

## Wie viel Recycling braucht eine nachhaltige Wirtschaft?

**Torsten Zeller**

CUTEC Institut, Technische Universität Clausthal

**Martin Faulstich**

Sachverständigenrat für Umweltfragen, Berlin  
CUTEC Institut, Technische Universität Clausthal

**Jan Henning Seelig,**

CUTEC Institut, Technische Universität Clausthal

### Wie viel Recycling braucht eine nachhaltige Wirtschaft?

#### *Inhalt*



#### Herausforderungen



#### Möglichkeiten des Recyclings



#### Grenzen des Recyclings



#### Nachhaltige Industriegesellschaft

## Inhalt



### Herausforderungen



### Möglichkeiten des Recyclings



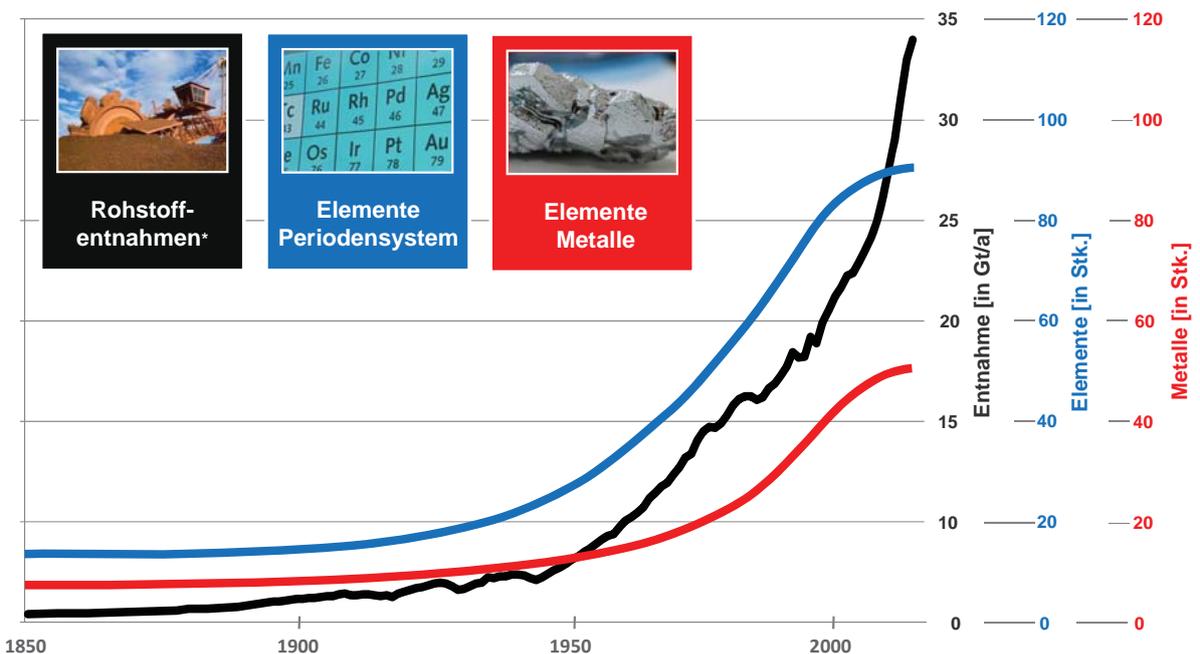
### Grenzen des Recyclings



### Nachhaltige Industriegesellschaft

# Herausforderungen

## Rohstoffe – Entwicklungen



\* (Erze, Industrie- und Bauminerale)

