

Situationsanalyse zum Batterierecycling

Verfasser: Alfred Schmidt

Version 1a - Datum: 11.08.2005

Bei der Diskussion um eine ökologisch vertretbare Entsorgung verbrauchter Batterien ist es sinnvoll, geeignete Parameter zur Beurteilung des Batterierecyclingprozesses zu verwenden. Eine solche Bewertungszahl ist die Recyclingquote, die umweltbewußte und richtige Entsorgung verbrauchter Batterien wie auch deren Wertstofferhaltung im Sinne der Kreislaufwirtschaft wieder spiegeln soll.

Beim Batterierecycling handelt es sich um eine mehrstufige Prozesskette, bestehend aus *Sammlung und Rücknahme, Zwischenlagerung, Sortierung, Verwertung und Beseitigung*. Aufgrund der Komplexität dieses Prozesses wollen wir neben der Gesamtbewertung des Recyclingprozesses zur Beurteilung von Einzelschritten dieser Prozesskette weitere Bewertungsgrößen einführen, das sollen Rücknahme-, Verwertungs- und Wertstoffquote sein. Wir dürfen deshalb diese Bewertungszahlen nicht mit der Recyclingquote für den Gesamtprozess verwechseln. Die Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem GRS Batterien verwendet allerdings zur Beurteilung des Batterierecyclings lediglich Verwertungs- und Beseitigungsquoten der sortierten Bestände verbrauchter Batterien und Akkus, auf eine Gesamtbewertung wird verzichtet.

Gemäß §10 (1) BattV in der Fassung von Juli 2001 ist sie einer Erfolgskontrolle unterworfen und deshalb verpflichtet, zum 31. März eines jeden Jahres die *in Verkehr gebrachten Batteriemengen* (Pkt. 1) bzw. die *zurückgenommenen Mengen an den Sammelstellen* (Pkt. 2), *qualitative und quantitative Verwertungs- und Beseitigungsergebnisse* (Pkt. 3) wie auch *die gezahlten Preise für Sortierung, Verwertung und Beseitigung* (Pkt. 4) des vergangenen Jahres bekannt zu geben.

Der Begriff „in Verkehr gebrachte Mengen“ ist ökonomisch eindeutig festgelegt und bedeutet die Menge der in den Handel gelangten Batterien, also die über den Ladentisch gehende Batteriemenge. Zur Ermittlung dieser Größe müssen neben inländischen Batterieprodukten ebenso die Batterieimporte mitberücksichtigt werden. Mit der Erweiterung unseres Wirtschaftsraums zum europäischen Wirtschaftsraum sind Ermittlung und Beurteilung von Produktions- bzw. Handelszahlen schwieriger geworden.

Eine echte bundesdeutsche Recyclingquote würde zunächst verlangen, dass die hier in Verkehr gebrachten Batterien und Akkus im Lande bleiben und somit Verwertungs- und Beseitigungspotential nur für die einheimische Abfallwirtschaft besitzen. Entsorgung im Ausland ergibt eine Minderung der inländischen Recyclingquote. Umgekehrt erfährt die Recyclingquote auch eine Verfälschung durch den Grenzübertritt der im Ausland in den Handel gebrachten Batterien und Akkus, die hier entsorgt werden. Dies äußert sich in einer „Verbesserung“ der Recyclingquote. Trotz dieser Beeinflussung durch den „grenzüberschreitenden Batterieverkehr“ müssen wir nach wie vor mit einer Verschlechterung dieser Größe durch die einheimische Fehlentsorgung rechnen.

Die nachfolgende Tabellenübersicht versucht eine umfassende Bewertung des Gesamtprozesses des Batterierecyclings (bei den Gerätebatterien) in den Jahren 1998 bis 2004 anhand der veröffentlichten Erfolgskontrollen des GRS Batterien. Teil 1 befasst sich mit der Gesamtentwicklung in Deutschland und stellt die Ergebnisse unseres Nachbarn Schweiz gegenüber. Teil 2 liefert Daten zum Batterierecycling auf regionaler und kommunaler Ebene. Weitere Informationsquellen sind das Online-Portal des GRS und die Internetseiten der schweizerischen Interessenorganisation Batterierecycling (INOBAT).

