

Von linearen Flüssen zu Kreislaufwirtschaft

Um den weltweit wachsenden Rohstoffbedarf zu decken, werden immer mehr Rohstoffe benötigt. Die Gewinnung und Nutzung natürlich vorkommender, mineralischer Rohstoffe (wie beispielsweise Sand, Kies oder Natursteine, aber auch Kupfer, Seltenerdmetalle oder Gold) ist mit grossen Umweltschäden verbunden und führt einerseits zu fortschreitender Erschöpfung hochwertiger geologischer Rohstofflagerstätten, und andererseits zum Anwachsen der anthropogenen (menschgemachten) Materiallager und Abfallströme.

Ein Hauptziel der allseits angestrebten Kreislaufwirtschaft ist die Rückgewinnung von Rohstoffen aus urbanen Lagern (Infrastruktur, Gebäude- und Gerätebestand) und Abfällen. Damit können Ressourcen geschont und Umweltauswirkungen verringert werden.

Urban Mining

«Urban Mining» betrachtet das städtische Lager und die Abfallströme als wertvolle Rohstoffquellen, die es möglichst optimal zu nutzen gilt. Es schliesst die Exploration und Charakterisierung der anthropogenen Rohstofflager und Abfallmaterialflüsse ebenso mit ein wie z. B. technisch aufwändige Rückgewinnungsprozesse wertvoller Elemente wie Kupfer, Aluminium und Gold aus der Schlacke von Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVAs).

Damit gehört Urban Mining zu den zentralen Bestrebungen einer langfristig nachhaltigen globalen Entwicklung. Das übergeordnete

Ziel der Ressourcenschonung hat sich auch die Schweizer Bevölkerung gesetzt, welche in der Bundesverfassung eine zwischen Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft ausgewogene Entwicklung anstrebt. Auch der Massnahmenplan zur Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2011...2014¹ des Zürcher Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) formuliert Ressourcenschonung und -nutzung als prioritäres Ziel: ein direkter Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Schweiz. Die bessere Nutzung von Ressourcen und das Verkleinern des Umweltfussabdrucks ist von allseitigem Interesse, setzt jedoch eine einheitliche Strategie mit entsprechenden Wissensgrundlagen zur Evaluation von Massnahmen voraus.

Abfallmanagement in Kontext

Die Schweiz liegt mit ihrem pro-Kopf Rohstoffbedarf (Materialfussabdruck 2008: 31 t/Jahr; weltweiter Durchschnitt 10.5 t/Jahr)^{6,12} und Abfallaufkommen (Abfallproduktion 2012: 2.3 kg/Tag; weltweiter Durchschnitt 1.2 kg/Tag)⁸ deutlich über dem globalen Durchschnitt. Dies zeigt, dass nach wie vor ein «Strategieproblem»² existiert, da die angestrebten Ziele privater und öffentlicher Organisationen nicht erreicht werden (Abbildung 1). Wurde diese Zielfdivergenz erkannt, ist eine Problemanalyse erforderlich, um Ursachen zu identifizieren und aus verfügbaren Instrumentoptionen geeignete Massnahmen für eine griffige Strategie auszuwählen. Die Wahl der Strategieinstrumente stellt dabei schon einen Teil der Strategieformulierung dar.²

