

# Innovative Technologien für Ressourceneffizienz

## Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe (r<sup>4</sup>)

### ZWISCHENERGEBNISSE



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**FONA**  
Ressourceneffizienz

BMBF

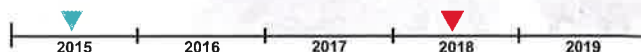


**Innovative Technologien  
für Ressourceneffizienz**

Bereitstellung wirtschafts-  
strategischer Rohstoffe

# SEM<sup>2</sup>

## Selten-Erden-Metallurgie – Fortgeschrittene Methoden für die optimierte Gewinnung und Aufbereitung am Beispiel von Ionenadsorptionstonen



### Wirtschaftlich und ökologisch

Inhalt des SEM2-Projekts ist es, Lagerstätten der Seltenen Erden in chemisch verwitterten Lateritböden mit optimierten Extraktions- und Aufbereitungsverfahren elementselektiv, kostengünstig und nachhaltig zu erschließen. SEE (Selten-Erden-Elemente)-reiche Laterite bestehen hauptsächlich aus Kaolinit-Tonmineralen und Schichtsilikaten mit Korngrößen kleiner 2 µm, an welche adsorptiv, also oberflächlich angelagert, vor allem Lanthan (La), Cer (Ce), Praseodym (Pr), Neodym (Nd), Samarium (Sm), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy) und Yttrium (Y) gebunden sind.

Das vorgeschlagene Verfahren (Abb. 1) zielt darauf ab, die Wertstoffe ohne Entnahme der Bodenschichten zu laugen, um die negativen Einflüsse auf das Ökosystem signifikant zu reduzieren und auf die Anlage von großflächigen Schlammbecken (Tailings) vollständig zu verzichten.

Die abgeleiteten Einzelziele sind in drei Prozess-Modulen zusammengefasst.

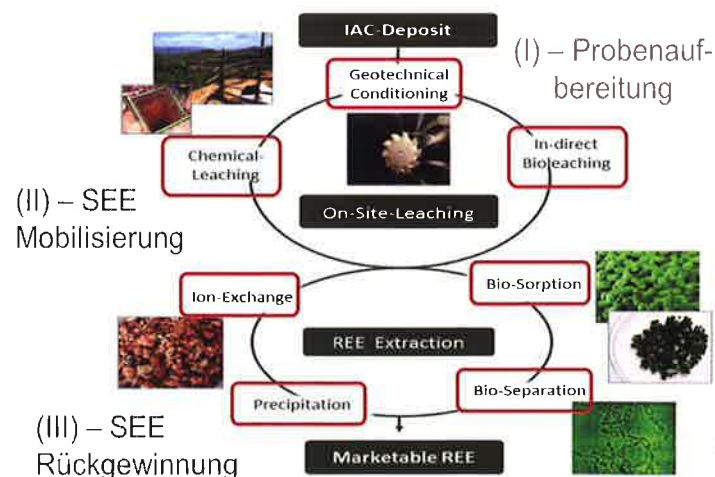


Abb. 1: Verfahrensschritte zur Gewinnung von Seltenen Erden Elementen (SEE) aus Ionenadsorptionstonen (IAC), Quelle: GUB Leipzig

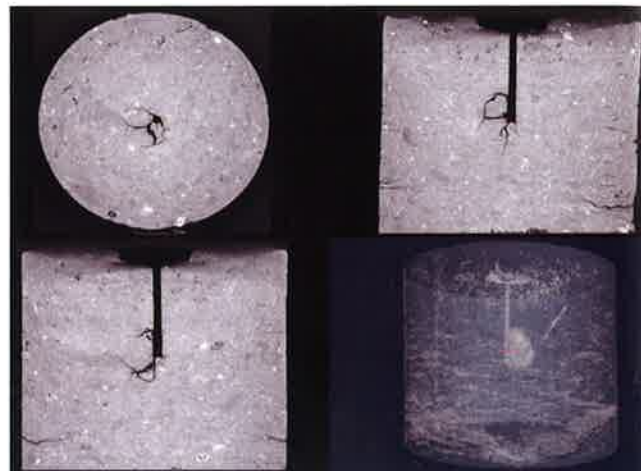


Abb. 2: Risse und Porenhohlräume durch pneumatisches Fracturing, Fotos: phoenix|x-ray, Inspection Technologies, Digital Solutions, Baker Hughes – GE Wunstorf

### Zwischenergebnisse

Druck-Injektionen mit komprimiertem, inertem Stickstoff – pneumatisches Fracturing – in die Laterit-Abfolgen sollen den Laugungsprozess in den porösen aber gering-permeablen Tonschichten des Bodens zeitlich und lösungstechnisch verbessern. Im Laborversuch konnte eine Riss- beziehungsweise Auflockerungserzeugung nachgewiesen werden (Abb. 2).