TABELLENÜBERSICHT: Teil 1

Tabelle 1: Handelsmengen - Vergleich von Primärzellen und Sekundärzellen

Die Zusammenstellung liefert eine Gegenüberstellung der Primärzellen (Batterien) und der wiederaufladbaren Sekundärzellen (Akkus) in Gewichtsmengen und Gew.-%

Jahr	in Verkehr gebracht (Tonnen)	davon Batterien (Tonnen)	in %	davon Akkus (Tonnen)	in %
1998	23253	21363	91,9%	1890	8,1%
1999	25023	21885	87,5%	3138	12,5%
2000	29284	24810	84,7%	4474	15,3%
2001	29012	24767	85,4%	4245	14,6%
2002	29982	25611	85,4%	4371	14,6%
2003	32256	26737	82,9%	5519	17,1%
2004	33345	27044	81,1%	6301	18,9%

Ergebnis: Wir finden seit Jahren einen leichten Anstieg der Handelsmengen der Akkus, aber nachwievor ein deutliches Übergewicht der Primärbatterien.

Tabelle 2: Marktentwicklung bei den Primärbatterien

Der Markt wird von den beiden Typen Alkali-Mangan (AlMn: Zinkanode, Kathode Braunstein/ Graphitfilm, Elektrolyt KOH) und Zinkkohle (ZnC: Zinkanode, Kathode: Braunstein/Kohlestift, Elektrolyt Ammoniumchlorid) beherrscht. Beide besitzen eine Nominalspannung von 1,5 V. Li-Primärbatterien besitzen dagegen eine Nominalspannung von 3,05 V. Zu „Sonstige“ gehören Knopfzellen (u.a. Silberoxid-Typen) und Zink-Luft-Batterien. Die Angaben entsprechen Stückzahlen-Prozenten.

Jahr \ Typ	AlMn	ZnC	Li, primär	Sonstige
1999	55,6 %	42,1 %	1,2 %	1,1 %
2000	60,8 %	36,8 %	1,4 %	1,0 %
2001	67,8 %	29,9 %	1,3 %	1,0 %
2002	69,7 %	27,7 %	1,2 %	1,4 %
2003	72,3 %	25,2 %	1,1 %	1,4 %
2004	76,9 %	20,8 %	0,9 %	1,2 %

Ergebnis: Der Alkali-Mangan-Typ (AlMn) hat sich gegenüber dem Zink-Kohle-Typ (ZnC) mengenmäßig durchgesetzt. Lithium-Primärbatterien spielen eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 3: Marktentwicklung bei den Sekundärzellen

In größerer Zahl finden wir auf dem Markt der Sekundärzellen die Nickel-Cadmium- bzw. Nickelmetallwasserstoff-Typen mit 1,2 V. Nominalspannung, den Blei-Akku (2,0 V) und den Lithium-Ionen-Typ (3,5 V).

Typ \ Jahr	NiCd	NiMH	Pb	Li-Ion	Sonstige
1999	58,7 %	21,4 %	9,2 %	10,3 %	0,4 %
2000	41,2 %	37,7 %	10,8 %	9,5 %	0,8 %
2001	37,4%	31,3 %	18,6 %	11,4 %	1,3 %
2002	36,4 %	31,9 %	10,0 %	20,5 %	1,2 %
2003	35,6 %	27,1 %	12,0 %	24,1 %	1,2 %
2004	32,3 %	23,5 %	15,4 %	27,6 %	1,2 %

Ergebnis:

Der NiCd-Typ hat wegen dem Problemelement Cadmium kontinuierlich an Boden verloren und ist durch umweltfreundlichere Akku-Systeme ergänzt worden. Bei diesem Verdrängungswettbewerb beobachten wir für Li-Ionen-Akkus einen ständigen Zuwachs, schwankende Umsätze bei Blei-Akkus, während der NiMH-Typ nach sprunghaftem Anstieg ebenfalls in der Abnahmephase steckt.

Tabelle 4: Berechnung einer Rücknahmequote

Diese Rücknahmequote, die wir auch Sammelquote nennen dürfen, wollen wir als den Quotienten der Menge der gesammelten Altbatterien und Akkus bezogen auf die in Verkehr gebrachte Menge des gleichen Jahres festlegen. Die Lebensdauer der Batterie soll außer Acht gelassen werden.

