

# Sicherer und geregelter Umgang mit Batterien

von

Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Scheffold  
Fachhochschule Bingen, FB1, Studiengang Umweltschutz  
Berlinstraße 109, 55411 Bingen  
Scheffold(at)fh-bingen.de

Vortrag zum LUBW-Kolloquium

**Vollzug des Kreislaufwirtschaftsgesetzes**

Karlsruhe 3.2.2016

<b>PROBLEM LI-BATTERIE-SYSTEME</b>		
<b>1 Projekt LiRh ZAK 2015</b>	(A) RISIKEN DURCH CHEMIE, LADE- & ENTLADE-PROZESS, BESCHÄDIGUNG	<b>EXPLOSION, WÄRMEFREISETZUNG, SCHADSTOFFFREISETZUNG</b>
<b>2 Erkenntnisse</b>		
<b>3 Belgische Box</b>		
<b>4 Hinweise</b>	(B) UNFÄLLE, BRÄNDE IN ANLAGEN	
<b>5 Zusammenfassung</b>	(C) WARNUNG VOR EXPERIMENTEN, FEHLENDE UNTERSUCHUNGEN	

LUBW 3.2.2016 - Scheffold: Umgang mit Li-Batterien 1

Der Vortrag basiert auf dem Bericht zum Projekt LiRh ZAK 2015, der als Kurzfassung hier beiliegt und dem Interessierten Zuhörer/in es erlaubt, sich einen Überblick zu verschaffen. Ausgehend vom Problem Lithiumbatterien bei der Erfassung von Haushaltskleingeräten auf Wertstoffhöfen in Verbindung mit den seit 2015 geltenden ADR Regelungen und dem neuen ElektroG wird im Vortrag das Projekt selbst und die gewonnenen Erkenntnisse vorgetragen. Zentraler Bestandteil war unter anderem ein Poolbox-System, die sogenannte „Belgische Box“, welche praktisch erprobt wurde. Die Kurzfassung stellt die Box und verschiedene Versuchskonstellationen vor und es werden Hinweise abgeleitet, welche den Zuhörern und für die Diskussion auf der Veranstaltung Anregungen geben, wie ggf. die Verantwortlichen in den öRE den Prozess der Erfassung und Beförderung regeln sollten.

Langtitel:

**Pilotvorhaben zum zukünftigen Handling bei der Sammlung von Altbatterien und Elektro- und Elektronik-Altgeräten unter besonderer Berücksichtigung des ADR und des zukünftigen Elektro- und Elektronikgerätegesetzes**

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. K. Scheffold unter Mitwirkung von Max Monsees, FH Bingen

Projektpartner: Zollernalbkreis, Balingen; Fa. ALBA Electronics Recycling GmbH, Eppingen/Lustadt; Fa. Alois Bogenschütz Entsorgung und Recycling GmbH & Co. KG, Grosselfingen

Das Projekt wurde gefördert durch das MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTEMBERG. Bearbeitungszeitraum: Mai-September 2015

## Belgische Box

Untersucht wurden Variationen zur Erfassung von Haushaltskleingeräten unter Berücksichtigung der ADR Regeln zum Umgang mit Lithium-Batterien. Zum Einsatz gelangte eine Sammelbox auf Basis einer Holzpalette mit abnehmbaren Seitenwänden („Belgische Box“).



Abb. 1: Belgische Box bestehend aus einer Palette und vier aufsteckbaren Seitenwänden. Notwendige Werkzeuge zur Montage sowie Abdeckung und Beschriftung (Fotos aus Firmenprospekt Pool Partners)

Der Vorteil dieses Pool-Systems im Vergleich zu Metall-Paletten-Boxen liegt in ihrer Demontierbarkeit und geringen Rückfrachtkosten für das Boxensystem. Die Montage und Demontage erfordert spezielle Werkzeuge sowie etwas Übung. Die Boxen wurden demontiert ausgeliefert und mussten auf dem Recyclinghof bzw. Betriebshof montiert werden. Für die Beladung der Boxen auf Lkw mit Hebebühne war ein Hubwagen erforderlich, alternativ konnte auch mit einem Teleskoplader die Boxen verladen werden. Insgesamt konnten 26 Boxen auf einem Auflieger (insg. 5-Achsen) mit Schubboden geladen werden.

Die Erprobung erfolgte auf den Wertstoffhöfen Balingen und Hechingen im Zeitraum Juli/August 2015. Die Annahmesituationen für Bürger/innen wurden

variiert. Es galt festzustellen, ob eine Aufforderung zwischen „**Geräten mit Kabel**“ und „**Geräten ohne Kabel**“ zu unterscheiden und diese separat einzusortieren sachlich durch die anzuliefernde Person richtig umgesetzt wird.



