

Jonas Roger Metzger

Studenten/-innen	Jonas Roger Metzger
Dozenten/-innen	Prof. Dr. Rainer Bunge
Co-Betreuer/-innen	Francois Boone , GEVAG , Trimmis , GR
Themengebiet	Abfallaufbereitung und Recycling
Projektpartner	SENS eRecycling , Zürich , ZH

Recycling von CIGS-Photovoltaikmodulen

Kritische Bewertung von möglichen Recyclingverfahren

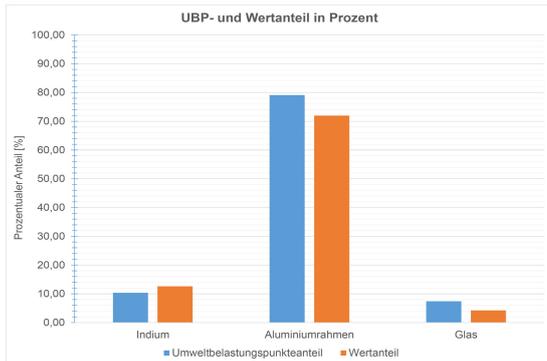


Abbildung 1: UB- und Wertanteil in Prozent von relevanten Materialien

Problemstellung: Zukünftig wird ein substanzieller Rückfluss von CIGS-Modulen (Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid-Dünnschichtmodul) erwartet. Durch den Gehalt an Schadstoffen müssen die CIGS-Module, im Vergleich zu herkömmlichen PV-Modulen, differenziert behandelt werden. Aktuell werden die CIGS-Module mit einer Zuzahlung von 120 CHF pro Tonne CIGS-Modul abgegeben, was der vorgezogenen Recyclinggebühr entspricht. Auf Grundlage der Untersuchung von ausgewählten Modulen sollten die technischen Möglichkeiten und die Kosten für das Recycling dieser Module abgeschätzt werden.

Vorgehen/Ergebnis: Für die Bewertung der Umweltbelastung wurde die "Methode der ökologischen Knappheit", kurz UB-Methoden, angewendet, bei welcher die ausgelöste Umweltbelastung durch Umweltbelastungspunkte (UBP) quantifiziert wird. Um eine Abwägung der Kosten gegen den ökologischen Nutzen vorzunehmen, wurde die Methode "Bestimmung des spezifischen Ökonutzenindikators" SEBI angewendet. Die Sachbilanz ergab einen Massenanteil von ca. 75% Glas und 15% Aluminium. Alle übrigen Materialien bilden einen Massenanteil kleiner 1%. Das Potenzial für eine Schonung der Umwelt durch das Recycling der Module verteilt sich folgendermassen: 74% für Aluminium, 14% für Glas und 10% für Indium. Das Potenzial für die Wertstoffverluste wurde folgendermassen bestimmt: 72% für Aluminium und 4% für Glas (Siehe Abbildung 1).

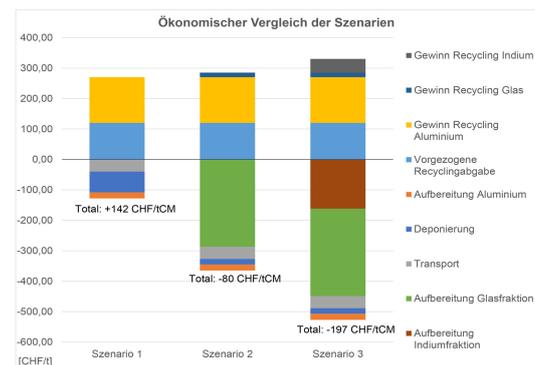


Abbildung 2: Ökonomischer Vergleich der Szenarien

Ergebnis: Aufgrund der Versuchsergebnisse wurden drei Szenarien entwickelt:

- Szenario 1: nur Aluminium rezyklieren
- Szenario 2: Aluminium und Glas rezyklieren
- Szenario 3: Aluminium, Glas und Indium rezyklieren

Das Szenario «Aluminium rezyklieren» erwies sich als ökologisch/wirtschaftlich optimal. Dieses Szenario besteht im Recycling des Aluminiums und der Entsorgung allen übrigen Materials und würde marktgetrieben funktionieren. Die anderen Szenarien sind zwar ökologisch besser, jedoch auch teurer. Zur Beurteilung dieser Szenarien wurde ein Kosten/Nutzen-Indikator, der SEBI, verwendet. Mit einem SEBI von 5000 würde die Kosten/Nutzen-Effizienz von Szenario 2 und 3 im Vergleich mit anderen Schweizer Recyclingverfahren im Mittelfeld liegen (siehe Abbildung 2) und läge damit in einem durchaus akzeptablen Bereich. Bei der Kostenabschätzung zur Ermittlung des SEBI wurde allerdings davon ausgegangen, dass die CIGS-Module in so grossen Mengen anfallen, dass sie eine spezialisierte Aufbereitungsanlage hinreichend auslasten. Dies ist jedoch im Moment und wohl auch in der näheren Zukunft nicht der Fall.

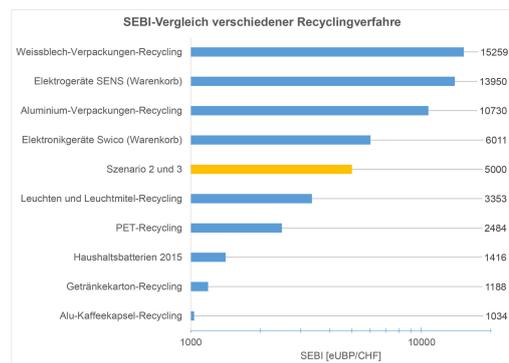


Abbildung 3: SEBI verschiedener Recyclingsysteme, dargestellt als Balkendiagramm. Vergleichsdaten wurden vom UMTEC bezogen.