Jahr	Handelsmenge (in Tonnen)	Rücknahmemenge (in Tonnen)	Rücknahmequote (ohne Beachtung der Lebensdauer)	Rücknahmequote (Annahme: Lebensdauer 3 Jahre)
1998	23253	-----	-----	-----
1999	25023	8336	33,3%	-----
2000	29284	9322	31,8%	-----
2001	29012	10564	36,4%	45,5%
2002	29982	11256	37,5%	44,5%
2003	32256	11557	35,8%	39,5%
2004	33345	11733	35,2%	40,5%

Ergebnis:

Die jährliche Rücknahmequote liegt bei den Gerätebatterien, die von den Nutzern des GRS in Verkehr gebracht wurden, seit Erlass der ersten Batterieverordnung 1998 zwischen 30 % und 40 % jährlich, wenn wir die oben angegebene Berechnungsweise verwenden.

Leider müssen wir wegen der zeitlichen Verzögerung der Rücknahme gegenüber der Inverkehrbringung, die Batterie-Lebensdauer ist zu beachten, mit einem Ergebnisfehler rechnen. Die Angabe einer Batterie-Lebensdauer ist schwierig und anwenderabhängig wie auch typenabhängig. Wollen wir eine mittlere Lebensdauer von 3 Jahren ansetzen, so bedeutet dies, dass wir für die Quotenbildung die drei Jahre früher erreichte Handelsmenge verwenden müssen. Wie wir sehen, liegt die Quote jetzt bei etwa 40 – 45 %.

Die Rücknahmequote wird möglicherweise immer noch durch die Fehlentsorgung des Bürgers verschlechtert, bewußte wie auch unbewußte Falschentsorgung in den Restmüll. Eine zusätzliche Verschlechterung der landesspezifischen Quote ergibt sich durch den Batterie- und Akkuanteil, der hier in den Handel gebracht wurde und im Ausland entsorgt wird.

Tabelle 5: Sortierung der gebrauchten Batterien

Nach der Zurücknahme an den Sammelstellen, dem Transport und der Zwischenlagerung gelangen die verbrauchten Batterien und Akkus in die Sortierstationen.

Jahr	zurückgenommen (in Tonnen)	Sortiermenge (in Tonnen)	Sortierreste (in Tonnen)
1999	8336	7557	98
2000	9322	8345	---
2001	10564	10930	97
2002	11256	10947	66
2003	11557	10801	24
2004	11733	12613	25

Ergebnis:

Die tatsächlich sortierte Menge eines Jahres muss nicht mit der zurückgenommenen Menge dieses Jahres identisch sein. Eingänge in die Sortierstationen wie auch Ausgänge zu den Verwertungsanlagen erfolgen in ungleichgroßen Portionen.

Tabelle 6: Entsorgung der verbrauchten Batterien und Akkus

Batterien und Akkus gelangen anschließend zu den Betriebsstätten der Wertstoffrückgewinnung. Die für die Verwertung zur Verfügung gestellte Menge wird vom GRS durch eine Verwertungsquote ausgedrückt. Diese Begriffsbildung ist nach Meinung des Autors umstritten, da sie nach deutschem Sprachgebrauch eigentlich den Anteil der gewonnenen Wertstoffe erwarten läßt. Die in den Wertstoffanlagen nicht verwertbaren Anteile sind in den Anlagen der Sonderabfallentsorgung zu beseitigen, ausgedrückt durch einen Beseitigungsanteil.

Jahr	zur Entsorgung	davon zur Verwertung	davon zur Beseitigung
1999	6901 to.	19 %(1311 to.)	81 %
2000	8978 to.	33 %(2963 to.)	67 %
2001	9679 to.	54 %(5227 to.)	46 %
2002	11393 to.	66 %(7519 to.)	34 %
2003	11171 to.	72 %(8043 to.)	28 %
2004	12572 to.	77 %(9680 to.)	23 %

Ergebnis:

Der Anteil aller Batterien und Akkus, der zur Verwertung gelangt, nimmt ständig zu und ergab sich für 2004 zu 77%. Der Restanteil, der den Sonderabfällen zuzuordnen ist, ergibt sich nach Aussage der Verwerter durch so genannte „unsortierbare Batteriegemische“ trotz der vorangegangenen Sortierung, wie auch durch einen Anteil nicht UV-codierter Alkali-Mangan-Batterien.

