

Verbesserung des Recyclings von Primärbatterien

Die gegenwärtig meistgenutzten Primärbatterien beruhen auf dem Zink-Kohlenstoff- und Alkali-Mangan-System. Zusammen bilden sie mehr als 90% des Marktes der Consumer-Batterien in Europa. Diese Primärbatterien werden aufgrund ihres geringen Gewichtes und der geringen Kosten in vielen elektrischen und elektronischen Geräten eingesetzt, z.B. in Radios, Spielzeugen, Taschenlampen und in sonstigen Geräten des täglichen Gebrauchs. Eine weitere Eigenschaft der Primärbatterien ist jedoch, dass ihre Wiederaufladung nur sehr beschränkt möglich ist. Dies verursacht ein großes Problem nach ihrem Gebrauch, da sie eine erhebliche Abfallmenge in Form von Metallen, Kunststoffen und sonstigen organischen Substanzen erzeugen.



Abbildung 1: Sortierung der Primärbatterien

Primärbatterien sind aus diesem Grund eine bedeutende Sekundärrohstoffquelle von Metallen, da ihre chemischen Komponenten und deren Zusammensetzung mehr oder weniger homogen sind. Sie weisen ein ideale Verhältnis zwischen Gewicht und Größe, einen hohen Metallanteil sowie eine regelmäßige Form und zeigen nicht die mineralogischen Probleme, wie sie bei Erzen der Fall sind. Sie können relativ einfach vorbehandelt und sortiert werden.

Tabelle 1: Recyclingpotential von Primärbatterien

Metall	Inhalt in den Primärbatterien [Gew.%]	Mittlerer Gehalt [Gew.%]
Fe	15-25	20
Mn	18-31	24.5
Zn	15-24	19.5

Einige Recyclingprozesse wurden bereits entwickelt, um den metallischen Inhalt von Primärbatterien wiederzugewinnen. Diese Prozesse sind jedoch noch nicht effizient genug, um die minimal geforderte Recyclingquote (RQ) von 55 Gew.-% zu erreichen, wie sie im Entwurf zur Europäischen Richtlinie 11/2003 gefordert wird. Theoretisch sind etwa 60 Gew.-% der Bestandteile von Primärbatterien tatsächlich recyclingfähig. Verfahrensvorschläge für höhere Recyclingquoten, die durch das Hinzuziehen des enthaltenen Kohlenstoffs oder Sauerstoffs erreichbar sein sollen, müssen kritisch hinterfragt und bestätigt werden. Um eine technische RQ von 55 Gew.-% in einem industrialisierten Recyclingprozess zu erreichen, müssen im Gesamtprozess mindestens die folgende Ausbeuten für die Metalle erzielt werden:

- Fe: 90 Gew.-%
- Mn: 75 Gew.-%
- Zn: 95 Gew.-%

Die Wahl der Recyclingtechnologie hängt von der Wirtschaftlichkeit des Prozesses und den Gesetzesvorgaben ab, aber eine praktische Lösung scheint zu existieren. Ferromangan und metallisches Zink müssen in einem einstufigen Prozess erzeugt werden, um die Zukunftsfähigkeit des Recyclingprozess von Primärbatterien zu garantieren. Die Anwendung von pyrometallurgischen anstelle von hydrometallurgischen Prozessen bietet ein höheres Potential und größere Vorteile aufgrund der kurzen oder sogar völlig entbehrlichen Vorbereitung des Primärbatterieschrotts. Gewährleistet der Gleichstrom-Elektrolichtbogenofen innerhalb der pyrometallurgischen Prozesse, das bestmögliche Recycling von Primärbatterien. Die Stärken dieser Methode liegen in folgenden Aspekten:

- Eine große Menge an Primärbatterien kann in nur einem Prozessschritt mit hoher Produktivität behandelt werden; alle metallischen Elemente wie der Kohlenstoffgehalt der Primärbatterien werden wiedergewonnen oder im Prozess verwendet, wobei Kohlenstoff als Reduktionsmittel fungiert.
- Die Metalle werden in Form von zwei sekundären Hochqualitätprodukten wiedergewonnen: das metallische kondensierte Zink (Ingots) und die Eisen-Mangan-Legierung, deren Qualität und Form der der Primärprodukte, die in der Edelstahlindustrie verwendet werden, und dem Zink für die chemische und metallurgischen Industrie vergleichbar sind. (Abbildung 2)



Abbildung 2: Produkte aus dem Recycling von Primärbatterieschrott (Quelle: www.batrec.ch)

Dennoch ist die bestehende Technologie des Elektrolichtbogenofen (LBO) allein nicht ausreichend, um die Effizienzziele zu erreichen. Es bedarf einiger Modifikationen und Optimierungen der Technologie, um die RQ von Primärbatterien zu verbessern. Ein Gleichstrom-Elektrolichtbogenofen mit Hohlelektroden erlaubt es, das Reduktionsmittel in die Zwischenphasenzonen Metall - Schlacke einzuführen, um möglichst viel an metallischen Oxiden in der Schlacke zu reduzieren, wie zum Beispiel MnO . Außerdem ist ein optimales Schlackensystem notwendig, mit niedriger Löslichkeit an Eisen, Mangan und Zink und gesamten spezifischen physikalischen Eigenschaften, wie Viskosität. Dies spielt eine wichtige Rolle im Recyclingprozess, weil heutzutage ungefähr 40 % des Mangans in der Schlacke als Oxid verloren geht. Prozess- und Schlacke-Entwicklung sind die Hauptaufgaben in einem Mehrjahre Projekt am IME, RWTH Aachen, das mehrere Diplom- und Doktorarbeiten abdeckt. Abbildung 3 zeigt die Durchführung eines Versuchs am Gleichstrom-Elektrolichtbogenofen mit Hohlelektrode.



Abbildung 3: 500-kW-Gleichstrom-Elektrolichtbogenofen mit Hohlelektrode, IME, RWTH Aachen

Die Ergebnisse in einem 500kW-Ofen mit Hohlelektrode waren sehr vielversprechend, da sie eine bedeutende Verbesserung der RQ gezeigt haben. Jedoch stellt der Bereich der Schlackenoptimierung noch immer eine große Herausforderung und einen kritischen Teil des Projektes dar (Abbildung 4). Entsprechend der Anforderungen muss das Schlackensystem die folgenden Eigenschaften bezüglich seiner Prozesszustände erfüllen, um die festgesetzte RQ zu erreichen:

- Schmelzflusszustand der Schlacke
- niedriger Verdampfungsdruck der Schlackenkomponenten
- niedrigere Mangan-Kapazität (Löslichkeit niedriger als 20 Gew.-% des Mn)
- niedrige Viskosität der Flüssiger Schlacke bei Temperaturen von 1450 °C 100 °C über dem Schmelzpunkt der Eisenmangan-Legierung , um eine bessere Reaktivität zwischen dem Metall und der Schlacke zu erzielen
- ausreichender Unterschied in der Dichte zwischen der Metall- und Schlacke-Phase
- niedrige Zn-Kapazität (Löslichkeit niedriger als 1 Gew.-%)

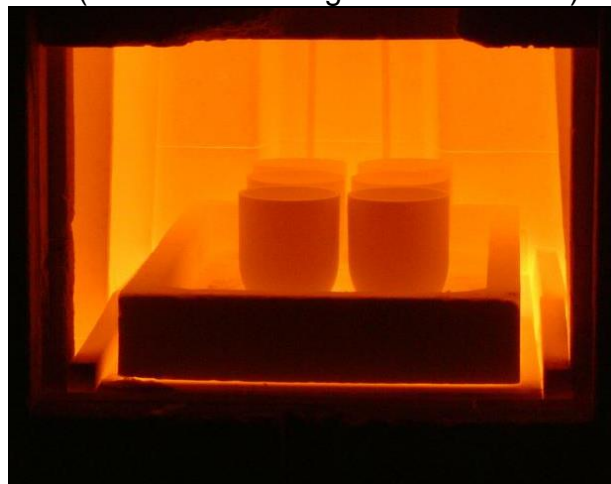


Abbildung 4: Gleichgewichtversuche im „SOLO“ Ofen

Die Ziele des Projektes können nur durch die genaue Kontrolle des Prozessmechanismus und eine Optimierter Regelung der Parameter erreicht werden. Deshalb werden thermochemische Berechnungen, die Modellierung des Prozesses sowie Experimente am IME, RWTH Aachen durchgeführt, um die 55 Gew.-% RQ für Primärbatterien zu garantieren. Für weitere Informationen über Ergebnisse und Industrieübertragungsstatus kontaktieren sie uns über www.ime-aachen.de