

## **Transkription des Vortrages von Prof. Dr.-Ing. Anja Rosen**

Ich beschäftige mich schon seit vielen Jahren mit dem Thema, wie wir Stadt als Rohstoffmine nutzen. Wir haben hier ein großes anthropogenes Lager. Unser Ressourcenverbrauch, den wir in den letzten Jahrzehnten hatten, stammt aus dem Bauwesen, das wissen Sie alle. Insofern hat sich dieses Lager immer mehr erhöht, auf fast 28 Milliarden Tonnen.

Da stecken natürlich sehr wertvolle Materialien drin, etwa Metalle und seltene Erden, aber auch unsere typischen Baumaterialien, die immer knapper werden. Wir merken das an der Steigerung der Preise für Kies und Sand. So gilt es doch eigentlich, dieses Lager so gut wie möglich zu nutzen.

Um das zu tun, habe ich den "Urban Mining Index" entwickelt im Rahmen meiner Promotion. Das ist ein Planungs- und Bewertungsinstrument für Architekten, um schon in der Neubauphase oder im Falle einer Sanierung, ein Gebäude so zu planen und zu bauen, dass recyclingfähige Materialien verwendet werden, die leicht zurückgewonnen werden und wiederverwendet werden können.

In dem Lager stecken diese Arten von Baustoffen, ich habe sie noch einmal aufgeführt, jede Menge mineralische Materialien, aber auch Gips, der in Zukunft knapp wird. In Zukunft, weil Kohlekraftwerke eben abgeschaltet werden und es deshalb gilt, auch solche Materialien im Kreislauf zu führen. Und natürlich Holz, Kunststoffe und Metalle.

Aber diese Materialien haben alle ein unterschiedliches Nachnutzungspotenzial. Die Bauindustrie behauptet immer wieder, warum sollen wir denn noch mehr recyceln, wir haben doch schon eine der höchsten Raten in Europa, über 80 Prozent. Aber das ist mitnichten so, weil das kein Recycling ist. Deswegen müssen wir tunlichst unterscheiden zwischen den verschiedenen Stufen der Qualitätsnachnutzung.

Der allererste Weg wäre natürlich die Vermeidung, also gar nicht erst zu bauen, sondern Bestandsgebäude wiederzunutzen. Das nächste Ziel wäre die Wiederverwendung, also Materialien irgendwo auszubauen und anderswo wieder einzubauen. Auch dafür gibt es in letzter Zeit sehr schöne positive Beispiele. Consular etwa, die versuchen das gerade sehr stark voranzutreiben, in solchen Plattformen, wo Gebäude aufgenommen werden, bevor man überhaupt den Rückbau plant. Dann gibt es eben die nachgeschaltete Wiederverwertung, also ein Recycling auf hohem Qualitätsniveau.

Das, was wir aber weitermachen, nämlich die Weiterverwertung, da haben wir immer einen Qualitätsverlust. Meist sogar einen massiven Qualitätsverlust. Baustoffe, wie mineralische Baustoffe aus Beton oder Mauerwerk, werden gebrochen und zur Verfüllung genutzt oder landen im Straßenneubau. Diesen Wertverlust kann man sogar monetär beziffern, wenn man weiß, dass eine Tonne Beton 130 Euro kostet und eine Tonne von dem Recyclingstoff, der nur noch einen Preis von 8 bis 10 Euro die Tonne hat, je nach Region. Dann kann man allein schon daran den

Qualitätsverlust festmachen. So ist das Ziel, in Zukunft möglichst hochwertige Verwendungswege zu finden.

Das berücksichtigt die Systematik, die ich im Rahmen meiner Forschung entwickelt habe, der "Urban Mining Index", der dieses Jahr die Sustainability Challenge der DGNB in der Kategorie "Forschung" gewonnen hat. Das funktioniert so, dass sich Planer schon beim Neubau während der Planung in die Rückbauphase versetzen. Das heißt, erst mal zu schauen, kann ich Materialien einsetzen, die schon wiederverwendet sind, die wiederverwertet sind auf hochwertigem Niveau oder erneuerbare Rohstoffe sind.

Über den Lebenszyklus werden dann alle eingehenden Materialien ermittelt, auch die, die während des Lebenszyklus ausgetauscht werden müssen, und am Ende orientiert sich der Planer dann daran, kann ich die Materialien hochwertig wiederverwerten oder -verwenden oder ist es möglicherweise doch Abfall. Da liegt ein besonderer Fokus auf dem Rückbau, denn der ist schon heute entscheidend, wenn wir die urbane Mine nutzen, wird aber auch später entscheidend sein, wenn man probiert, demontagefähig zu konstruieren.