Abb. 2: Mulde und 2 Belgische Boxen zur Sammlung von Haushaltskleingeräten auf dem Recyclinghof Hechingen (Foto Scheffold)

Zuletzt mussten die anliefernden Personen Akkus vor dem Einsortieren entfernen und hatten zusätzliche Differenzierungs-Vorgaben umzusetzen. Der Gehalt an Batterien/Akkus sowie Fehlbefüllungen wurden durch Nachsortieren der Boxen durch Herrn Monsees, FH Bingen kontrolliert. Ziel war es festzustellen, ob die ADR-Befreiung von den Auflagen der Anlagen A und B bei weniger als 333 kg Lithiumbatterien pro Fahrzeug / Beförderungseinheit organisatorisch sicherzustellen ist. Zusätzlich gilt es zu gewährleisten, dass keine Lithiumbatterien mit Stückgewichten  $\geq 500$  Gramm oder solche die beschädigt und defekt sind, mit in die Boxen/Mulden gelangen.

Der Besuch von verschiedenen Recyclinghöfen in Deutschland zeigt, dass in der Regel eine Trennung der Annahme und Einsortierung in Transporteinheiten erfolgt, in dem ein fachlich qualifizierter Mitarbeitender des Recyclinghofes die auf einem Tisch abgestellten Elektroaltgeräte (Haushaltskleingeräte) auf Lithiumbatterien kontrolliert und dann einsortiert. Die anliefernden Bürger/innen haben größere Akkus/Batterien auszubauen. In der hier dokumentierten Untersuchung im Zollernalbkreis galt es herauszufinden, ob es möglich ist, auch auf kleinen dezentralen Recyclinghöfen zukünftig HHKG, ohne zusätzliches Personal einzustellen, solche potenziell Lithiumbatterien enthaltende Geräte anzunehmen. Darüber hinaus ist von Interesse, welche

Risiken und Gefahren mit den Lithiumbatterien in HHKG im Rahmen von Sammlung und Transport verbunden sind. Die Studie kann die Fragen nicht abschließend beantworten, ermöglicht jedoch einen ersten Einblick, um die Untersuchungen zu vertiefen.

Festzuhalten ist, dass die dezentrale Batteriesammlung über ein Batteriefach in den Altglas-Depot-Containern an 314 Standplätzen im Zollernalbkreis fortgeführt werden kann. Der Anteil der Lithiumbatterien am Batteriegemisch liegt bei  $1,32 \pm 0,55$  Ma.-%<sup>1</sup>. Im Mittel werden je Fass  $83 \pm 11$  kg Batterien befördert. Erst die Anzahl von 303 Fässern führt bei einer Transportmenge von 25,1 Mg zu einer Menge von 333 kg Lithiumbatterien, beim Sammelgemisch des ZAK. Es wird empfohlen, dass der Dienstleister bei der Entnahme und Umsortierung der Batterien aus dem Batteriefach große Akkus entnimmt und separat lagert. Eine entsprechende Handlungsanleitung wird in der Studie vorgestellt.



**Abb. 2** Depotcontainer zur Sammlung von Hohlglas im Zollernalbkreis ausgestattet mit zusätzlichem Batteriefach (1) für Rund/Flachzellen und (2) für Knopfzellen (Foto: Scheffold)

Der Gehalt an Lithiumbatterien in den Elektrokleingeräten wird mit rund 0,9 kg Li-Batt. /Mg ITuKT und 0,37 kg Li-Batt/Mg HHKG festgestellt.<sup>2</sup> Möglichkeiten zum Nachweis, dass aufgrund eines aktiven Lademanagements die Li-Batterie-Fracht deutlich unter 333 kg je Beförderungseinheit gemäß ADR eingehalten werden, zeigt die Studie auf.

So wurden z.B. 2,29 kg Li-Batterien je Mg Elektroaltgeräte der Sammelgruppe 3 (ITuKT) erfasst und die Fehlwurfmenge war in Balingen mit ca. 3,6 % sehr gering.<sup>3</sup> In der Sammelgruppe 5 Haushaltskleingeräte ist die Beladung mit Lithium-Batteriesystemen mit ca. 16 g Li/Mg EAG deutlich geringer als in der

