

Urban mining

Die Stadt – das Bergwerk der Zukunft?

Hans Daxbeck, Stefan Neumayer, Georg Schindl, Nathalia Kisliakova

Weltweit sind urbane Agglomerationen im Wachsen begriffen. Der Ressourcenbedarf dieser Systeme ist enorm. Ein Großteil der gegenwärtig gewonnenen Ressourcen wird in Städten verbaut und verbleibt dort meist über Jahrzehnte und fällt am Ende der Lebensdauer als Abfall an. Da die Lager der geogenen Erzlagerstätten im Abnehmen begriffen sind, sind innovative Lösungen zur Schonung unserer Ressourcen gefragt. Eine mögliche Antwort auf diese Problematik ist „Urban Mining“, die Stadt als zukünftiges Bergwerk.

Der Mensch hat seit jeher das Bestreben Bauwerke zu errichten, die Generationen überdauern. Neolithische Bauwerke wie der Hagar Qim Tempel auf Malta wurden vor etwa 5.500 Jahren erbaut. Während unsere Vorfahren aus der Steinzeit nur Bauten, Werkzeuge oder Kunstwerke aus Stein, Ton oder Knochen hinterließen und damit den natürlichen Stoffkreislauf nicht wesentlich beeinflussten, sind die Bauwerke unseres Zeitalters viel komplexer aufgebaut und stellen eine Herausforderung sowohl für die heutigen als auch für zukünftigen Generationen dar. Gegenwärtig werden der Erde auch mehr Materialien entnommen, als ihr im gleichen Zeitraum in Form von Abfällen wieder zurückgebracht werden. Vor allem die Qualität des zurückgegebenen Materials hat sich im Vergleich zum Aus-

gangsmaterial wesentlich verändert. Die ursprünglich der Natur getrennt entnommenen Rohstoffe wurden bei der Errichtung der Gebäude miteinander vermischt, verdünnt oder angereichert. Auch ist die konkrete Zusammensetzung der Gebäude in vielen Fällen unbekannt bzw. unerforscht. Die der Umwelt zurückgegebenen Abfälle sind somit auch Abbild und Folge unseres Lebensstils und unseres Konsumverhaltens. Sehr deutlich kann diese Situation am Beispiel des Bauwesens illustriert werden.

Veränderter Lebensstil, veränderte Bauweise

Die Veränderungen unserer Lebensweise und unseres Wirtschaftssystems widerspiegeln sich in der Zusammensetzung unserer Behausungen. Als nomadisierende Jäger und Sammler

konnten unsere Vorfahren keine größeren Lager aufbauen, als sie selbst und ihre Nutztiere tragen konnten. Zeltkonstruktionen schützten die Menschen vor den Witterungseinflüssen. Aber auch als sesshafter Bauer wurden vor allem mineralische und biogene Baustoffe wie Holz, Lehm, Schilf, Steine, Knochen verwendet. Metalle waren selten und kostbar und wurden, wenn überhaupt, im Hausbau sparsam eingesetzt. Dies setzte sich bis in die Gründerzeit fort.

So enthält ein durchschnittliches Haus aus 1900 86 Prozent Ziegelmauerwerk, 5 Prozent Steine und Beton, 5 Prozent Schlacke, 3 Prozent Holz und nur 0,5 Prozent Metalle. Bei einem Haus aus den 1970er Jahren wurde mit über 2 Prozent die vielfache Menge an Metallen im Gebäude verbaut. Der Anteil von Ziegelmauerwerk sank auf 40 Prozent zu Gunsten des Betonanteils, der sich auf 46 Prozent vergrößerte.