Tabelle 7: Verwertung und Wertstoffquote

Die Wertstoffrückgewinnung geschieht nach metallurgischen Verfahren bei den Alkali-Mangan-, Zink-Kohle- und Zink-Luft-Batteriesystemen bzw. vakuumthermischen Verfahren bei den Knopfzellen, Li-Batterien, Nickel-Cadmium und Nickel-Metallhydrid-Akkus. Für die Wertstoffrückgewinnung sind inländische Verwertungsgesellschaften, aber auch Unternehmen aus der Europäischen Union tätig. Die in den Wertstoffanlagen gewonnenen Wertstoffe kehren in den Rohstoff- oder Fertigungskreislauf zurück.

Wir wollen neben der GRS-Beurteilungsgröße Verwertungsanteil eine zusätzliche Wertstoffquote schaffen, die sich aus dem Verhältnis der zurückgewonnenen Wertstoffmenge zu der tatsächlich verwerteten Menge berechnet. Die Wertstoffquote zeigt die Abweichung von der idealen Verwertung, d.h. es gibt bei den technischen Prozessen der Wertstoffrückgewinnung nochmals Abfälle, die zu beseitigen sind.

Jahr	tatsächlich verwertet	gewonnene Wertstoffe	Wertstoffquote
2000	2934	2474	84,3%
2001	4899	3995	81,5%
2002	7173	5818	81,1%
2003	7780	6944	89,3%
2004	9681	8914	92,4%

Ergebnis:

Etwa 90 % der tatsächlich verwerteten Primär- und Sekundärzellen ergaben in 2003 und 2004 Wertstoffe. Der Rest, der hauptsächlich aus Schlacken besteht, ist zu beseitigen. Entstehendes Abwasser bzw. Abluft wurden bilanzmäßig den Wertstoffen zugerechnet. Bei deren Zuordnung zu den beseitigenden Stoffen würde die Wertstoffquote um 10 – 18 % sinken.

Tabelle 8: Abschlussergebnis

Neben der einfachen Rücknahmequote können wir schließlich eine Recyclingquote formulieren, die alle Schritte des Recyclingprozesses von der Sammlung der verbrauchten Batterien und Akkus bis zu deren Wertstoffgewinnung einschließen. Dabei besteht die Möglichkeit, die Menge der gewonnenen Wertstoffe zur zurückgenommenen Menge (innere Recyclingquote) oder zu der in Verkehr gebrachten Menge (äußere Recyclingquote) zu berechnen. Die äußere Recyclingquote ist dabei die ökologisch bedeutendere Größe. Sie ist auch als Produkt von Rücknahmequote und innerer Recyclingquote berechenbar.

Jahr	Rücknahmequote	innere Recyclingquote	äußere Recyclingquote
	= Rücknahmemenge/ in Verkehr gebrachte Menge	= gewonnene Wertstoffe/ Rücknahmemenge	= gewonnene Wertstoffe/ in Verkehr gebrachte Menge
2000	31,8%	26,5%	8,4%
2001	36,4%	37,8%	13,8%
2002	37,5%	51,7%	19,4%
2003	35,8%	60,1%	21,5%
2004	35,2%	76,2%	26,8%

Ergebnis:

Die Einzelschritte unserer Entsorgungsprozesses sind inzwischen stabil geworden. Zur Angabe unseres Endergebnisses wollen wir über den Zeitraum 2002 – 2004 mitteln.

Wir erhalten für die **innere Recyclingquote** ein Ergebnis von **62,7 %**, so dass aus 1 kg gesammelten und zurückgenommenen Batterien bzw. Akkus 627 g Wertstoffe in den Rohstoff- und Fertigungskreislauf zurückkehren. Diese Quote wird durch die vor dem Prozess der Verwertung entstehenden Sonderabfälle und den bei der Verwertung selbst entstehenden und zu beseitigenden Abfällen verschlechtert. Die **äußere Recyclingquote** ergibt sich zu **22,6 %**. Von 1 kg Produktwertstoffen, die über den Ladentisch gehen, finden 226 g wieder ihren Platz im Wertstoffkreislauf.