# Herausforderungen

## Rohstoffe – Vielfalt



Eisen



Chrom



Kupfer



Platin



Titan



Aluminium



Silber



Lithium



Tantal



Kobalt



Iridium



Antimon



Scandium



Yttrium



Neodym



Cer



Indium



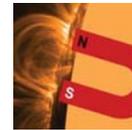
Germanium



Gallium



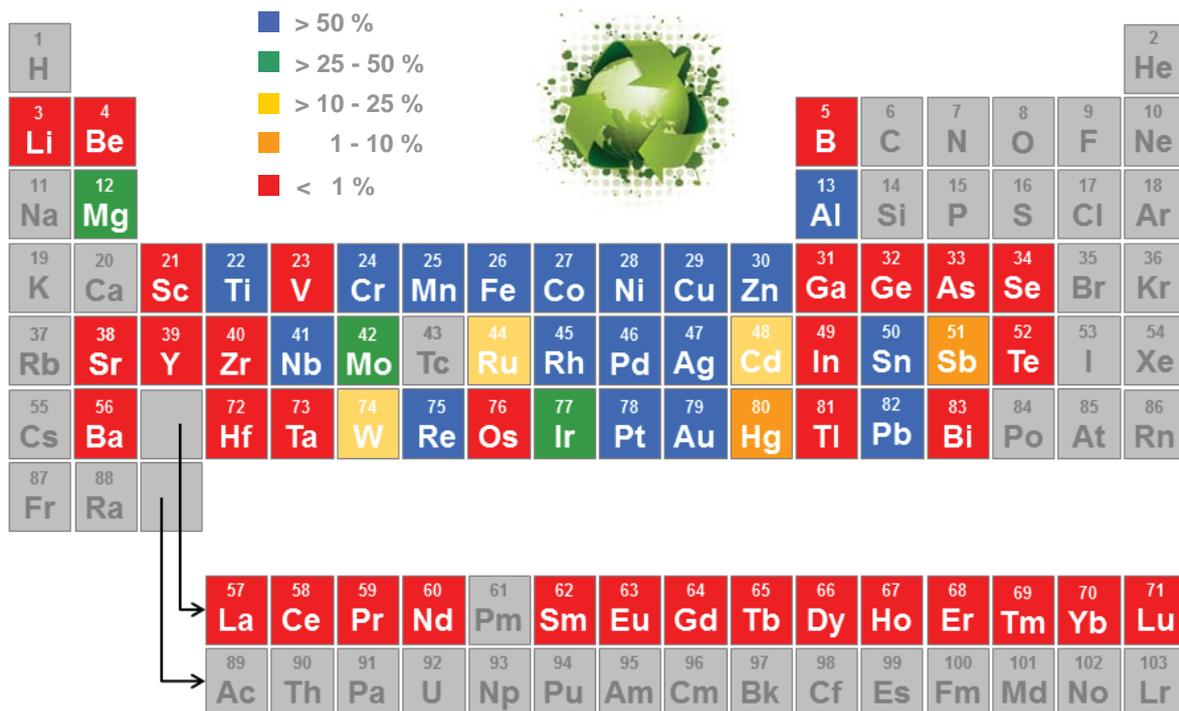
Niob

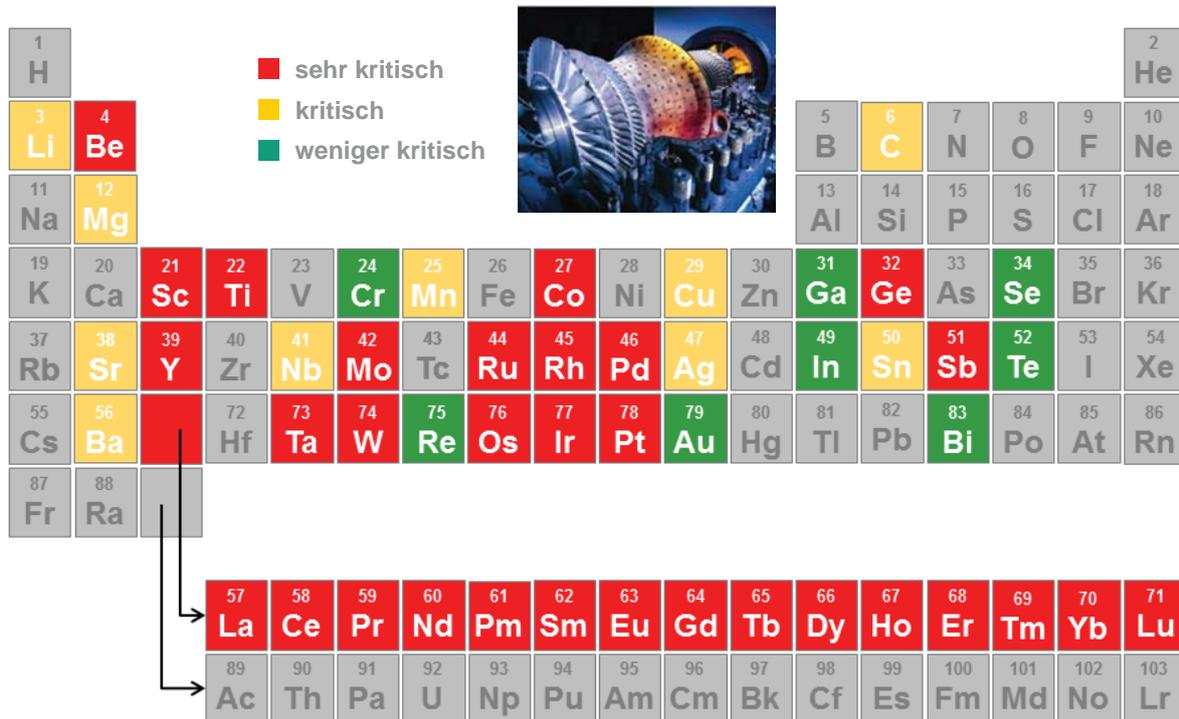


Dysprosium

# Herausforderungen

## Rohstoffe – Derzeitige Recyclingraten weltweit





7

## Inhalt



Herausforderungen



Möglichkeiten des Recyclings



Grenzen des Recyclings



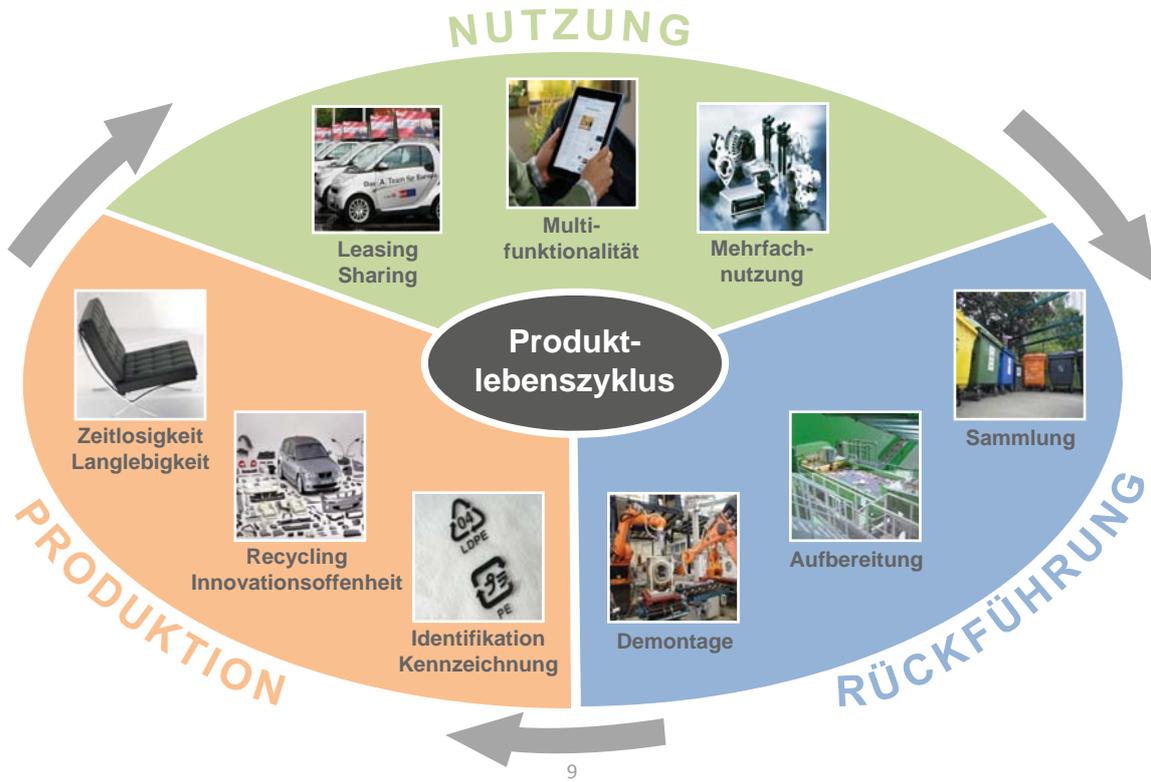