Somit unterscheidet sich der Ressourcenverbrauch von damals grundsätzlich vom heutigen. In unseren Bauwerken finden wir, neben natürlichen Produkten wie Metallen (Kupfer, Eisen, Zink) und Holz, auch künstlich hergestellte Materialien wie die Kunststoffe (Isolierungen von elektrischen Kabeln,

Hydroisierungsfolien für Dächer oder Mauern). Kunststoffe werden mit Additiven, wie z.B. Weichmachern, angereichert. Diese Weichmacher, beispielsweise Phthale in PVC, weisen teilweise ein hohes Umweltgefährdungspotenzial auf. Diese Materialien werden in den Gebäuden vermischt und am Ende der Lebensdauer der Gebäude zu Abfall.

Kleiner Anteil – große Bedeutung: Sieben Autos im Wohnzimmer

Während für 100 Quadratmeter Wohnfläche in einem Bronzezeithaus etwa 50 Tonnen an Baumaterialien eingesetzt wurden, werden in einem Gründerzeithaus rund 250 Tonnen Baumaterialien verbaut. Darin sind rund 1.300 Kilogramm Metalle zu finden. In unseren heutigen Wohnbauten ist in derselben 100-Quadratmeter-Wohnung mit rund 7.500 Kilogramm die fünffache Menge an Metallen zu finden. Diese Menge entspricht dem Gewicht von ca. 7 Personenwa-

gen. Die Änderung der Bauweise, aber auch der steigende Bedarf an Leitungsnetzen für Beheizung, Stromversorgung, Daten- und Informationsübertragung werden auch in Zukunft zu einem weiteren Anwachsen der Metalllager in unseren Bauwerken führen.

Seit dem Ende des vorletzten Jahrhunderts und dem Beginn der Industrialisierung hat der Verbrauch an vielen Metallen rasant zugenommen. So hat sich in den letzten 50 Jahren der Verbrauch an Kupfer und Eisen weltweit verdoppelt, jener von Aluminium verdreifacht. Der Verbrauch von Molybdän hat sich in diesem Zeitraum um 500 Prozent erhöht.

Die Haupteinsatzgebiete von Kupfer, Aluminium und Eisen sind unterschiedliche Bereiche des Bauwesens.

Rohstoffhaushalt am Beispiel Kupfer

Welche Mengen an Kupfer werden in einer Volkswirtschaft eingesetzt? Woher kommen sie? Wo lagern sie

sich ab und wieviel gelangt in die Abfallwirtschaft? Zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen eignen sich Stoffflussanalysen hervorragend. So zeigt der Kupferhaushalt Österreichs, dass dieser von großen Flüssen importierten und exportierten Kupfers geprägt ist. In Österreich wird bergmännisch kein Kupfer gewonnen, daher werden insgesamt jährlich 305.000 Tonnen Kupfer importiert. Im gleichen Zeitraum verlassen 223.000 Tonnen Kupfer Österreich. Somit verbleiben 80.000 Tonnen Kupfer pro Jahr im Land. Unter Berücksichtigung des in Österreich anfallenden recycelten Kupfers werden jährlich 108.000 Tonnen an Kupfer konsumiert. Das anthropogene Kupferlager in Österreich beträgt etwa 1,4 Millionen Tonnen Kupfer, pro Einwohner sind dies etwa 175 Kilogramm Kupfer. Der gegenwärtige Wert (Jänner 2009) dieses Kupferlagers liegt bei 4,2 Milliarden Euro. Vor sechs Monaten wären es noch fast 10 Milliarden Euro gewesen.

„Urban Mining“ hat eine lange Tradition: Die Baumaterialien des Kolosseums wurden über Jahrhunderte als Rohstoff für neue Bauten genutzt. Die Bauweise moderner Gebäude (Wörthersee Stadion, Klagenfurt) erfordert neue Verfahren, um die enthaltenen Ressourcen nutzen zu können.

© David Iltf



Ein Blick in das Lager zeigt, dass 80 Prozent des Kupfers in Gebäuden (elektrische Leiter, Litzen, Kabel, Rohre, Bleche und Bänder) und Netzwerken (Elektrizität, Telekommunikation und Eisenbahn) und 20 Prozent in langlebigen Gebrauchsgütern (KFZ, Elektrogeräte) enthalten sind. Im Vergleich dazu ist das Kupferlager in Deponien und in den natürlichen Kupferlagerstätten Österreichs mit jeweils ca. 300.000 Tonnen Kupfer viermal kleiner!

Das anthropogene Kupferlager wächst jährlich um 6-8 Prozent. Der Einsatz langlebiger Güter hat einen Lageraufbau in der Anthroposphäre zur Folge. Damit werden große Mengen des Kupfers, aber auch viele andere Stoffe wie beispielsweise Eisen oder Aluminium für Jahre bis Jahrzehnte in den langlebigen Konsumgütern und in den Gebäude- und Netzwerklagern gebunden.

Recycling in der Wertschöpfungskette

Von dem in den Abfällen befindlichen Kupfer gelangen 90 Prozent in diverse Recyclingprozesse sowohl im Inland als auch im Ausland.

Etwa 15 Prozent der Kupferabfälle sind Alt-Kabel. Davon werden ca. 40 Prozent in Österreich recyclet, die restlichen 60 Prozent werden im Ausland aufbereitet. Neben den Alt-Kabeln wird etwa die dreifache Menge als Kupferschrott exportiert. Insgesamt werden etwa 40 Prozent des Kupferabfalls exportiert und gehen somit dem österreichischen Produktionssektor als Rohstoff verloren.

Die Rohstoffe zur Kupferherstellung sind Metallerze oder Konzentrate aus Minen sowie Recyclingmaterialien. Nicht nur Österreich, sondern viele europäische Staaten müssen in Ermangelung natürlicher Kupfervorkom-

men ihren Bedarf durch Importe und Wiederverwertung von Kupferabfällen decken. Aus Ländern wie China oder Indien ist in den letzten Jahren eine verstärkte Nachfrage nach Rohstoffen zu verzeichnen. Um diese Nachfrage zu befriedigen, werden auch protektionistische Handelsinstrumente (wie Steuerrückvergütungen, Importzölle, Exportverbote) eingesetzt, Wettbewerbsverzerrungen sind die Folge. Erze, Konzentrate und vor allem Schrotte fließen aus Europa ab, da der europäische Sekundärrohstoffhandel mit den „asiatischen“ Preisen nicht mithalten kann. Dies hat schlussendlich einen Einfluss auf die gesamte Wertschöpfungskette von der Kupfererzeugung bis zur Güterproduktion. Da Österreich nur Recyclingmaterial für die Kupferherstellung verwendet, bedeutet diese Entwicklung zunehmend ein Abfließen der in Österreich



© Andreas Knoll

Steinzeithäuser bestanden aus wenigen Materialien, die leicht zu trennen waren und einfach verwertet werden konnten. In einem modernen Haus sind eine Vielzahl an Materialien oft untrennbar miteinander verbunden und landen als Baurestmasse in Deponien.



© Wissenschaftl. Presseagentur Guttau

vorhandenen Kupferabfälle (Schrotte und Alt-Kabel) in Richtung Fernost, gepaart mit dem schwieriger werdenden Einkauf von Kupferschrotten auf dem Weltmarkt. Auf längere Sicht bedeutet dies eine Gefährdung des Standortes Österreich in der Sekundärrohstoffaufbereitung. Denn bei einem kontinuierlichen Rückgang der in Österreich verfügbaren kupferhaltigen Abfälle wird ein effizientes Recycling zunehmend ökonomisch unrentabel.

Knapp 10 Prozent des Kupfers in den Abfällen werden mit den Baurestmassen auf Deponien abgelagert und somit auch einem zukünftigen Recycling entzogen. Über die Baurestmassen schließt sich der Kreis zum eingangs zitierten Gebäude. Während sich in der Steinzeit die Zusammensetzung der verwendeten Baustoffe nach der Nutzung des Gebäudes nur geringfügig änderte, führt der Abriss eines heutigen Gebäudes zu einer stark veränderten stofflichen Zusammensetzung. Zwar besteht Stahlbeton aus in der Natur vorkommenden Komponenten, wie Eisen, Kies, Wasser und Sand. Darüber hinaus befindet sich eine Vielzahl unterschiedlicher Stoffe im Abbruchmaterial. Daher kommt einer effizienten Ausschleusung sowohl von Wert- als auch von Schadstoffen eine große Bedeutung zu.

Städte als riesige Rohstofflager

In Gebäuden, der Infrastruktur, in Elektrogeräten und Fahrzeugen ste-

cken wertvolle Rohstoffe, wie Kupfer, Aluminium, Eisen, Silizium, Gold, Silber, Zinn, Zink, Nickel, Chrom, Blei, Titan, Cobalt, Palladium und Quecksilber. Die meisten dieser Ressourcen sind begehrt. Unser Konsum führt dazu, dass die geogenen Lagerstätten dieser Rohstoffe ständig schrumpfen, während in den Städten immer mehr Produkte angehäuft werden.

Das geogene Eisenlager des Erzbergs ist mit 5,5 Tonnen je Einwohner inzwischen etwa gleich groß wie das anthropogene Lager mit 4,5 Tonnen je Einwohner. Bereits in wenigen Jahren wird das anthropogene Lager auf mehr als 25 Tonnen je Einwohner anwachsen und damit das geogene bei weitem übersteigen. In 100 Jahren wird es in Eisenerz keinen Erzbergbau mehr geben. Dem gegenüber steht ein anthropogenes Lager von etwa 81 Tonnen je Einwohner.

Der anthropogene Anteil der Kupferlager beträgt in Österreich derzeit rund 270 Kilogramm pro Einwohner. Bei einem linearen Anstieg wird er sich bis 2050 verdoppeln. Im Fall von Zink wird sich der gesamte anthropogene Anteil von heute 68 Kilogramm bis zum Jahr 2050 auf über 200 Kilogramm je Einwohner fast verdreifachen.

Aus Ressourcensicht kommt der Nutzung dieses anthropogenen Lagers eine enorme Bedeutung zu, da Primärressourcen geschont werden. Darüber hinaus zeigt der ökologische

Rucksack, der die ökologischen Folgen der Herstellung der Güter, wie den Energieverbrauch für Gewinnung, Herstellung und Transport, den Wasserverbrauch, den Materialeinsatz aufzeigt, dass für 1 Tonne Eisen 15 Tonnen Ressourcen verbraucht werden, für 1 Tonne Aluminium man 85 Tonnen Ressourcen benötigt oder 1 Tonne Kupfer 500 Tonnen Ressourcen erfordern. Beim Recycling ist dieser Rucksack um ein Vielfaches kleiner.

Man kann sich Städte als riesige Rohstofflager vorstellen. Die Herausforderung ist es, zukünftig die Rohstoffe aus den Gebäuden und den Gütern zurück zu gewinnen. Diese Idee steckt hinter dem Begriff „Urban Mining“.

Durch „Urban Mining“ sollen zukünftig die Rohstoffe in den anthropogenen Lagern verstärkt genutzt werden, um die natürlichen Lagerstätten zu schonen, den Schadstoffausstoß zu minimieren und Energie einzusparen. Eine Bewirtschaftung dieser Lager ist notwendig, um auch langfristig das Ziel der Ressourcenschonung zu erreichen. Ein effizientes Ressourcenmanagement ist die Abfallwirtschaft der Zukunft. Die Bergwerke der Zukunft werden die Städte von heute sein. ─

Mag. Hans Daxbeck ist Geschäftsführer, Dipl.-Ing. Stefan Neumayer und Dipl.-Ing. Georg Schindl sind Mitarbeiter der Ressourcen Management Agentur (RMA); Dipl.-Ing. Nathalia Kisliakova ist Mitarbeiterin der Umweltbundesamt GmbH, Wien.