Ausblick:

Was geschieht nun mit den sonstigen 774 g der Ausgangsmaterialien? Sicherlich gelangt nicht alles davon in den Rest- und Sondermüll, wo es, weil es nicht zur energetischen Verwertung tauglich ist, als wertlose Schlacke verarbeitet oder eine Endlagerung auf einer Sonderabfalldeponie erfährt. Es bleibt wohl immer noch eine beträchtliche Menge vom eingesetzten Wertstoffpaket übrig, dessen Verbleib schwer auszumachen ist. Hier wird deutlich, wie unbeschrieben und diffus der Lebenszyklus eines Wertstoffpaketes ist, wie schwierig seine Rückverfolgbarkeit ist.

Ziel muss es sein, die Rücknahmequote auf mindestens 70% und die innere Recyclingquote auf 90 % zu steigern. Damit ergibt sich eine annehmbare äußere Recyclingquote von 63%.

Den wenigen Mitarbeitern des GRS Batterien dieses unbefriedigende Ergebnis anzulasten, wäre nach Meinung des Verfassers ungerecht. Die dort geleistete Öffentlichkeitsarbeit ist überzeugend, die im Internetportal zur Verfügung gestellten Dienstleistungen und Informationsmaterialien sind nach Auffassung des Autors sehr gebrauchsfreundlich gestaltet.

Weitere Batterie-Rücknahmesysteme in Deutschland

Die Auswertung in den vorangegangenen Abschnitten entspricht dem Zahlenmaterial, das das GRS Batterien mit seinen jährlichen Erfolgskontrollen zur Verfügung stellt. Es gibt weitere Rücknahmeeinrichtungen, die der Entsorgung von Gerätebatterien und auch Starterbatterien dienen. Genauere Angaben dazu liefert die im Auftrag des Umweltbundesamtes angefertigte Arbeit „Untersuchungen von Batterieverwertungsverfahren ...“ von Prof. Rentz, Engels und Schultmann aus dem Jahre 2001.

1. VFW-Rebat

Ähnlich wie durch GRS Batterien als Beauftragte Dritte werden von **VfW- Rebat** aus Köln Geräte-, Signal- und Traktionsbatterien zurückgenommen. Die gegenüber GRS kleinere Entsorgungsdomäne legt der breiten Öffentlichkeit keinen Bericht zur Erfolgskontrolle vor, informiert aber jedes Jahr das Umweltbundesamt. Der Geschäftsführer Karl Semlitsch hat dem Autor auf Anfrage für die Jahre 2000 bis 2004 folgendes Datenmaterial übergeben:

Tabelle: Daten zum Batterierecycling bei VfW-Rebat

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004
In Verkehr gebracht	2193	3009	2800	3019	3832
zurückgenommen	1905	2046	1420	1639	1485
Rücknahmequote	86,9%	67%	50,7%	54,3%	38,8%
verwertet	104	145	64	108	185
Verwertungsquote	5,5%	7,1%	1,6%	6,6%	12,5%
Handelsanteil zur GRS	7,5%	10,4%	9,3%	9,4%	11,5%

Die VfW betont hierbei, dass über die Wertstoffquote der gesammelten Bestände, die ja den Mengenteil, der in den Stoffkreislauf zurückkehrt, beschreibt, keine Angaben möglich sind. Das hat damit zu tun, dass die Menge der verarbeiteten Batterien nicht zur Verarbeitung eigener Chargen ausreichen.

Wie wir sehen, hat also die VfW im betrachteten Berichtszeitraum die Rücknahme und Entsorgung einer Batteriemenge koordiniert hat, die etwa 10 % des durch GRS kontrollierten Mengenvolumens entspricht (siehe letzte Zeile).

Die Rücknahmequoten lagen bei VfW früher bedeutend höher als die bei GRS, haben aber eine stetig fallende Tendenz. Die erzielten Verwertungsquoten sind jedoch bei weitem niedriger und liegen gegenwärtig im Zehn-Prozent-Bereich.

2. Sonstige

Im Heimwerkerbereich finden wir die **Fa. Bosch GmbH** als Beauftragter Dritter verantwortlich für die Rücknahme von NiCd-Akkus, die zum Betrieb von Elektrowerkzeugen verwendet werden. Sie vertritt dabei mehrere Produzentengesellschaften. Es gibt auch Produzenten, die ohne Beauftragung Dritter ihre Produkte selbst wieder zurücknehmen. Bei der Entsorgung spezieller Lithiumprodukte ist bis heute die **Sonnenschein Lithium** als Rücknehmer tätig.

Die zurückgenommenen Mengen sind in beiden Fällen der breiten Öffentlichkeit nicht bekannt.