Viele biologische Materialien besitzen die Fähigkeit, Metalle oberflächlich anzulagern (Sorption). Diese Fähigkeit soll zur Gewinnung von Selten-Erden-Elementen gezielt ausgenutzt werden. Bei Tests erwiesen sich Wasserlinsen als besonders gute Sorptionsmittel. Durch einfache chemische Prozesse lassen sich aus Wasserlinsen aktivkohleähnliche Biosorbenzien herstellen.

Nach der in-situ-Laugung mit einer salzhaltigen Lösung, die chemischen oder biologischen Ursprungs

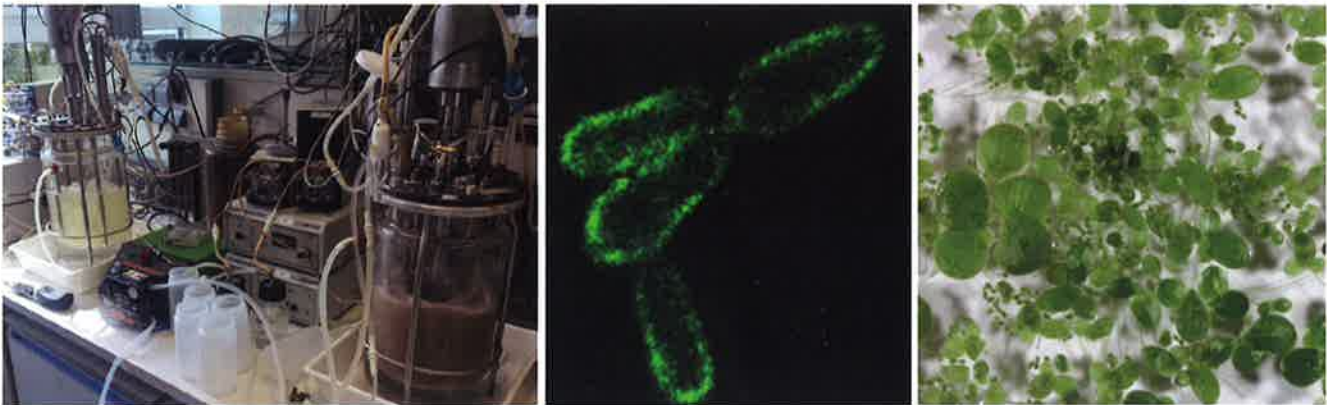


Abb. 3: Mikrobielle Produktion von Komplexbildnern, modifizierten Hefen für die spezifische Biosorption und Wasserlinsen, Quellen: HZDR Rossendorf, IPK Gatersleben und GMBU Halle

sein kann, werden die von der Tonmatrix abgelösten Seltenen-Erden-Elemente aus der Laugungslösung mit dem Biosorbentz herausgefiltert.

Bei der mikrobiellen Produktion von Komplexbildnern (Abb. 3) wie Polyglutaminsäure und Glutaminsäure mit *Bacillus licheniformis* ist die Optimierung der Kultivierung weitestgehend abgeschlossen.

Für die Biosorption Seltener Erden wurden Hefezellen genetisch so modifiziert, dass sie neuartige Proteine produzieren. Bindungsproteine auf der Zelloberfläche, die für ein Element, beispielsweise Terbium, spezifisch sind, extrahieren die jeweiligen Ionen aus der Laugungslösung heraus. Die restlichen Elemente bleiben in der Lösung und werden dann von anderen, dem jeweiligen Element angepassten Zellen, sorbiert. Das Ziel ist eine selektive Abtrennung der Seltenen-Erden-Elemente in einzelne hochkonzentrierte Fraktionen, aus denen die Elemente ohne größeren Reinigungsaufwand gewonnen werden können.

Als weitere Alternativen werden die Abtrennung der Seltenen-Erden-Elemente aus der Laugungslösung über Ionenaustauscherharze beziehungsweise über die Fällung als schwer lösliche Salze getestet.

### Ausblick

Auf Grundlage der im Projekt entwickelten und experimentell verifizierten Modelle wird ein Gesamtprozess-Schema für die Gewinnung von Seltenen Erden abgeleitet. Der optimierte Gesamtprozess ist Grundlage für die wirtschaftliche und ökologische Bewertung des entwickelten Verfahrens.

Die Produktion Seltener Erden außerhalb Chinas würde zur Entspannung des Rohstoffmarktes technologisch wichtiger schwerer Seltener Erden führen.

### Kontakt

G.U.B. Ingenieur AG  
 Gutenbergplatz 1c  
 04103 Leipzig  
 Dr. Wilfried Hüls| Tel. +49 341 23102-15  
 E-Mail: wilfried.huels@gub-ing.de  
 Projektlaufzeit: 01.06.2015 – 31.05.2018  
 Weitere Kontaktdaten und Partner: Seite 116