Nachhaltige Industriegesellschaft

# Möglichkeiten des Recyclings

## Elemente im Produktlebenszyklus

CUTEC

Informationen  
Ressourcen  
Energie



# Möglichkeiten des Recyclings

## Leuchtturmprojekte für Baden-Württemberg

CUTEC

Informationen  
Ressourcen  
Energie

Abschlussbericht  
**Analyse kritischer Rohstoffe für die Landesstrategie Baden-Württemberg**

Für:  
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft  
Kernerplatz 9  
70182 Stuttgart

vorgelegt von:  
Fraunhoferinstitut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT  
-Auftragnehmer-

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg  
Ausführende Abteilung: Kreislaufwirtschaft  
Dr.-Ing. Matthias Franke  
Leitung:  
Prof. Dr. Andreas Hornung  
Dipl.-Ing. Gerold Dimacek  
An der Mahlhütte 1  
92227 Sulzbach-Rosenberg

In Kooperation mit:  
Prof. Dr.-Ing. Martin Faustlich  
Lehrstuhl für Umwelt- und Energietechnik  
Technische Universität Clausthal  
Leibnizstraße 28  
39678 Clausthal-Zellerfeld

Prof. Dr. Ing. Martin Kranert  
Universität Stuttgart  
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft  
Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft  
Bandtäle 1  
70569 Stuttgart

