

# ENERGIE- UND RESSOURCENEINSPARUNG DURCH URBAN MINING-ANSÄTZE ANHAND VON PHOTOVOLTAIK-MODULEN

Markus SCHWARZ<sup>1</sup>, Simon MOSER<sup>2</sup>

## Einleitung

Urban Mining zielt auf die effiziente Rückgewinnung von Materialien aus (langlebigen) Gütern am Ende ihrer Nutzungsdauer ab. Durch die Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem anthropogenen Lager werden natürliche Ressourcen geschont und der Rohstoff-Selbstversorgungsgrad erhöht. Außerdem trägt die Nutzung von Sekundärrohstoffen zum Umweltschutz bei, da das Recycling in der Regel mit erheblich weniger Umweltbelastungen verbunden ist als die Primärproduktion. Aufgrund des enormen anthropogenen Lagers, das urbane Regionen im Laufe der Zeit aufgebaut haben, kann verstärktes Urban Mining maßgeblich zur Steigerung der Ressourceneffizienz moderner Städte beitragen.

Erneuerbare Energietechnologien wie Photovoltaik (PV)-Systeme stellen ein schnell wachsendes Lager an kritischen Rohstoffen dar, die es am Ende der Lebensdauer der Anlagen möglichst effizient zurückzugewinnen und zu verwerten gilt. Während in peripheren bzw. ländlichen Gebieten die Möglichkeiten erneuerbarer Technologien vielfältig sind, bestehen im urbanen Bereich nur eingeschränkte Möglichkeiten der Nutzung regenerativer Energietechnologien, was v.a. auf die Platzverhältnisse sowie die Konkurrenz zu bereits bestehenden zentralen Energieinfrastrukturen zurückzuführen ist. Stromerzeugung durch PV hingegen eignet sich in ländlichen sowie urbanen Gebieten, wodurch der rasante Ausbau der installierten PV-Leistung in Österreich (von Anfang 2010 bis Ende 2015 wurden 940 MWp installiert) auch zum Aufbau substanzialer Lager, vor allem an Metallen (z.B.: Aluminium, Kupfer, Stahl, Tellur, usw.), in Städten führt. Eine Nutzung dieser Rohstoffe am Ende der Lebensdauer von PV-Anlagen (ca. 25 Jahre) trägt zur Versorgung mit Technologiemetallen und zur Reduktion von Umweltbelastungen bei der Primärproduktion bei. Als rechtliche Grundlage für das Recycling von PV-Modulen dient die WEEE-Richtlinie (2002/96/EU), nach der defekte PV-Module, Wechselrichter sowie Batteriespeicher seit 2014 ordnungsgemäß entsorgt werden müssen. Das Prinzip der Herstellerverantwortung gilt hierbei für den gesamten Lebenszyklus dieser Produkte (inklusive Entsorgung).

## Zielsetzung & Methode

Das Ziel des Projektes *Urban Mining* ist es, Energie- und Ressourceneinsparungen durch die gezielte Nutzung und Verwertung städtischer Materiallager zu untersuchen und anhand von drei konkreten Fallstudien (Case Studies) darzustellen, welchen Beitrag Urban Mining zur Gestaltung ressourcen- und energieeffizienter Kreisläufe leisten kann. Die Fallstudien beziehen sich jeweils auf unterschiedliche Teile des (jetzt oder in Zukunft) ungenutzten anthropogenen Lagers, die mengen- und wertstoffmäßig relevant sind. Eine Fallstudie befasst sich mit der lebenszyklus-orientierten Bewirtschaftung von erdverlegten Infrastrukturnetzwerken (Strom und Telekom), während sich in weitere Fallstudie auf die ressourceneffiziente Bewirtschaftung von Gebäuden (Hochbau) am Ende ihrer Nutzung bezieht.

Die dritte Fallstudie, auf die in diesem Beitrag näher eingegangen wird, behandelt schließlich die effiziente Nutzung bzw. Rückgewinnung von Materialien in PV-Anlagen. Ziel dieser Fallstudie ist es unterschiedliche Arten von PV-Modulen (kristalline Module, Dünnschichtmodule) in Hinblick auf potentielle Energie- und Ressourceneinsparungen durch ein Recycling der eingebauten Materialien bzw. Wiederverwendung von Komponenten sowie mögliche Verbesserungen in Bezug auf die Zerlegbarkeit und Verwertbarkeit der PV-Anlagen zu bewerten. Insbesondere soll analysiert werden,

---

<sup>1</sup> Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Altenberger Straße 69, A-4040 Linz, 0732-2468-5664, schwarz@energieinstitut-linz.at, www.energieinstitut-linz.at

<sup>2</sup> Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Altenberger Straße 69, A-4040 Linz, 0732-2468-5658, moser@energieinstitut-linz.at, www.energieinstitut-linz.at

welcher Mehraufwand (Energie, Kosten) bei der Herstellung recyclingfähiger Produkte und Komponenten entsteht (Design for Recycling) und inwieweit sich die Kosten senken lassen.

Neben den Fallstudien stellt die breite Einbindung von Stakeholdern einen zentralen Projektbestandteil dar, der dazu dient Erfahrungen und Wissen relevanter Akteure ins Projekt einzubringen und darauf aufbauend Potentiale, Herausforderungen und Hindernisse für Urban Mining aufzuzeigen. Zur Erreichung der Projektziele werden verschiedene Methoden angewendet:

- kritische Analyse und Auswertung bestehender Arbeiten zum Thema Urban Mining von Gebäuden, städtischer Infrastruktur und PV-Anlagen,
- konkrete Fallstudien, die spezifische quantitative Grundlagen in Bezug auf Energie- und Ressourceneinsparungen durch Urban Mining schaffen (anhand von Materialflussanalysen und Ökobilanzen), sowie
- strukturierter Austausch- und Diskussionsprozess mit relevanten Akteuren zur Identifikation von Optimierungspotentialen und damit verbundenen Herausforderungen und Barrieren.

### **Erwartete Ergebnisse**

Die erwarteten Ergebnisse des Projektes basieren auf der kritischen Analyse und Auswertung bestehender Arbeiten zum Thema, den konkreten Fallstudien zu Energie- und Ressourceneinsparungen durch Urban Mining, sowie einem strukturierten Austausch- und Diskussionsprozess.

Die Ergebnisse umfassen somit die Auswertung relevanter nationaler und internationaler Studien, konkrete Fallstudien zur Gestaltung optimierter, ressourcen- und energieeffizienter Kreisläufe, Möglichkeiten zur Gestaltung recyclingfähigerer Produkte und Komponenten, Strategien zur Einbindung relevanter Akteure, um Anreize für Urban Mining zu setzen und schließlich Empfehlungen für die politische Umsetzung von Urban Mining Strategien auf städtischer Ebene. Methodisch sowie in Bezug auf die Ergebnisse wird hier konkret auf die Fallstudie PV-Module eingegangen.

*Das Projekt Urban Mining (Energie- und Ressourceneinsparung durch Urban Mining-Ansätze) wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert und im Rahmen des Programms „Stadt der Zukunft“ durchgeführt.*