

Urban Mining 4.0

Zusammenfassung

Weltweit werden immer mehr Menschen in Städten wohnen, bis 2050 wird sich die Zahl verdoppeln. Unter anderem mit der steigenden Bevölkerung ist ein steigender Rohstoffverbrauch bei sinkender Verfügbarkeit von Ressourcen verbunden. Mit dem Wachstum der Städte wachsen diese aber auch zugleich als Lagerstätten für eben diese Rohstoffe. Häuser und Infrastrukturen enthalten Baumaterialien und Metalle, die wiederverwertet werden können. Computer, Handys und Batterien gehören zu den Geräten, die Industriemetalle benötigen, die als Seltene Erden bezeichnet werden. Die Ursprungsquellen der Industriemetalle sind noch dazu in wenigen Ländern konzentriert, insbesondere in China, was eine politische und wirtschaftliche Abhängigkeit mit entsprechenden Risiken für die Wirtschaft bedeutet. Urban Mining gilt als Ansatz, die Lagerstätten in den Städten nutzbar zu machen (Binnemans et al. 2013). Wenn bisheriges Urban Mining systematisch mit Ansätzen der Kreislaufwirtschaft und der Internet- und Sensor-Vernetzung von Industrie 4.0 verbunden wird, kann daraus ein Urban Mining 4.0 entstehen.

Überblick zum Thema

Seit Jahrzehnten werden Bodenschätze in die Industriestaaten transferiert und zu Infrastrukturen, Häusern, Maschinen und elektronischen Geräten verbaut. Seit Rohstoffe in ihrer ursprünglichen Form weltweit knapper und teurer werden, wird die Stadt als neue Rohstoffquelle entdeckt. Das Konzept des Urban Mining bezieht sich darauf, Städte als Äquivalent zu einem Bergwerk zu begreifen. Rohstoffe, unter anderem wertvolle und seltene Stoffe müssten nicht mehr aus Boden und Gestein gewonnen werden, sondern aus alten Maschinen, aus ausgedienten Gebäuden, aus Mülldeponien und elektronischen Altgeräten. Diese Rohstoffe, die durch Aufarbeitung (Recycling) aus entsorgtem Material gewonnen werden, werden als Sekundärrohstoffe bezeichnet. Die verarbeiteten Metalle und insbesondere die Seltenen Erden aus den verarbeiteten Produkten wieder zu extrahieren, ist eine umfassende sozio-technische Herausforderung der nächsten Jahrzehnte.

In den Städten sind sowohl in intakten Gebäuden und der verbauten Infrastruktur als auch in den anfallenden Mengen an Bauschutt eine Vielzahl von Rohstoffen enthalten: Sowohl mineralische Materialien wie Beton, Ziegel und Keramik als auch Basismetalle wie Stahl, Aluminium und Kupfer. Dazu kommen Kunststoffe, Gips und Holz. Mit recyceltem Beton lassen sich wieder ganze Gebäude errichten.

Elektroschrott (siehe „Illegaler Handel mit E-Schrott“, S. 81) fällt in steigendem Ausmaß an und droht zu einem globalen Problem von unüber-

*umfassende sozio-
technische
Herausforderung der
nächsten Jahrzehnte*

schaubarem Ausmaß zu werden. Urban Mining wird zunehmend als effektive und effiziente Form gesehen, Edelmetalle aus Elektroschrott zu extrahieren. Während bei Autos das Recycling stark realisiert wird, ist dies bei Mobiltelefonen noch nicht der Fall, obwohl in Mobiltelefonen neben wenig bekannten seltenen Erden auch Kupfer und Kobalt, Silber, Gold und Palladium enthalten ist. In China wird Kupfer und Gold aus Elektroschrott bereits zu Kosten extrahiert, die mit denen des Abbaus von Erzen vergleichbar sind. Dieser Trend verweist auf ein hohes Potenzial der Verwertung von Elektroschrott, aber auch auf die Wirksamkeit von Urban Mining hin zu einer Transformation, in der die Kreislaufwirtschaft lineare Wirtschaftswege zurückdrängen könnte (Zeng et al. 2018).

Urban Mining als interdisziplinärer Ansatz

Urban Mining verbindet als interdisziplinärer Ansatz Städteplanung, Produktentwicklung, Recycling und Forschung. Wenn wertvolle Rohstoffe nicht mehr aus dem Boden, sondern aus abrisssreifen Gebäuden, aus Mülldeponien und aus elektronischen Geräten gewonnen werden, sind Konzepte gefragt, die ganze Städte als integrierte Recycling-Systeme adressieren können (Brunner 2011). In der Forschung gibt es Ansätze, die stetig wachsenden „städtischen Minen“ systematisch zu erschließen. Die Entwicklung neuer Recycling-Technologien ist dabei ebenso Gegenstand wie die aufwändige Erhebung urbaner Rohstofflager und ihrer Darstellung in Datenbanken. Es gibt bereits viele hochspezifische Ansätze in einzelnen Bereichen (Gebäude, Straßen, Haushaltsgeräte) und spezielle Verfahren für einzelne Stoffe. Sekundärrohstoffe werden umso konkurrenzfähiger, je avancierter die Methoden zu ihrer Gewinnung sind und je stärker das Design von Gütern, die Dokumentation der enthaltenen Rohstoffe, die Informationen über Lagerstätten und die Rückgewinnung aufeinander bezogen sind. Ob die Wiedergewinnung der Rohstoffe tatsächlich attraktiver wird, das rohstoffliche Recycling steigen wird und die Beseitigung und energetische Verwertung (Verbrennen) zurückgehen wird, ist eine Frage, die von den politischen Rahmenbedingungen abhängt.

Vielfach werden vier Säulen von Urban Mining¹⁵ identifiziert.

vier Säulen des Urban Mining

- *Design* ist die Säule, in der es darum geht, bereits im Entwurf und in der Realisierung von Konsum- und Industriegütern die Rückgewinnbarkeit der verwendeten Rohstoffe zu berücksichtigen. Dieser Bereich ist nationalstaatlich nur begrenzt gestaltbar, aber auf europäischer Ebene zum Teil zukunftsorientiert regulierbar.
- Bei der *Dokumentation der Rohstoffinformationen* geht es darum, bei Gütern mit langer Lebensdauer Informationen bezüglich Art, Menge und Zusammensetzung über geeignete Systeme abrufbar zu machen; hier könnte von der Sensor-Vernetzung im Kontext von Industrie 4.0 sehr stark profitieren werden, z.B. in Zukunft über Smart-City-Konzepte.¹⁶
- Im Hinblick auf die *urbane Prospektion* geht es wie im klassischen Bergbau darum, urbane Lagerstätten vor einer Erschließung zu lokalisieren

¹⁵urbanmining.at/urban-mining-rohstoffe-in-der-stadt/6712;
ooe-zukunftsakademie.at/UrbanMining_Standpunkt_Flyer.pdf.

¹⁶Vgl. wien.orf.at/news/stories/2794516.

und zu erkunden. Auch das ist mittels sensorischer Vernetzung und Online-Verfügbarkeit in weit höherem und günstigerem Maße möglich als in der Vergangenheit.

- Der Bereich der *Technologien für Trennung und Rückgewinnung* zielt darauf ab, wirtschaftliche Rückgewinnung und sekundäre Verarbeitung möglich zu machen. Es geht darum die physikalischen und chemischen Prozesse weiter zu entwickeln, die mit wenig stofflichem und energetischem Aufwand die Gewinnung der einzelnen Stoffe ermöglichen. In diesem Bereich wird in Zukunft ein hohes Maß an Automatisierung greifen können.

Die Säulen des Urban Mining verweisen darauf, dass die wichtigen Bereiche noch vielfach nebeneinanderstehen, aber über Digitalisierung und Industrie 4.0 eng verbunden und konzeptionell viel stärker miteinander verbunden werden können.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

In Österreich ist Urban Mining konzeptionell stark verankert und ein deutlich prominenteres Thema als in anderen Ländern. Forschungsprojekte¹⁷, ein Kompetenzzentrum¹⁸, ein Blog¹⁹ mit Reichweite bei den Stakeholdern, starke Awareness und hohes Interesse bilden eine gute Ausgangslage. Das Thema ist bisher ein Spezialthema dessen breite gesellschaftliche Dimension nicht im Vordergrund steht.

Für eine umfassende Wirksamkeit eines „städtischen Bergbaus“ ist jedoch eine mehrfache Einbindung des Urban Mining notwendig: Zum einen in die Kreislaufwirtschaft, zum zweiten die Verbindung mit Industrie 4.0 durch eine umfassende Digitalisierung sowie den Einsatz von Sensorik und zum dritten durch ineinandergreifende soziale, organisatorische Adaption in Innovationsprozessen selbst.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Eine mögliche Langstudie könnte einen breiten systematischen Überblick zu den aktuellen Initiativen, möglichen technologischen Entwicklungen und ihrer systematischen Integration und Kopplung untersuchen. Der internationale und vor allem der europäische Stand der Forschung zu den Perspektiven von Urban Mining im Zeitalter von Digitalisierung, Sensorik und Online-Vernetzung könnte die Grundlage bieten, um die bestehenden Ansätze in Österreich zu unterstützen, die verschiedenen Dimensionen und Bereiche (u.a. Abfallwirtschaft, Industrie, Städte, Forschung) und re-

¹⁷ Siehe: [wien.orf.at/news/stories/2794516/](https://www.wien.orf.at/news/stories/2794516/).

¹⁸ [sci-ence.apa.at/dossier/Projekt_ReWaste_4_0_erforscht_Abfallbehandlung_der_Zukunft/SCI_20170407_SCI73674347035400274](https://www.sci-ence.apa.at/dossier/Projekt_ReWaste_4_0_erforscht_Abfallbehandlung_der_Zukunft/SCI_20170407_SCI73674347035400274).

¹⁹ [urbanmining.at/about](https://www.urbanmining.at/about).

levante Stakeholder-Gruppen (auch neue) an der Entwicklung von Zukunftsoptionen für Urban Mining 4.0 zu beteiligen.

Zitierte Quellen

- Binnemans, K., Jones, P. T., Blanpain, B., Van Gerven, T., Yang, Y. X., Walton, A. und Buchert, M., 2013, Recycling of rare earths: a critical review, *Journal of Cleaner Production* 51, 1-22.
- Brunner, P. H., 2011, Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City, *Journal of Industrial Ecology* 15(3), 339-341.
- Zeng, X., Mathews, J. A. und Li, J., 2018, Urban Mining of E-Waste is Becoming More Cost-Effective Than Virgin Mining, *Environmental Science & Technology* 52(8), 4835-4841
doi.org/10.1021/acs.est.7b04909.

(PSR)