September 2014

Think Tank für  
Industrie- und  
Ressourcenpolitik



Forschungs- und  
Entwicklungsverbund



Zentrale Phosphor-  
Recyclinganlage



Demontagefabrik im  
Urbanen Raum



Effizienteste Rohstoff-  
Mine der Welt





## Wie viel Recycling braucht eine nachhaltige Wirtschaft?

### Inhalt



Herausforderungen



Möglichkeiten des Recyclings



**Grenzen des Recyclings**



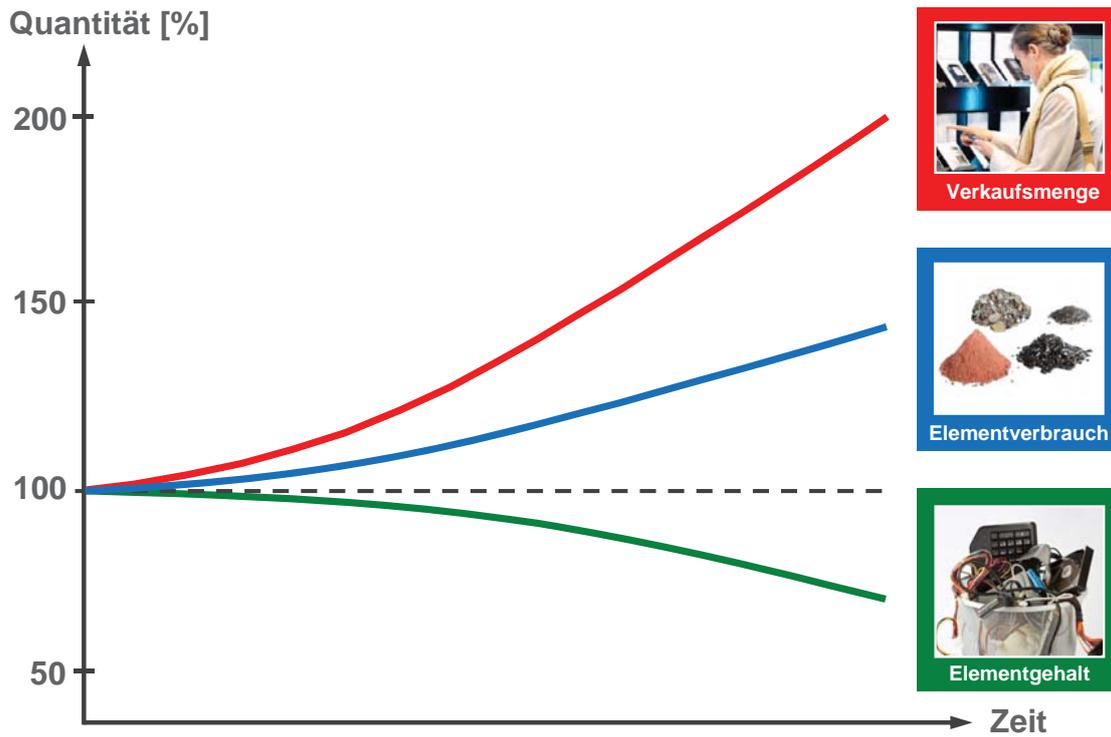
Nachhaltige Industriegesellschaft

# Grenzen des Recyclings

## Rebound-Effekt

CUTEC

Informationen  
Ressourcen  
Energie



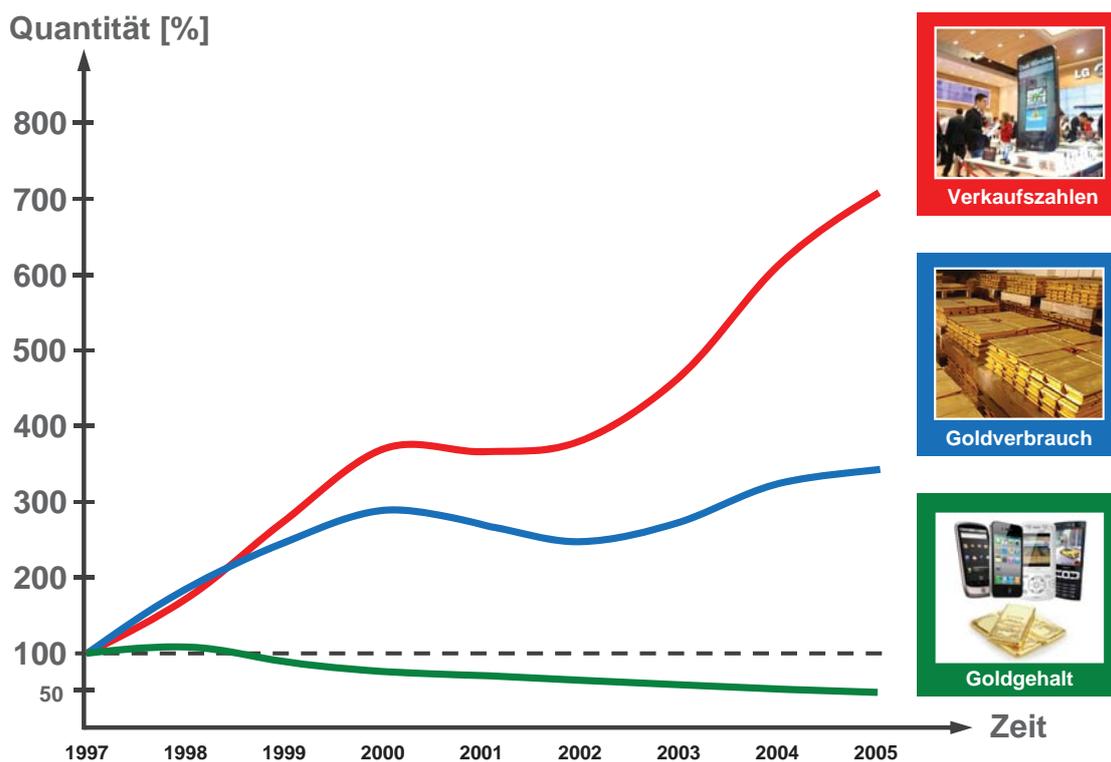
13

# Grenzen des Recyclings

## Rebound-Effekt am Beispiel Mobiltelefone

CUTEC

Informationen  
Ressourcen  
Energie



**Dissipative Verlustmechanismen**

<p><b>Nicht nachhaltige Produktgestaltung</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Aluminiumfolie</li> <li>RFID-Chips</li> <li>Fest verbaute Akkus</li> </ul>	<p><b>Bestimmungsgemäßer Gebrauch</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Landwirtschaft</li> <li>Pharmazeutika</li> <li>Farben und Lacke</li> </ul>	<p><b>Korrosion</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Gebäude</li> <li>Maschinen</li> <li>Infrastrukturen</li> </ul>	