Was ist an dieser Systematik das Besondere? Erstmals wird hier der selektive Rückbau schon bewertet oder die Möglichkeit des selektiven Rückbaus wird bewertet. Und zwar habe ich Kriterien definiert, an denen sich das bemisst. Da ist die Arbeit, die für den Rückbauunternehmer hat, um Materialien zu demontieren und welchen Wert haben diese Materialien? Denn wir wissen alle, in der Marktwirtschaft, in der wir leben, spielt es für den Rückbauunternehmer eine große Rolle, ob er Materialien hat, die so entnehmbar sind, dass sie wiederverwertet werden können. Die Wirtschaftlichkeit des selektiven Rückbaus ist entscheidend, was hinterher mit den Materialien passiert. Ist es ein hochwertiges Wiederverwertungsszenario oder ist es ein typischer Abbruch, wo das meiste hinterher downrecycelt wird oder auf die Deponie geht.

Diese Daten, die man dazu braucht, die finden sich alle schon längst im "Atlas-Recycling", den Annette Hildebrandt und ich vor drei Jahren geschrieben haben. Die Daten sind eben in diesem "Urban Mining Index" integriert.

Wie stellt sich das Ganze hinterher dar? Über den Lebenszyklus gibt es nämlich eine sogenannte Re-use-Phase, also was bringt man in der Nutzungsphase in ein Bauwerk ein und was kann man später in der Nutzungsphase wieder herausnehmen. Dann werden die Anteile an wiederverwendeten oder wiederverwerteten und später weiterverwend- oder -verwertbaren Materialien bilanziert und hinterher zu einem Gesamtindikator zusammengeführt.

Dafür haben wir nicht nur die Systematik entwickelt, sondern auch sehr viel geforscht. Wir waren bei Industriepartnern und haben Rückbaustände untersucht. Das waren ja die damaligen Anfänge der IR Bau. Da haben wir im Versuchsstand getestet, wie ausgebaute Fassaden oder ausgebaute Dächer auseinander zu nehmen sind und haben das in Form der Arbeitszeit und der Energie, die in Maschinen steckt, ermittelt. Das Ganze haben wir an den Rückbaustellen getan. Damit haben wir einen Katalog entwickelt, an dem man Benchmarks festmachen kann. Das heißt, wir haben die physikalische Größe Arbeit zugrunde gelegt und haben in verschiedensten Kategorien, beispielsweise Hüllflächenbauteile, Tragwerk, Innenausbaumaterialien und so weiter, gemessen, welcher Rückbauaufwand dafür entsteht. Dann haben wir diese Aufwände einsortiert in einen Katalog und haben daraus eine Skala gebildet. So ist es erstmals möglich, diesen

Rückbauaufwand quantitativ zu beziffern und damit messbar zu machen. Aufgrund der Skala wird dann ein Faktor entwickelt, der in der neu entwickelten Formel zur Berechnung die Zirkularitätsphase angibt.

Was die Werte der Materialien angeht, ist bisher keine Statistik zu rückständigen Werten von Bauabbruchabfällen vorhanden gewesen. Das heißt, ich habe zweimal während meiner Promotion eine Umfrage gemacht, um bei Abbruchunternehmen zu erfahren, was ist eigentlich sortenreiner Beton wert oder zurückgebaute Ziegel oder Holz der Altholz-Kategorie 1 oder 2, je nach Verschmutzung. Dabei habe ich festgestellt, dass es einen sehr großen Unterschied in der Entsorgung macht, ob man saubere Materialien beim Verwerter anliefert oder verschmutztes Material. Das ist für den Rückbauunternehmer auch das Entscheidende, dass er eben Materialien zurückgewinnt, die sortenrein sind, dass er weniger Entsorgungsgebühren bezahlen muss und im besten Fall alternative Werte hält, wie bei Schrotten beispielsweise möglich.

Das Ganze haben wir erstmals beim Rathaus Korbach angewandt. Das ist ein Modellprojekt, worüber ich schon bei der re-source Konferenz 2019 berichtet habe. Damals war das Projekt in Planung, jetzt ist es fast fertig. Im Dezember soll es dem Bauherrn übergeben werden. Einige erinnern sich vielleicht an das alte historische Rathaus. Die Stadt wollte neben diesem alten Rathaus, neben dem es im Laufe der Jahrhunderte immer mal wieder etwas gebaut wurde, einen neuen Anbau realisieren und agn Heimspielarchitekten hatte diesen Wettbewerb gewonnen. So war es eine glückliche Fügung, dass ich von der Universität Wuppertal, gleichzeitig tätig in der agn Gruppe, diese Erfahrung mitbrachte, um dieses besondere Konzept zu realisieren.