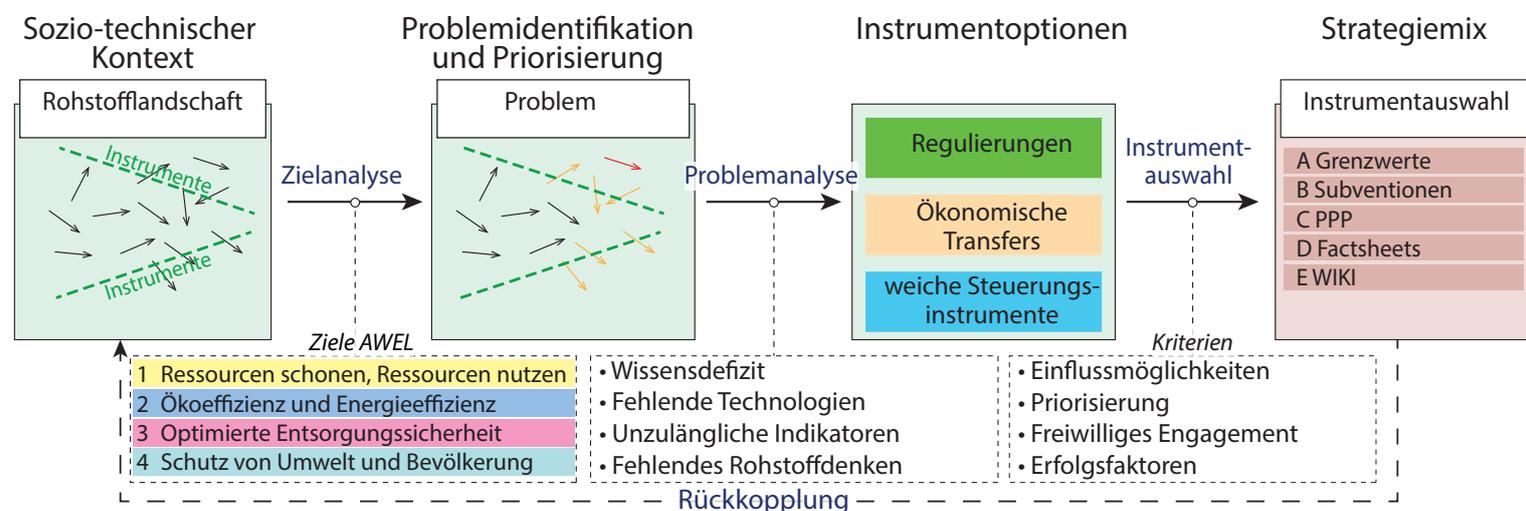


Abbildung 1 Prozess der Strategieoptimierung für ein ressourcenschonenderes Abfallmanagement: exemplarischer Ablauf: 1) zu tiefe Rückgewinnungsraten identifiziert, 2) Wissensdefizit als eine verschiedener Ursachen erkannt, 3) ein Forschungskoooperation als weiches Steuerungsinstrument gewählt, 4) die Kooperation in den Strategiemix integriert. Grafik: Mark Simoni

Wissensentwicklung als Strategie

- In der Schweiz ist das Ziel der Ressourcenschonung noch nicht hinreichend erreicht, bestehende Instrumente sind unzulänglich oder unvollständig umgesetzt (Zielanalyse).
- Sowohl international wie auch in der Schweiz sind mangelhaftes Rohstoff-Systemverständnis und fehlendes Grundlagenwissen eindeutig identifizierbare Strategieprobleme (Problemanalyse). Besonders bezüglich der Gehalte von Wertstoffen in urbanen Lagern und in Materialflüssen, sowie der sozialen, ökologischen, technischen, wirtschaftlichen und gesetzgeberischen Rahmenbedingungen bestehen erhebliche Wissensdefizite.
- Das AWEL hat beschlossen, eine Forschungskoooperation mit der Schweizerischen Geotechnischen Kommission SGTK einzugehen. Zusammen mit der GEO Partner AG wurde vereinbart, mit einer «Urban Mining Potenzialbetrachtung» Wissensgrundlagen und Systemverständnis zu erarbeiten.
- Die Potenzialbetrachtung ist gleichzeitig ein definiertes Instrument zur Identifikation von (1) Handlungsbedarf (Zielerreichungsgrad), (2) möglichen Problemursachen (Problemanalyse) und (3) Handlungsoptionen (Instrumentauswahl), sowie andererseits ein Mittel zur Dokumentation und Kommunikation der gewonnenen Erkenntnisse.
- Das erarbeitete Wissen soll eine Grundlage für fundierte Entscheidungen zur Festlegung von Massnahmen bilden.