<p><b>Abrasion</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Bremssysteme</li> <li>Schienenetze</li> <li>Schleifanlagen</li> </ul>	<p><b>Sammel- und Sortiersysteme</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzerfehler / -informationen</li> <li>Technische Grenzen</li> <li>Komplexe Produkte</li> </ul>	<p><b>Thermodynamische Eigenschaften</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht trennbare Legierungen</li> <li>Metallurgische Prozesse</li> <li>Katalytische Prozesse</li> </ul>
---	---	---	---	--	--

**Dissipative Verlustmechanismen**

<p><b>Nicht nachhaltige Produktgestaltung</b></p>  <p>Prognose:              RFID-Tags bis 3.000 Mg/a              Cu/Al/Ag in Deutschland, Jahr 2020</p>	<p><b>Bestimmungsgemäßer Gebrauch</b></p>  <p>Kupfer in Pestiziden, Dünger, Futtermittel, Pigmenten in Deutschland ca. 8.000 Mg/a</p>	<p><b>Korrosion</b></p>  <p>Weltweite Eisenverluste durch korrosive Prozesse ca. 16.000.000 Mg/a</p>	<p><b>Abrasion</b></p>  <p>Deutsches Bahnnetz 13.060 Mg/a Metalle, v. a. Fe, Cu, Mn, Cr</p>	<p><b>Sammel- und Sortiersysteme</b></p>  <p>Schrott von Elektrokleingeräten in Deutschland Au 1,59 Mg/a Pt 0,48 Mg/a</p>	<p><b>Thermodynamische Eigenschaften</b></p>  <p>Zinkrecycling aus Filterstäuben mittels Wälzverfahren in Deutschland &gt; 6.000 Mg/a</p>
--	--	---	--	---	--