Neben dem alten Rathaus hatte bis vor kurzem dieses Projekt gestanden, ein Bau aus den 70iger Jahren, ein Kind seiner Zeit, Beton-Brutalismus aus den 70igern. Kann durchaus teilweise schön sein. Hier in der Innenstadt von Korbach war es irgendwie nicht besonders sensibel eingefügt worden. Das Gebäude war marode. Ich habe tatsächlich versucht, diesen Anbau zu erhalten. Ich habe Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen gemacht. Es hätte erst einmal versucht werden müssen, sehr viel Licht ins Innere zu bekommen, das wäre wahnsinnig teuer gewesen. Auch gestalterisch funktional und aus städtebaulichen Gründen war es nicht gewollt, dieses Bauwerk zu erhalten. Und ich glaube, manchmal darf man dann auch im Sinne einer Stadtreparatur einen Rückbau durchaus verantworten und umsetzen. Aber der Stadt Korbach war es eben nicht egal, was mit den Ressourcen passiert, die darin verbaut sind. Und so wurden wir gefragt, ob wir für diesen Anbau nicht ein Urban Mining-Konzept entwickeln können.

Das ist erstmals in Deutschland so umgesetzt worden, wie wir es dort geplant haben. Das Ziel war es, die Bestandsmaterialien, allen voran die mineralischen Materialien, zurückzugewinnen, sie ortsnahe aufzubereiten und daraus ressourcenschonenden Beton herzustellen. Der Neubau war aus dem Wettbewerb schon als Skelettbau hervorgegangen, es wurde also nicht lange herumgeplant, sondern Ziel war es, die Betonbauteile möglichst wiederzuverwerten, hochwertig, und daraus den Neubau zu erstellen.

Dann haben wir der Stadt Korbach gesagt, natürlich müssen wir auch weiter denken, den Kreislauf zu Ende denken. An dieser Stelle ein Appell an alle Architekten, denkt bei Eurer Planung das Bauwerk zu Ende und im Kreislauf. So haben wir nicht nur ein Urban Mining-Konzept entwickelt, sondern auch ein umfassendes Urban Mining-Designkonzept.

Man kann aus den Bildern erkennen, es ist weitestgehend ganz sortenfreier zurückgebaut. Das hat

leider nicht immer funktioniert, auch darüber berichtet ich gerne, weil man natürlich auch auf Hindernisse stößt. Wir hatten zum Beispiel über dem Ratssaal so eine Brückendecke mit verlorener Schalung, wie sie damals viel gebaut wurde. Die war beim besten Willen nicht wirtschaftlich auf der Baustelle sortenrein trennbar. Wenn da die ganzen Holzmaterialien in jeder einzelnen Brücke mit dem Styropor dahinter hätten ausgebaut werden müssen, das war einfach zu viel. Also hat der Rückbauunternehmer darauf bestanden, dass es am Stück abgebrochen werden kann. Das hat nicht wenige Anteile dieses Betons verunreinigt, so dass wir am Ende nicht das zurückgewonnen haben, was ursprünglich geplant war. Ziel war es eigentlich, aus dem alten Bestandsbau sämtliche Gesteinskörnung zu gewinnen, die wir maximal nach der Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton einsetzen können. Das ist aufgrund solcher Dinge hier nicht ganz gelungen. Wir haben etwa die Hälfte des Tragwerks aus Rückbau erstellen können. Wir haben die Entfernung der 30 Kilometer entfernten Rückbauanlage nachgewichtet, denn das hätte man nicht ortsnah machen können.

So wurde das Korn dann hier gebrochen. Die verunreinigten Materialien wurden nachgewichtet. Bis wir dann hinterher so eine Körnung hatten, aus der wir dann neuen ressourcenschonenden Beton herstellen konnten.

Das Projekt wurde begleitet von der Uni Kassel, um unabhängig nochmal eine Überprüfung zu haben, wird das Ganze dokumentiert, werden alle ein- und ausgehenden Materialien dokumentiert. Die Uni Kassel hat dann den Materialfußabdruck und den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck berechnet. Man kann hieraus erkennen, das betrifft nur das Urban Mining, also die Wiedergewinnung des Betons, dass wir hier stoffliche Ressourcen einsparen konnten zwischen 34 und 37 Prozent auf Grundebene. Das heißt, auf materieller Ebene haben wir viel sparen können. Aber, was wir uns vorher natürlich auch schon gedacht haben, zum Klimaschutz trägt der Beton nur begrenzt bei.

Wir haben peinlich darauf geachtet, dass wir nicht mehr Zement einsetzen, was natürlich der Teiber im Beton ist. Zement ist hauptsächlich verantwortlich für den Klimafußabdruck von Beton. Aber immerhin konnten wir es schaffen, hier bei diesem Recyclingszenario, bis zu sieben Prozent Treibhausgase auf der Produktebene einzusparen. Bei dem WU-Beton immerhin ein Prozent. Das ist eben ein wichtiger Grundsatz, dass man den Zementanteil nicht erhöht, wie das oft gemacht wird, wenn mehr Rezyklate eingesetzt werden. Dazu gibt es ein Projekt in der Schweiz, wo sehr viel RC-Beton eingesetzt wird, auch über die Richtlinie in Deutschland hinaus, da wird noch meist mehr Zement beigemischt. Das kann natürlich nicht Ziel sein, weil damit natürlich das Treibhausgasniveau erhöht wird. Das ist nicht notwendig.

Wir haben dann, nachdem wir das Tragwerk erstellt haben, wie schon in der Ausführungsplanung, darauf geachtet, wie wir den Neubau erstellen müssen, damit der als urbane Minie für nachkommende Generationen dienen kann. Da haben wir den "Urban Mining Index" berechnet und optimiert, das heißt, wir haben uns jedes Detail vorgeknöpft mit sämtlichen Schichtaufbauten und haben dann die Anteile an Rezyklaten, die schon enthalten sind, oder erneuerbare Rohstoffe berechnet daraufhin, was passiert hinterher mit dem Material.

Dann kann man sehen, dass plötzlich eine ganz andere Konstruktion entstanden ist. Statt einer vielbeschichteten Bodenplatte haben wir eine reduziert Materialvielfalt eingesetzt. Das ist ein wichtiger Grundsatz im Urban Mining-Design, die Materialvielfalt möglichst zu reduzieren. So

haben wir hier eine WU-Bodenplatte, die abdichtende und tragende Funktionen übernimmt. Wir haben auf jegliche Abklebung verzichtet. Unter der Bodenplatte haben wir mit Schaumglasschotter gedämmt, der zu 100 Prozent aus Altglas besteht.

Dann noch ein Foto von dem Anbau, der schon fast fertig ist. Da ist noch eine Besonderheit zu erkennen, nämlich bei der Fassade. Auch dort haben wir Rezyklate eingesetzt, um das besondere Urban Mining-Konzept auch eben nach außen darzustellen. Um zu zeigen, hallo, auch mit Abfällen, also Wertstoffen, kann man etwas sehr Schönes bauen.

Wir haben es geschafft den Urban Mining Indicator von 30 Prozent auf 50 zu erhöhen. Der Urban Mining Indicator ist im "Urban Mining Index" der gewichtete Maßstab auf Gebäudeebene, wo eben die unterschiedlichen Qualitätsstufen gewichtet werden.

Diese 50 Prozent sind schon ein sehr gutes Ergebnis für diese Bauweise. Mehr ginge, wenn die Richtlinien vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton überarbeitet wird. Die ist momentan in Bearbeitung und wir hoffen, dass sich da noch etwas weiterentwickelt, damit man zukünftig mehr Rezyklate einsetzen kann.

Noch etwas von einem anderen Projekt: Die Forschungshäuser in Bad Aiblingen, die vielleicht einige von Ihnen kennen, haben wir vor kurzem im Nachhinein mit dem "Urban Mining Index" bewertet. Da ist man auf uns zugekommen, als man von dem Bewertungstool hörte, und wollte wissen, wie die abschneiden. Das besondere an diesen Häusern ist, dass sie in gleicher Kubatur errichtet wurden, aber in unterschiedlicher Bauweise, in Leichtbeton, Holz und in Ziegelbauweise.

Dann haben wir für alle Bauteile die Zirkularitätsrate berechnet und haben hinterher auf Gebäudeebene die Ressourcen zusammengeführt. Jetzt kann man erkennen, dass die alle ein bisschen ähnlich abschneiden. Das liegt daran, dass in allen drei Häusern die Gründung und die Decken in Stahlbetonbauweise realisiert worden sind und da stecken nun mal die großen Massen drin. Insgesamt am besten abgeschnitten hat das Haus mit den Hauswänden, also Außen- und Innenwände aus Holz, gefolgt von dem Haus in Leichtbeton. Die Ziegel haben einen kleinen Nachteil, weil sie hauptsächlich aus Primärmaterial hergestellt sind.

Jetzt haben wir das Tool weiterentwickelt zu einem Planungstool für Architekten, was wir auch zur Verfügung stellen wollen. Es durchläuft derzeit den Urban Solar Decathlon 2021/2022, das ist sozusagen die Beta-Phase.