Die Urban Mining Potenzialstudie des AWEL

Zur Bewertung des Potenzials von Urban Mining können verschiedene Kriterien zur Hand genommen werden: der ökonomische Wert (Menge und Preis), das Umwelt-Schadenspotenzial, der technische und energetische Rückgewinnungsaufwand, aber auch soziale Aspekte wie die Anzahl sektorspezifischer Arbeitsstellen oder der Stand der Arbeitssicherheit. Zentral ist auch die Evaluation der Möglichkeiten zur Einflussnahme (Instrumentoptionen) auf die Lager- oder Prozesseigentümer (z. B. Private Recyclingorganisationen; das AWEL als Vertreterin der Öffentlichen Hand) auf eine an einem definierten Zielsystem gemessene Rohstoffbewirtschaftung. Eine umfassende Bewertung des Urban Mining Potenzials erfordert daher eine Multi-Kriterienanalyse. Als Referenz für eine relative Bewertung spezifischer Vor- und Nachteile der Rückgewinnung von Rohstoffen kann ein Vergleich mit der Primärproduktion (Rohstoffgewinnung aus geologischen Lagerstätten) dienen.

Dieser Ansatz wurde auch im Rahmen der für die Urban Mining Potenzialbetrachtung erarbeiteten Stoffdossiers (SD) verfolgt. Der Ausdruck Urban Mining Potenzialbetrachtung beschreibt in diesem Zusammenhang den Ansatz einer systematischen Datensuche und Informationsaufbereitung nach dem «Fünf-Kapitale-Modell»^{3,7,10}. Relevante und konzise Informationen einer Auswahl von Roh- und Abfallstoffen werden nach Giurco und Cooper⁷ anhand der ökologischen, ökonomischen, technologischen, sozialen und governanz-bezogenen Aspekte strukturiert. Eine Berücksichtigung all dieser Aspekte ist für einen verantwortlichen Umgang mit Rohstoffen von zentraler Bedeutung.

Im Rahmen der Urban Mining Potenzialbetrachtung wurden zu Gold, Kupfer, Antimon, Gips und Seltenerdmetallen (SEM) Stoffdossiers erarbeitet. Bewusst wurden fünf möglichst verschiedene Stoffe/Stoffgruppen ausgewählt, mit Fokus jeweils auf definierten Problemstellungen wie z. B. dem Potenzial von Kupferrecycling aus KVA-Schlacke. Je nach Stoff sind für die Abfallwirtschaft eher die Vermeidung von Umweltschäden (Gips), das Wertpotenzial (Gold in KVA-Schlacke), beide vorherigen Aspekte (Kupfer in KVA-Schlacke), unzulängliches Wissen sowie fehlende Technologien (Antimon) oder auch fehlende Bewirtschaftungssysteme (SEM) relevant.

Die Stoffdossiers wagen einen allgemeinen Vergleich (Tabelle 1) zwischen Primärproduktion (aus dem Gestein) und Sekundärproduktion (aus dem End-Of-Life-Produkt / Abfall).

Tab. 1 Die Urban Mining Potenzialbetrachtung verwendet folgende Struktur:

Kap.	Thema	Schlüsselwörter
1	Bedeutung des Rohstoffs	Anwendungen, allgemeine Übersicht, globale Übersicht, Problem, Relevanz
2	Systemverständnis	Schweizer Import-Export Statistiken, Bedarf und Nachfrage, Materialflüsse
3	Primär-/ Sekundärrohstoffe	Geologische Lagerstätten, Sekundär-(Recycling) Rohstoffe, Wertstoffgehalte
4	Umwelt (ökologische Domäne)	Ökotoxische Effekte, Umweltauswirkungen von Produktion und Recycling
5	Technologie (technologische Domäne)	Extraktions- und Recyclingtechnologie
6	Ökonomie (ökonomische Domäne)	Investitionskosten, Produktionskosten, Preise, Kritikalität
7	Gesellschaft (soziale Domäne)	Gesundheitsschäden, sozialer Schaden und Nutzen
8	Ressourcenmanagement (Governanz-Domäne)	Regulatorischer Rahmen, offene Fragen, Subjektive Erfolgsmessung

Indikatoren

Um Fortschritt messen und überwachen zu können, müssen geeignete Methoden und Indikatoren selektiert werden¹¹. Sie sollten relevant, akzeptiert, glaubwürdig, einfach und robust sein.⁴ Ökologische Kriterien wie Ökopunkte in der «Methode der ökologischen Knappheit»⁵, «Ressourceneffizienz» oder «Senkenindikatoren» (z.B. Volumenbedarf des deponierten Abfalls) sind erforderlich, auch in der Schweiz⁹.

Da beispielsweise für «Gouvernanz» oder «Technologie» noch keine geeigneten quantitativen Messindikatoren existieren, wird in den Stoffdossiers jeweils eine Experteneinschätzung (Konsens mehrerer Personen) des Nutzens von Recycling vorgenommen.

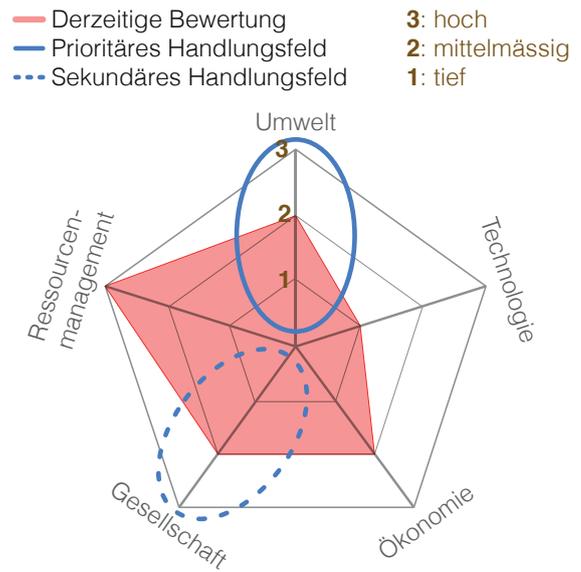


Abbildung 2 Beurteilung des Urban Mining Potenzials eines Stoffes aufgrund qualitativer Experteneinschätzung. Derzeitige Bewertung anhand von in den Stoffdossiers definierten Kriterien (rot), priorisierte Handlungsfelder (blau).

Von der Urban Mining Potenzialbetrachtung zur Strategie

Basierend auf der Urban Mining Potenzialbetrachtung für ausgewählte Stoffe und Abfälle werden prioritäre Handlungsfelder erkannt. Unterstützt wird dieser Prozess durch das oben exemplarisch dargestellte Spinnendiagramm, welches die Nachhaltigkeitsaspekte eines bestimmten Bereichs visuell darstellt (siehe alle SD).

Handlungsfelder und daraus abgeleitete bzw. vorgeschlagene Massnahmen und Defizite (siehe auch Kap. 8 der SD) werden im Rahmen der Abfallplanung überprüft und finden Eingang in den Massnahmenplan des Kantons Zürich zur Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2015...2018.



Literatur
Aus Platzgründen sind die Literaturnachweise in einem separaten Dokument zusammengefasst.
http://daten.sgk.ch/rohstoff-monitoring/AWEL_Einleitung_Literatur.pdf

Die Einführung zu den Stoffdossiers wurde von Mark Simoni von der Schweizerischen Geotechnischen Kommission SGTK verfasst.
Rückmeldungen sind herzlich willkommen: sgtk@erdw.ethz.ch, +41 (0) 44 632 37 28

Schweizerische Geotechnische Kommission SGTK
c/o ETH Zürich
Sonneggstrasse 5
CH-8092 Zürich
www.sgk.ch

