



R. Graf, M. Held, K. Sedlbauer

Ökobilanzielle Betrachtung von Seltenen Erden

1. Hintergrund

„中东有石油 中国有稀土“ [1] oder übersetzt in etwa „Im Nahen Osten gibt es Öl, in China Seltene Erden“ verkündete Deng Xiaoping, der damalige Führer der Kommunistischen Partei Chinas, bereits 1992. Damals war der Vergleich einer der wichtigsten Grundlagen der Industriegesellschaft mit den Seltenen Erden vielleicht noch gewagt. Heute allerdings sind sie tatsächlich ein wichtiger Treibstoff der Industrie. Der Einsatz von Seltenen Erden in verschiedenen Zukunfts-Technologien steigt rasant an. Da einige davon zu den so genannten Grünen Technologien gehören, ist die Ökobilanzielle Betrachtung von Seltenen Erden von besonderem Interesse. Diese sind oft aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften nicht oder nur schwer zu substituieren [2]. Daher wachsen die Preise seit Jahren dramatisch und China hat sich praktisch eine Monopolstellung bei der Versorgung der Industrie erarbeitet. Seltene Erden gehören somit zu den kritischen Rohstoffen, da ihre Versorgungslage gefährdet ist, obwohl ihre Verwendung strategische Bedeutung hat. Neue Minen und Abbaugelände weltweit könnten die Versorgungslage absichern, aber auch das Umweltprofil der Seltenen Erden verändern [3].

2. Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit [3] ist es ein besseres Verständnis der zukünftigen Entwicklung des Umweltprofils der Seltenen Erden, abgeleitet von ihrem Fördermix, zu erwerben. Dazu wird der gegenwärtige Stand der Technik bei der Herstellung herausgearbeitet und in Sachbilanzmodellen der Ökobilanzsoftware GaBi 5 [4] übertragen. Durch die Betrachtung der aktuellen Minen für Seltene Erden sowie der prognostizierten Mineneneröffnungen werden Informationen zu Förderländern, Wirtsgesteinen, Förderraten und Konzentrationen gewonnen. Mittels einer Verknüpfung dieser Erkenntnisse kann eine systematische Vorgehensweise zur Abschätzung in der Ökobilanz entwickelt werden. Anhand verschiedener Szenarien wird

dann die zu erwartende Tendenz des Umweltprofils des „Seltenen Erden Mix“ abgeschätzt.

3. Methodische Vorgehensweise

Das Umweltprofil der Seltenen Erden wird in Zukunft zu großen Teilen davon abhängen, in welchen Minen und auf welche Art sie abgebaut und verarbeitet werden. Als Stellschrauben werden dafür folgende Aspekte im Detail betrachtet:

- das Wirtsmineral, da es den Verarbeitungsweg bestimmt und zeigt, ob radioaktive Stoffe anwesend sind,
- die Konzentration, da daraus folgt, wie viel Material abgebaut werden muss und, wie viel Energie und Chemikalien aufgewendet werden müssen, um eine bestimmte Menge Rare Earth Oxide (REO) zu gewinnen,
- die Anteile der individuellen Seltenen Erden,
- regionale Rahmenbedingungen, die den berücksichtigten Strom-Mix bestimmen.

Auf Basis verfügbarer Daten werden die Fördervolumina und Erzkonzentrationen heutiger und möglicher zukünftiger Produktionsstandorte erfasst. Mithilfe einer Relevanz-Analyse werden daraus anschließend die für den globalen „Seltenen Erden Mix“ wesentlichen Mineralarten und Minen ermittelt, welche die Grundlage einer nachfolgenden Szenarioanalyse bilden. Die gewonnenen Informationen können anschließend mit Sachbilanzen ausgewertet werden.

4. Ökobilanzmodell

Betrachtet werden bei der Modellbildung in der Software GaBi 5 [4] die Prozessanteile Abbau, Aufbereitung sowie Auftrennung in die individuellen REO. Das erstellte generische Modell für die Neodym-Herstellung aus Monazit, ermöglicht es, mit Hilfe verschiedener Parameter, unterschiedliche Fragestellungen zu beleuchten.

Folgende Einflussgrößen können dabei variiert werden:

- Energiemix (länderspezifische Bereitstellung des verbrauchten Stroms),
- Art der Allokation (Massen- oder kombinierte Preis-Massen-Allokation),
- Abbauart (Über- oder Untertage),
- REO-Anteil (Anteil REO am abgebauten Material) und Neodym-Anteil (Anteil Neodym in der REO-Menge).

5. Ergebnisse

Beispielhaft werden hier zwei Ergebnisse der Studie vorgestellt. Bild 1 zeigt das Treibhauspotential der Seltenen Erden-Produktion aus Monazit. Zu sehen ist, dass der Produktionsstandort großen Einfluss auf das Umweltprofil hat. So ergeben sich für die unterschiedlichen untersuchten Länder, trotz teilweiser gleicher Konzentrationsannahmen, verschiedene Werte. Dies ist auf die länderspezifische Energiebereitstellung zurückzuführen.

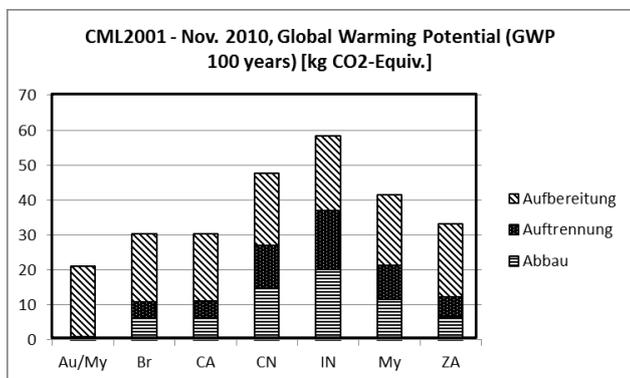


Bild 1: Ergebnisse des Ländervergleiches für die Wirkungskategorie Treibhauspotential.

In Bild 2 werden verschiedene Zukunfts-Szenarien und ihre Ergebnisse in den unterschiedlichen untersuchten Wirkungskategorien aufgezeigt.

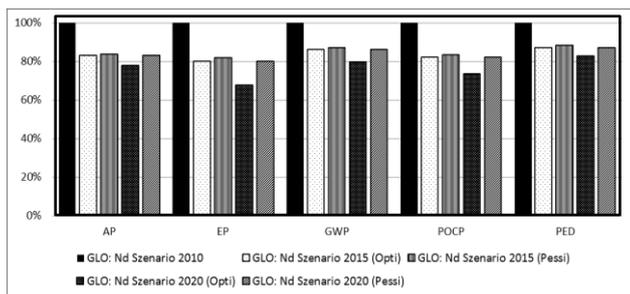


Bild 2: Vergleich der Szenarien zum Monazit Mix für die betrachteten Wirkungskategorien und Umweltindikatoren.

Für die verschiedenen Szenarien wurden unterschiedliche Produktions-Mixe berücksichtigt. Als Referenzszenario wird dabei die REO Produktion aus Monazit im Jahr

2010 verwendet. Darauf aufbauend werden für die beiden betrachteten Zeithorizonte anhand einer worst- bzw. best-case Analyse die zu berücksichtigenden Erschließungen neuer Monazit-Minen ermittelt und ihre Produktionsdaten in die Untersuchung aufgenommen.

Für alle betrachteten Fälle kommt es zu einer Reduzierung der Umweltlasten. Die erreichte Reduktion schwankt je nach betrachteter Kategorie und Szenario zwischen 10 und 30 Prozent.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Studie kann das zukünftige Umweltprofil der Seltenen Erden in seiner Entwicklung abgeschätzt werden. Dabei wurde ein großer Einfluss des REO-Anteils des abgebauten Materials ermittelt. Aktuell haben die Anteile der individuellen Seltenen Erden eine schwächere Auswirkung. Die erfassten Produktionsländer haben unter anderem aufgrund ihrer unterschiedlichen berücksichtigten Energiebereitstellung Auswirkungen auf das Umweltprofil. Für alle untersuchten Szenarien bezüglich der zukünftigen Produktion kommt es zu einer Verringerung der Umweltlasten.

Eine große Herausforderung bei der Bewertung von Seltenen Erden ist die ungenügende Datenlage. Erschwert wird dies durch die Dynamik der verschiedenen Vorgänge. Um in Zukunft eine noch sinnvollere monetäre Allokation zu ermöglichen, müssen beispielsweise den Preisentwicklungen mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Zukünftig ist es anzustreben, ein generisches Modell zu erstellen, welches in der Lage ist, den gesamten möglichen Prozessweg parametrisiert zu betrachten. Analog zu den Ergebnissen der Relevanz-Analyse sollten daher noch andere Seltenen Erden-Quellen bezüglich des Abbaus und der Verarbeitung in die Sachbilanz aufgenommen werden. In diesem Rahmen könnte auch ein größeres Augenmerk auf die veranschlagten Ausbeuteraten und ihren Einfluss auf das Umweltprofil gelegt werden.

Literatur

- [1] Xinhua (Hrsg.): 新華月報. The Xinhua monthly news round-up. Issues 657 – 662, Peking, China (1999).
- [2] British Geological Survey (Hrsg.): Rare Earth Elements. Nottingham, United Kingdom (2011).
- [3] Graf, R.: Ökobilanzielle Betrachtung von Seltenen Erden. Diplomarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2012).
- [4] PE International AG: GaBi 5 Software-System and Databases for Life Cycle Engineering, Stuttgart (2012).



Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

Email: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de