3. Rücknahme von Starterbatterien

Das GRS kümmert sich um die Rücknahme von Gerätebatterien. Gewichtsmäßig ist der Markt der Gerätebatterien eine „Kleinheit“ gegenüber dem riesigen Markt für Starterbatterien. Das Gewichtsvolumen der jährlich in Verkehr gebrachten Starterbatterien ist etwa um das vier- bis fünffache (!) höher als bei den Gerätebatterien.

Gemäß §6 BattV gibt es für die Starterbatterien ein Pfandrecht. Die Rücknahme wird hier vom ZVEI selbst koordiniert. Die Rücknahme- und Verwertungswege sind dabei seit langem etabliert. Den Angaben zufolge werden hier Recyclingquoten von über 90 % genannt. Die Angabe für 1999 liegt bei 97,5 %. Die Recyclingquote ist dabei als Beurteilungsgröße als *das Verhältnis des Bleianteils der zurückgenommenen Starterbatterien bezogen auf die durch Starterbatterien in Hüttenprozessen zurückgeführte Bleimenge* festgelegt. Seit 2000 liegen der breiten Allgemeinheit keine veröffentlichten Ergebnisse vor. Vom ZVEI wurde jedoch mündlich bestätigt, dass diese Quote gegenwärtig über 95 % liegt.

Batterierecycling in der Schweiz

Bei unserem Nachbarn Schweiz besteht die Rückgabepflicht von verbrauchten Batterien über die Verordnung für umweltgefährdende Stoffe (1986). Die Finanzierung geschieht über obligatorische vorgezogene Entsorgungsgebühren (VEG), die von den Herstellern und Importeuren zu leisten sind. Gegenwärtig liegt die VEG bei 3,20 CHF pro kg. Verwalterin dieser Entsorgungsgebühren ist die INOBAT (Interessenorganisation Batterierecycling), die damit den Rücklauf zu den Sammelstellen und die Verwertung bzw. Beseitigung der Altbatterien organisiert. Die Zahlen der nachstehenden Tabelle sind den Tätigkeitsberichten 2001-2003 bzw. der Veröffentlichung „Das Wichtigste in Kürze“ der INOBAT entnommen. Die Verkaufsmengen sind durch die Erstbatterien in den Elektro- und Elektronikgeräten zu ergänzen.

Tabelle 9: Rücklaufquote in der Schweiz

Jahr	Verkauf	Inkl. Geräteerstbatterien (Schätzwert)	Rücklauf	„Recyclingquote“ = Rücklaufquote
2001	3460 to.	3800 to.	2332 to.	61.4 %
2002	3509 to.	3800 to.	2327 to.	61.2 %
2003	3563 to.	3800 to.	2448 to.	64.4 %
2004	?	3800 to.	ca. 2500 to.	66.6 %

Die technische Verwertung der gebrauchten Batterien übernimmt die schweizerische BATREC AG, die 5400 CHF pro übernommener Tonne bei INOBAT in Rechnung stellt. Die nachfolgende Aufstellung zeigt als Ergebnis eine Recycling- oder Rücklaufquote, die nach bundesdeutschen

Verständnis einer Rücknahmequote entspricht, da sie nur die Stufe des Sammelns und der Zurücknahme erfasst.

Recyclingquoten, die den Gesamtprozess der Batterieentsorgung und –verwertung entsprechen, können bei dem vorliegenden Zahlenmaterial für die Schweiz leider nicht angegeben werden. Für einen nicht genauer angegebenen Zeitraum in den Jahren 2003/2004 kann aber eine Wertstoffquote abgeschätzt werden, wenn wir die Input/ Output-Dokumentation (Herausgabe 2004) der BATREC AG heranziehen. Wir finden dort als Inputgröße einen Wert von 2900 to. bzw. als Wertstoff-Output 1902 to. plus 289 to. recyclebarer Sonderabfälle. Damit errechnet sich die Wertstoffquote für diesen Zeitraum auf **64,7 %**. Wenn wir die recyclebaren Sonderabfälle hinzurechnen, so erhöht sich das Ergebnis sogar auf **74,5 %**. Das Resultat entspricht der bundesdeutschen Wertstoffquote.

ANHANG: Graphische Gegenüberstellung von Rücknahme- und Recyclingquoten für das Rücknahmesystem GRS Batterien.