<sup>1</sup> vgl. Tab. 2-4, S. 30

<sup>2</sup> vgl. Tab. 2-15, S. 43

<sup>3</sup> vgl. Tab. 4-1, S. 69 und Tab. 4-2, S. 69

Gruppe 3 in der bevorzugt Laptops u.ä. Geräte erfasst werden (Fernseher sind unberücksichtigt und „verdünnen“ die Lithium-Fracht). Die Anweisung „Geräte ohne Kabel“ in der Belgischen Box zu sammeln, bewirkt eine Konzentrierung der Geräte mit Lithium-Akkus. Mit 52,4 kg Li/Mg EAG gelingt eine Anreicherung um den Faktor 20. Der Versuch zeigt, dass durch Handlungsoptionen, wie eine „zwei Wege Trennung“ (Mulde für Geräte mit Kabel, Box für Geräte ohne Kabel) in Verbindung mit einer „Ein-Übungs-Phase“, die Benutzer von Wertstoffhöfen im ländlichen Raum zu einer Konzentrierung der Geräte mit Lithium-Batteriesystemen herangeführt werden können, sogar sich zur Entnahme der Akkus bewegen lassen, um diese getrennt in Batteriefässern etc. zu erfassen. Auf Wertstoffhöfen mit viel Publikumsverkehr ist es angemessen, dafür kontrollierte Annahmebereiche zu organisieren. Beispiele wie dies realisiert wird, sind in der Studie aufgeführt.

Eine solche zwei Wege – Trennung hat Konsequenzen beim Transport. Während in der „Gruppe 5 EAG mit Kabel“ bei einem 17 Mg-Transport lediglich ca. 4,4 kg Lithium-Batterien enthalten sind, wird die 333 kg-Lithium-Batterie-Schwelle schon mit einer Sammelmenge von 6,35 Mg je Transport erreicht. Das Zusammenlegen von Bulk 3 und Bulk 5 führt zu einer mittleren Beladung mit Li-Batt. von 32,85 kg. Folglich können

$$333 \text{ kg Li-Batt/TRANS} : 32,9 \text{ kg Li-Batt/Mg} = \mathbf{10,12 \text{ Mg/TRANS.}}$$

bzw. 25 Boxen je Transport befördert werden. Bei 400 kg Inhaltmenge je Box und 100 kg TARA ergibt dies eine Lademenge von 12,5 Mg und damit eine Minderung der Beförderungskosten. Das Beispiel zeigt, wie durch geschicktes Optimieren sich lokale Lösungen erarbeiten lassen.

In der Phase B auf dem Wertstoffhof Balingen wurde u.a. nachgewiesen, dass die Entnahme von Batterien funktioniert.<sup>4</sup> Mit 0,7 kg Lithium-Batterien je Mg Elektroaltgeräte der Gruppe 3 und 5, davon 0,6 kg Li-B/Mg SG3+5 im Bulk mit Kabel und 19,2 kg Li-B/Mg EAG SG3+5 im Bulk ohne Kabel wurden Kennziffern zur derzeitigen Befrachtung ermittelt. Die Vorgaben aus dem neuen ElektroG wären mit dieser Variante der Sammlung in Boxen umgesetzt. Bildgeräte, Monitore etc. (neue Gruppe 3) und HHKG & ITuKT (neue Gruppe 5) würden in jeweils gesonderten Boxen erfasst.

---

<sup>4</sup> vgl. Tab. 4-5 Seite 72

Auf dem Wertstoffhof Hechingen wurde die Erfassung weiter differenziert und die Benutzer mussten in 5 Boxen trennen (5-Wege-Trennung). In der Box „Laptops“ (Gruppe 3b) wurde mit 13,75 kg Li-B./Mg EAG die größte Beladung mit Lithium-Batterien ermittelt.<sup>5</sup> In der Phase B wurden die Geräte von einem Mitarbeiter angenommen und kontrolliert. Damit erfolgte eine weitere Erhöhung der Fracht auf z.B. 17,4 kg Li-B./Mg EAG Gr. 3b. Insgesamt wurde für die Sammelgruppe 3 und 5 eine Befrachtung von 85 Gramm Lithium-Batterien je Mg Elektroaltgeräte der Gruppen 3 (IT und KT) und 5 (Haushaltskleingeräte) bestimmt.

Die Menge Lithium-Batterien ist auf die Sammeltage verteilt mit 24 g/Tag in der Phase B deutlich geringer als in der Phase A mit 328 g/Tag. Es zeigt sich, dass eine persönliche Kontrolle und Einsortierung durch einen Mitarbeiter des Wertstoffhofes, wie zu erwarten, zum besten Ergebnis führt. Andererseits kann durch Training den Kunden nahe gebracht werden, sorgfältig nach Sachgruppen die Geräte einzusortieren und zuvor die Batterien zu entfernen. Stichprobenhaft sollte das Verhalten hinsichtlich seiner sachlichen Richtigkeit überprüft und korrigiert werden.

Die Kosten für die Umstellung auf ein Wechsel-Boxen-System werden in Kap. 5 eingeschätzt. Grundlage ist das in Abbildung 3 dargestellte Berechnungsschema. Im Anhang Kap. 8.3 sind die Berechnungen dokumentiert.

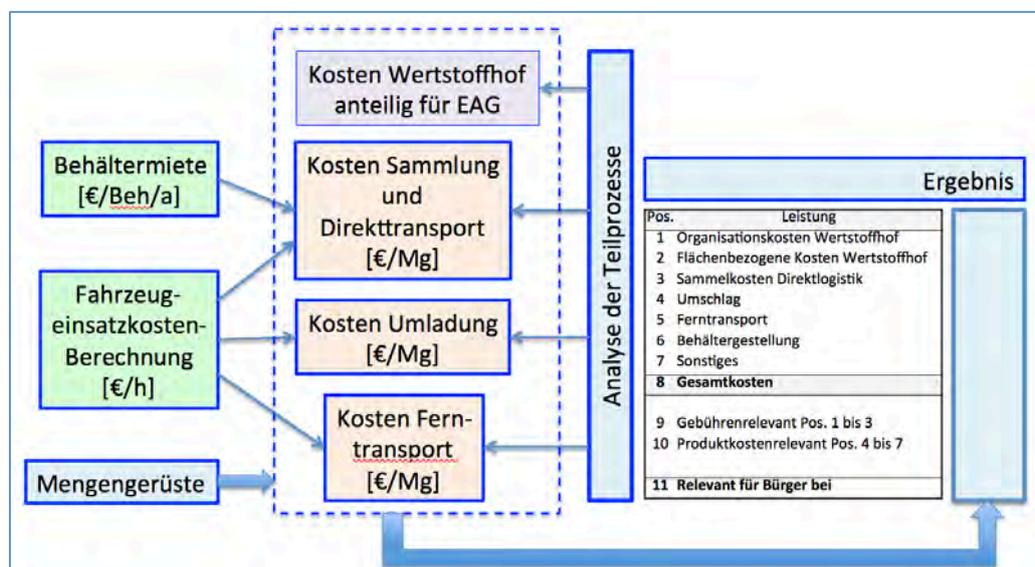


Abb. 3: Schematische Darstellung einzelner Module / Kostenblöcke als Grundlage für die wirtschaftliche Bewertung von Alternativen Handlungsoptionen

<sup>5</sup> vgl. Tab. 4-7, Seite 74 und Tab. 4-12, Seite 75

Insgesamt werden 3 kg/E/a Elektrokleingeräte der Gruppe 3 und 5 auf den Wertstoffhöfen des Kreises erfasst und die Gesamtkosten brutto werden mit 210,95 Euro je Mg errechnet. Dies entspricht spezifischen Kosten je Einwohner von 0,64 Euro im Jahr.<sup>6</sup>

Ein Teil dieser Kosten ist von der kommunalen Abfallwirtschaft des Landkreises zu tragen und belastet die Abfallgebührenzahler. Etwa 23 Prozent der Kosten entstehen direkt auf den Wertstoffhöfen, ca. 57 Prozent von der Anlieferung (Pos. 1) bis zur Übergabestelle Betriebshof (Pos. 3). Die restlichen Logistik-Kosten Pos. 4 bis Pos. 7 (ca. 43%) sind der Produktverantwortung geschuldet und werden über die Verkaufspreise der Elektro-/Elektronikwaren beim Verkauf an die Verbraucher erwirtschaftet.

Mit 273,73 €/Mg EAG Gr. 3 und 5 sind die Gesamtkosten für die kommunale Leistung mit dem System „kontrollierter Annahme“ deutlich höher.<sup>7</sup> Die einwohner-bezogenen Kosten würden von 0,67 Euro auf 1,57 €/E/a, also um 0,90 €/E/a ansteigen. Dies würde für den Landkreis Mehrkosten von ca. 177 Tausend-Euro im Jahr bedeuten. Dieses Ergebnis verdeutlicht die Notwendigkeit einer lokal angemessenen wirtschaftlich vertretbaren Lösung.

Ergänzt um andern Orts gewonnene Erfahrungen findet sich in Kap. 6 eine Dokumentation in Form eines Leitfadens „Best Practice“. Es ist unstrittig, dass von Lithium-Batterie-Systemen Gefahren und Risiken ausgehen, wie Brandversuche mit Lithium-Batterie-Systemen zeigen. Folglich ist die 333 Kilogramm-Regel gemäß ADR zweckmäßig. Es obliegt den Betreibern von Wertstoffhöfen systematisch nachzuweisen, dass diese Regel eingehalten wird. Mit den in der Studie dokumentierten Methoden und Instrumenten sollte es den Verantwortlichen gelingen, diesen Nachweis zu führen. Da sich das Verbraucherverhalten und das Angebot im Zeitverlauf ändert, müssen die Nachweise aktualisiert und angepasst werden.

---

<sup>6</sup> vgl. Tab. 5-1, Seite 80

<sup>7</sup> vgl. Tab. 5-7, Seite 86 und Tab. 5-8, Seite 86 sowie Tab. 5-9, Seite 87