89-95.

- Obernosterer R., Möslinger J. & Brunner P.H. (1997) Der Einfluss der Raumplanung auf den regionalen Stoff- und Energiehaushalt, Ein Beitrag zur Bestimmung und Quantifizierung, Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft. Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien.
- Obernosterer, R. (1994) Flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe - FCKW, CKW, Halone - Stoffflußanalyse Österreich. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien, Wien.
- Paumann R., Obernosterer R. & Brunner P.H. (1997) Wechselwirkung zwischen anthropogenen und natürlichem Stoffhaushalt der Stadt Wien am Beispiel von Kohlenstoff, Stickstoff und Blei. Hrsg. Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft, Wien.
- Settle, D.M. & Pattersen, C.C. (1980) Lead in albacore: guide to lead pollution in America. Science, 207, S. 1167 - 1176.
- Schachermayer, E., Lahner, Th. & Brunner, P.H. (1998) Stoffflußanalyse und Vergleich zweier Aufbereitungstechniken für Baurestmassen, 99 UBA Monographien, Umweltbundesamt Wien.

Diskussion

Frage:

Welche Materialien soll man für ein Niedrigstoffhaus verwenden?

Obernosterer:

Der Architekt entwirft nach wie vor und wählt die Form und die Baustoffe aus. Er trifft diese Wahl nach den bekannten Katalogen, die derzeit am Markt sind. Wir untersuchen erst anschließend die Stoffeffizienz mit der Analysemethode oder der Stoffstromanalyse.

Frage:

Welche Baustoffe können Sie konkret einem Bauräger vorschlagen?

Obernosterer:

Ich kann keinen Baustoff vorschlagen, weil ich Baustoffe im regionalen Zusammenhang betrachte. Von leicht flüchtigen organischen Stoffe, deren letzte Senke nicht bekannt ist, kann ich relativ leicht abraten. Bezüglich Zinkdachflächen ist die Aussage nicht so leicht zu treffen. 5 - 10 m² Zink oder Kupfer sind grundsätzlich mit dem Niedrigstoffhaus vereinbar. Mit dem Hersteller ist abzuklären, wie viel Blei im Zink enthalten ist, welches Herstellungsverfahren angewandt wird und welche Korrosionsraten das eingesetzte Zinkblech hat. Auf Basis dieser Daten kann ich die Senken für das Zink berechnen. Kommt es in diesen Senken in den nächsten 300 Jahren zu keiner wesentlichen Kontamination kann das Zink eingesetzt werden.

Frage:

Nach diesen Ausführungen müsste eigentlich der moderne Lehm- oder Lehm- und Grasbau in Kombination mit einem Grasdach z.B. mit Abstand am besten abschneiden. Beim Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen bleibt nur mehr das EPDM von der Folie über. Haben Sie das so konkret einmal betrachtet?

Obernosterer:

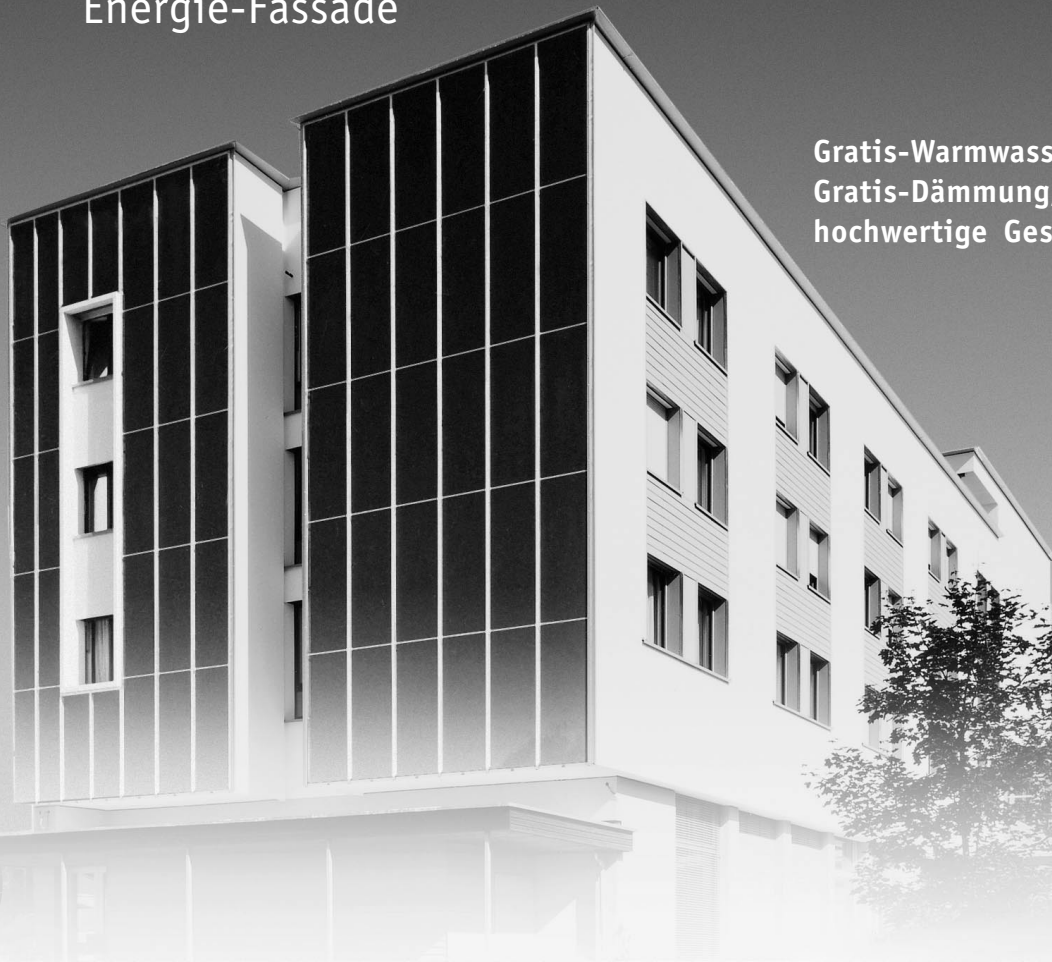
Zum Teil stimmt das, Gras- und Lehm- oder Lehm- und Grasbauweisen entsprechen von der Gebäudehülle her sehr weitgehend diesen Kriterien, weil die Emissionen, die ich angesprochen haben, nicht stattfinden. Ich glaube aber, dass die Freiheit gewährleistet werden sollte, auch andere Gebäudehüllen zu machen, die nicht nur aus Gras und Lehm bestehen.

Die vorherigen Fragen zielen darauf ab, die wissenschaftliche Arbeit in eine baupraktische Arbeit zu übersetzen, Lösungen zu finden und gemeinsam herbeizuführen. Das kann z.B. sein, dass es ein Zinkdach gibt, das über eine Regenrinne irgendwo in ein Absetzbecken entwässert wird, wo es auf irgendeine Art zu reinigen ist oder wo diese Absetzmengen erfassbar sind, also wo eine kontrollierte Senke z.B. auftritt. Es geht darum, durch Zusammenarbeit zwischen Baupraktikern und Wissenschaft solche Lösungen voranzutreiben und ins Baugeschehen einfließen zu lassen.

Energie-Fassade

Doma-Solar-
kollektoren:
Die Fassade,
die sich selbst
bezahlt.

Gratis-Warmwasser,
Gratis-Dämmung,
hochwertige Gestaltung.



AKS DOMA
Solartechnik

Im Westen geht die Sonne auf: www.aksdoma.com

Schüco VacuTherm Paneel Die innovative Klimahülle Ihrer Fassade

Maximaler Wärmeschutz bei minimaler Bautiefe:

Mit Bautiefen von 20-37 mm erzielt SCHÜCO VacuTherm U-Werte bis zu 0,18 W/m²K

Individuelle Gestaltungsfreiheit:

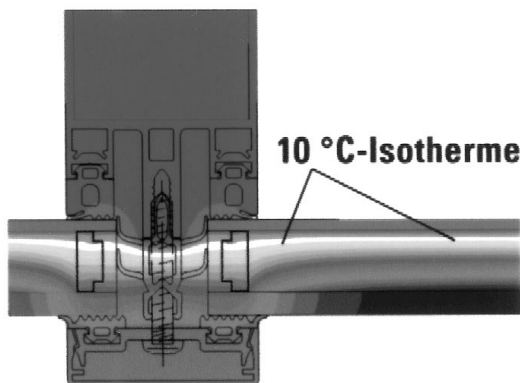
Mit einer Vielfalt an Farben, Strukturen und Materialien ergeben sich unterschiedlichste Möglichkeiten in der Außengestaltung

Problemlose Montage:

Gleiche Einspanndicken von SCHÜCO VacuTherm Paneel und Isolierglaseinheit vermeiden Dichtungsvorsprünge

Für weitere Informationen: www.alukoenigstahl.com, office@alukoenigstahl.com

+ 20 °C Innenlufttemperatur



- 20 °C Außenlufttemperatur

ALUKÖNIGSTAHL®

SCHÜCO
INTERNATIONAL