## Inhalt



Herausforderungen



Möglichkeiten des Recyclings



Grenzen des Recyclings



**Nachhaltige Industriegesellschaft**

17

# Nachhaltige Industriegesellschaft

## Machbare Visionen



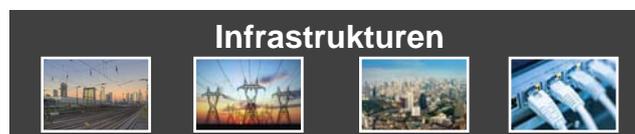
Wissen



Dienstleistungen



Kommunikation



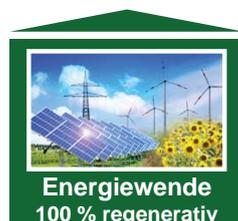
Infrastrukturen



Nachhaltige Industriegesellschaft



Naturhaushalt



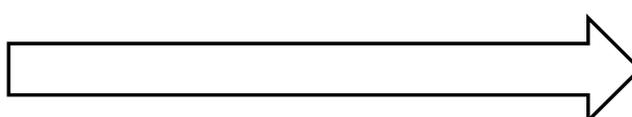
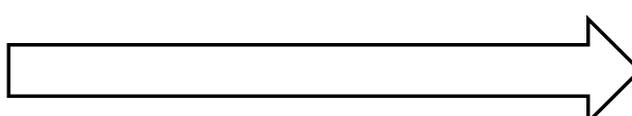
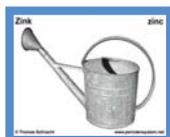
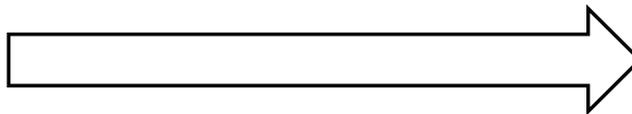
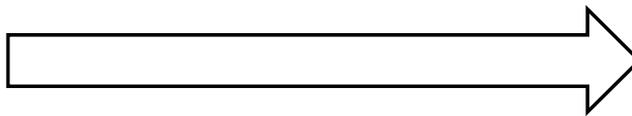
Energiewende  
100 % regenerativ



Ressourcenwende  
100 % Recycling \*

18

\* Innerhalb  
thermodynamischer Grenzen



**Eisen:** 67 %  
1.115.550.000 t



**Aluminium:** 60 %  
29.580.000 t



**Zink:** 52 %  
29.580.000 t



**Indium:** < 1 %  
< 8 t

	KRA in t/t	KEA in GJ/t	CO <sub>2</sub> -Äquivalent/t
Stahl Primär	4,5	21,4	1,6
Stahl Recycelt	0,4	7,2	0,4
Aluminium Primär	10,4	140,7	11,9
Aluminium Recycelt	1,3	16,1	1,0
Zink Primär	13,6	42,3	3,3
Zink Recycelt	2,0*	16,7	2,0*
Indium Primär	25.754,1	1.981,6	149,2
Indium Recycelt	Es gibt noch keine Recyclingverfahren		

\* Geschätzte Werte

21

Quelle: eigene Berechnungen und UIP Umweltinnovationsprogramm vom BUMB, 2012

GEFÖRDERT VOM



**Titel:** Innovatives Aufbereitungs- und Agglomerationsverfahren für Hüttenreststoffe (INAH)

### Partner:

- Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (Koordinator)
- TU Clausthal
- SIMET GmbH
- Rössner Maschinenbau GmbH
- Blackballs Technology GmbH
- Lhotzky + Partner Ingenieurgesellschaft mbH





**Titel:** Integration des Elektrolyseausbruchs der Primäraluminium-  
Gewinnung in die Aluminiumrecycling-Technologie (IEPALT)

#### Projektpartner:

- Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (**Koordinator**)
- TU Clausthal
- Evol GmbH
- LSL GmbH
- RCE GmbH
- Hydro Aluminium Rolled Products GmbH
- Recicla Alumínio Ltda., **Brasilien**
- Universidade Luterana do Brasil, **Brasilien**



23



**Titel:** Entzinken von Stahlschrotten



#### Projektpartner:

- Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (**Koordinator**)
- TU Clausthal
- Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH
- Andritz-Sundwig GmbH
- Xstrata Zink GmbH
- Wolfsburg AG
- Fritz Winter GmbH & Co. KG

## Landfill Mining: In

**Titel:** Recycling bergbaulicher Aufbereitungsrückstände zur Gewinnung wirtschaftsstrategischer Metalle am Beispiel der Tailings am Bollrich in Goslar (REWITA)

### Projektpartner:

- Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (**Koordinator**)
- TU Clausthal
- PPM Pure Metals GmbH
- Harz-Metall GmbH
- Stöbich Holding GmbH & Co. KG
- pdv software GmbH
- Prof. Burmeier Ingenieures. mbH
- Assoziierter Partner: Bergbau Goslar GmbH



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung